# Modulhandbuch

## Studiengang Master of Science Energietechnik

Prüfungsordnung: 211-2011

Sommersemester 2018
Stand: 08. Mai 2018

Universität Stuttgart
Keplerstr. 7
70174 Stuttgart

# Kontaktpersonen:

| | |
|---|---|
| Studiendekan/in: | Univ.-Prof. Günter Scheffknecht<br>Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik<br>Tel.: 685-68913<br>E-Mail: guenter.scheffknecht@ifk.uni-stuttgart.de |
| Studiengangsmanager/in: | Jessica Hahn-Ebner<br>Thermische Kraftwerkstechnik<br>E-Mail: Jessica.Ebner@ifk.uni-stuttgart.de |
| Prüfungsausschussvorsitzende/r: | Univ.-Prof. Andreas Kronenburg<br>Institut für Technische Verbrennung<br>E-Mail: andreas.kronenburg@itv.uni-stuttgart.de |
| Fachstudienberater/in: | Jessica Hahn-Ebner<br>Thermische Kraftwerkstechnik<br>E-Mail: Jessica.Ebner@ifk.uni-stuttgart.de |
| Stundenplanverantwortliche/r: | Antje Radszuweit<br>Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik<br>Tel.: 0711/685-63487<br>E-Mail: antje.radszuweit@ifk.uni-stuttgart.de |

# Inhaltsverzeichnis

**Präambel** ..... **10**

**Qualifikationsziele** ..... **11**

**100 Vertiefungsmodule** ..... **12**

110 Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit ..... 13
11350 Grundlagen der Luftreinhaltung ..... 14
11380 Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung ..... 16
11560 Elektrische Energienetze I ..... 18
11590 Photovoltaik I ..... 20
12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie ..... 22
12440 Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse ..... 24
13060 Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik ..... 26
13940 Energie- und Umwelttechnik ..... 28
13950 Grundlagen der Energiewirtschaft und -versorgung ..... 30
14070 Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen ..... 32
14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II ..... 34
14100 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft ..... 36
14110 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung ..... 38
14150 Leichtbau ..... 39
14180 Numerische Strömungssimulation ..... 41
15930 Prozess- und Anlagentechnik ..... 44
16000 Erneuerbare Energien ..... 46
16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme ..... 48
17600 Numerische Strömungsmechanik ..... 51
18160 Berechnung von Wärmeübertragern ..... 53
18330 Thermophysikalische Stoffeigenschaften ..... 55
19200 Thermo and Fluid Dynamics ..... 57
21930 Photovoltaik II ..... 59
28550 Regelung von Kraftwerken und Netzen ..... 60
29140 Smart Grids ..... 62
29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks ..... 64
29190 Planungsmethoden in der Energiewirtschaft ..... 66
30390 Festigkeitslehre I ..... 68
30400 Methoden der Werkstoffsimulation ..... 70
30410 Simulation mit Höchstleistungsrechnern ..... 72
30420 Solarthermie ..... 74
30450 Renewable Energy for Rural Areas ..... 76
32050 Werkstoffeigenschaften ..... 77
34540 Ökobilanz und Nachhaltigkeit ..... 79
34930 Gebäudetechnik - Simulation und innovative Konzepte ..... 82
35980 Computational Materials Modeling (CMM) ..... 84
36500 Ressourcenmanagement ..... 86
46710 Umweltsoziologie und Technikfolgenabschätzung ..... 88
51780 Modeling of Two-Phase Flows ..... 90
67240 Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung ..... 93
68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden ..... 95
68390 Energiemärkte und Energiehandel ..... 97
69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung ..... 100
72350 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung ..... 102
35990 Industriepraktikum Energietechnik ..... 104

**200 Spezialisierungsmodule ..... 105**
210 Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach ..... 106
211 Erneuerbare thermische Energiesysteme ..... 107
2111 Kernfächer mit 6 LP ..... 108
12440 Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse ..... 109
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning ..... 111
30420 Solarthermie ..... 114
30460 Biologische und chemische Verfahren für die industrielle Nutzung von Biomasse (Energieträger und Chemierohstoffe) ..... 116
2112 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ..... 118
18160 Berechnung von Wärmeübertragern ..... 119
30470 Thermische Energiespeicher ..... 121
30490 Grundlagen der Energiepflanzenproduktion I ..... 124
38250 Nachhaltigkeit und Produktionsökologie von rohstoffliefernden Pflanzen ..... 126
2113 Ergänzungsfächer mit 3 LP ..... 128
30520 Sonderprobleme der Gebäudeenergetik ..... 129
30530 Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe ..... 131
30540 Dampfturbinentechnologie ..... 133
30550 Kraftstoffe aus Erneuerbaren Energien ..... 135
36750 Rationelle Wärmeversorgung ..... 137
36880 Solartechnik II ..... 139
30560 Praktikum Erneuerbare Thermische Energiesysteme ..... 141
212 Feuerungs- und Kraftwerkstechnik ..... 143
2121 Kernfächer mit 6 LP ..... 144
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning ..... 145
15960 Kraftwerksanlagen ..... 148
30570 Dampferzeugung ..... 150
2122 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ..... 152
12440 Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse ..... 153
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning ..... 155
15960 Kraftwerksanlagen ..... 158
15970 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen ..... 160
16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme ..... 163
18160 Berechnung von Wärmeübertragern ..... 166
28550 Regelung von Kraftwerken und Netzen ..... 168
30570 Dampferzeugung ..... 170
30580 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen ..... 172
30590 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen ..... 174
2123 Ergänzungsfächer mit 3 LP ..... 176
30530 Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe ..... 177
30540 Dampfturbinentechnologie ..... 179
30610 Regelungstechnik für Kraftwerke ..... 181
36790 Thermal Waste Treatment ..... 183
36860 Konstruktion von Wärmeübertragern ..... 185
36880 Solartechnik II ..... 187
30620 Praktikum Feuerungs- und Kraftwerkstechnik ..... 189
213 Gebäudeenergetik ..... 191
2131 Kernfächer mit 6 LP ..... 192
13060 Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik ..... 193
30630 Heiz- und Raumlufttechnik ..... 195
2132 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ..... 197
30630 Heiz- und Raumlufttechnik ..... 198
30640 Energetische Anlagenbewertung und Lüftungskonzepte ..... 200
2133 Ergänzungsfächer mit 3 LP ..... 202
30520 Sonderprobleme der Gebäudeenergetik ..... 203
30650 Ausgewählte Energiesysteme und Anlagen ..... 205

30660 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz ... 207
30670 Simulation in der Gebäudeenergetik ... 209
33160 Planung von Anlagen der Heiz- und Raumlufttechnik ... 211
69500 Energiemanagement nach ISO 50001 ... 213
71950 Druckluft und Pneumatik ... 215
72150 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme ... 218
30680 Praktikum Gebäudeenergetik ... 220
214 Kernenergietechnik ... 222
2141 Kernfächer mit 6 LP ... 223
14110 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung ... 224
30690 Thermofluiddynamik kerntechnischer Anlagen ... 225
31450 Simulation kerntechnischer Anlagen (Anlagendynamik) ... 227
2142 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ... 229
14110 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung ... 230
30690 Thermofluiddynamik kerntechnischer Anlagen ... 231
30700 Reaktorphysik und -sicherheit ... 233
68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden ... 236
2143 Ergänzungsfächer mit 3 LP ... 238
30710 Strahlenschutz ... 239
30730 Praktikum Kernenergietechnik ... 241
215 Strömungsmechanik und Wasserkraft ... 243
2151 Kernfächer mit 6 LP ... 244
14100 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft ... 245
2152 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ... 247
14100 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft ... 248
17600 Numerische Strömungsmechanik ... 250
29210 Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen ... 252
51780 Modeling of Two-Phase Flows ... 254
2153 Ergänzungsfächer mit 3 LP ... 257
30740 Strömungsmesstechnik ... 258
30750 Meeresenergie ... 260
30770 Planung von Wasserkraftanlagen ... 261
30780 Praktikum Strömungsmechanik und Wasserkraft ... 263
216 Techniken zur effizienten Energienutzung ... 265
2161 Kernfächer mit 6 LP ... 266
30790 Optimale Energiewandlung und Wärmeversorgung ... 267
69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung ... 269
72350 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung ... 271
2162 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ... 273
18160 Berechnung von Wärmeübertragern ... 274
30790 Optimale Energiewandlung und Wärmeversorgung ... 276
30800 Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte ... 278
68390 Energiemärkte und Energiehandel ... 280
69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung ... 283
72350 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung ... 285
2163 Ergänzungsfächer mit 3 LP ... 287
36760 Wärmepumpen ... 288
36860 Konstruktion von Wärmeübertragern ... 290
36870 Kältetechnik ... 292
68280 Energetische Optimierung der Produktion ... 294
69470 Energieeffizienz II - Branchentechnologien ... 296
69490 Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien ... 298
69500 Energiemanagement nach ISO 50001 ... 300
71950 Druckluft und Pneumatik ... 302
72150 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme ... 305
30810 Praktikum: Techniken zur effizienten Energienutzung ... 307
217 Thermische Turbomaschinen ... 309
2171 Kernfächer mit 6 LP ... 310

14070 Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen ..... 311
30820 Thermische Strömungsmaschinen ..... 313
2172 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ..... 315
14070 Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen ..... 316
30820 Thermische Strömungsmaschinen ..... 318
30830 Numerik und Messtechnik für Turbomaschinen ..... 320
57060 Spezielle Themen zu Thermischen Turbomaschinen ..... 322
2173 Ergänzungsfächer mit 3 LP ..... 325
30540 Dampfturbinentechnologie ..... 326
30840 Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik ..... 328
30850 Turbochargers ..... 330
30860 Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen ..... 332
30870 Praktikum Thermische Turbomaschinen ..... 334
218 Windenergie ..... 336
2181 Kernfächer mit 6 LP ..... 337
12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie ..... 338
29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks ..... 340
30880 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen ..... 342
30890 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt ..... 344
2182 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ..... 346
12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie ..... 347
14150 Leichtbau ..... 349
17600 Numerische Strömungsmechanik ..... 351
29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks ..... 353
30390 Festigkeitslehre I ..... 355
30880 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen ..... 357
30890 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt ..... 359
2183 Ergänzungsfächer mit 3 LP ..... 361
30840 Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik ..... 362
30860 Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen ..... 364
30900 Festigkeitslehre II ..... 366
37010 Netzintegration von Windenergie ..... 368
56300 Praktikum Windenergie ..... 370
220 Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter ..... 372
221 Elektrische Maschinen und Antriebe ..... 373
2211 Kernfächer mit 6 LP ..... 374
11550 Leistungselektronik I ..... 375
11580 Elektrische Maschinen I ..... 377
2212 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ..... 379
11550 Leistungselektronik I ..... 380
11580 Elektrische Maschinen I ..... 382
11740 Elektromagnetische Verträglichkeit ..... 384
21690 Elektrische Maschinen II ..... 386
21710 Leistungselektronik II ..... 388
41170 Speichertechnik für elektrische Energie I ..... 389
41750 Speichertechnik für elektrische Energie II ..... 391
2213 Ergänzungsfächer mit 3 LP ..... 393
30930 EMV in der Automobiltechnik ..... 394
30940 Industriegetriebe ..... 396
30950 Mobile Energiespeicher ..... 398
30960 Praktikum Elektrische Maschinen und Antriebe ..... 400
222 Energie und Umwelt ..... 402
2221 Kernfächer mit 6 LP ..... 403
11350 Grundlagen der Luftreinhaltung ..... 404
11380 Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung ..... 406
13940 Energie- und Umwelttechnik ..... 408
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning ..... 410
2222 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ..... 413

11350 Grundlagen der Luftreinhaltung ... 414
11380 Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung ... 416
13940 Energie- und Umwelttechnik ... 418
14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II ... 420
15430 Measurement of Air Pollutants ... 422
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning ... 424
2223 Ergänzungsfächer mit 3 LP ... 427
30660 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz ... 428
30710 Strahlenschutz ... 430
30990 Emissions reduction at selected industrial processes ... 432
36790 Thermal Waste Treatment ... 434
69500 Energiemanagement nach ISO 50001 ... 436
71950 Druckluft und Pneumatik ... 438
72150 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme ... 441
32010 Praktikum Energie und Umwelt ... 443
224 Energiesysteme und Energiewirtschaft ... 445
2241 Kernfächer mit 6 LP ... 446
29190 Planungsmethoden in der Energiewirtschaft ... 447
68390 Energiemärkte und Energiehandel ... 449
69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung ... 452
72350 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung ... 454
2242 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ... 456
16000 Erneuerbare Energien ... 457
16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme ... 459
29190 Planungsmethoden in der Energiewirtschaft ... 462
30800 Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte ... 464
67240 Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung ... 466
68390 Energiemärkte und Energiehandel ... 468
69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung ... 471
72350 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung ... 473
2243 Ergänzungsfächer mit 3 LP ... 475
32030 Strategische Unternehmensplanung in der Energiewirtschaft ... 476
36820 Energie und Umwelt ... 478
36850 Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien ... 480
68280 Energetische Optimierung der Produktion ... 482
68400 Energiepolitik ... 484
69470 Energieeffizienz II - Branchentechnologien ... 486
69490 Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien ... 488
69500 Energiemanagement nach ISO 50001 ... 490
71930 Elektrische Verbundsysteme ... 492
71950 Druckluft und Pneumatik ... 494
71970 Unternehmenssteuerung in der Energiewirtschaft ... 497
72150 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme ... 499
32040 Praktikum Energiesysteme ... 501
225 Festigkeitslehre und Werkstofftechnik ... 503
2251 Kernfächer mit 6 LP ... 504
30390 Festigkeitslehre I ... 505
30400 Methoden der Werkstoffsimulation ... 507
32050 Werkstoffeigenschaften ... 509
32060 Werkstoffe und Festigkeit ... 511
2252 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ... 514
30390 Festigkeitslehre I ... 515
30400 Methoden der Werkstoffsimulation ... 517
32050 Werkstoffeigenschaften ... 519
32060 Werkstoffe und Festigkeit ... 521
35980 Computational Materials Modeling (CMM) ... 524
2253 Ergänzungsfächer mit 3 LP ... 526
30900 Festigkeitslehre II ... 527

32070 Werkstoffmodellierung ..... 529
32080 Schadenskunde ..... 531
32090 Fügetechnik ..... 532
32110 Thermokinetische Beschichtungsverfahren ..... 534
30910 Praktikum Werkstoff- und Bauteilprüfung ..... 536
226 Methoden der Modellierung und Simulation ..... 538
2261 Kernfächer mit 6 LP ..... 539
30410 Simulation mit Höchstleistungsrechnern ..... 540
2262 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ..... 542
30410 Simulation mit Höchstleistungsrechnern ..... 543
32120 Softwareentwurf für technische Systeme ..... 545
32130 Parallele Simulationstechnik ..... 547
2263 Ergänzungsfächer mit 3 LP ..... 549
32140 Simulation im technischen Entwicklungsprozess ..... 550
32150 Parallelrechner - Architektur und Anwendung ..... 552
32160 Virtuelle und erweiterte Realität in der technisch-wissenschaftlichen Visualisierung ..... 553
32170 Numerik für Höchstleistungsrechner ..... 554
32180 Computerunterstützte Simulationsmethoden (MCAE) im modernen Entwicklungsprozess ..... 555
32190 Praktikum Methoden der Modellierung und Simulation ..... 557
227 Thermofluiddynamik ..... 559
2271 Kernfächer mit 6 LP ..... 560
14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II ..... 561
14180 Numerische Strömungssimulation ..... 563
2272 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ..... 566
14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II ..... 567
14180 Numerische Strömungssimulation ..... 569
18330 Thermophysikalische Stoffeigenschaften ..... 572
26410 Molekularsimulation ..... 574
30580 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen ..... 576
30590 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen ..... 578
38360 Methoden der Numerischen Strömungssimulation ..... 580
51780 Modeling of Two-Phase Flows ..... 582
2273 Ergänzungsfächer mit 3 LP ..... 585
51800 Advanced Combustion ..... 586
51810 Angewandte Strömungsmesstechnik und Versuchstechnik ..... 588
56090 Praktikum Thermo-Fluid Dynamik ..... 589
228 Energiespeicher ..... 591
2281 Kernfächer mit 6 LP ..... 592
30470 Thermische Energiespeicher ..... 593
48390 Elektrochemische Energiespeicherung ..... 596
2282 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ..... 598
18160 Berechnung von Wärmeübertragern ..... 599
30470 Thermische Energiespeicher ..... 601
41170 Speichertechnik für elektrische Energie I ..... 604
41750 Speichertechnik für elektrische Energie II ..... 606
48390 Elektrochemische Energiespeicherung ..... 608
2283 Ergänzungsfächer mit 3 LP ..... 610
36830 Lithiumbatterien: Theorie und Praxis ..... 611
36850 Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien ..... 613
58180 Thermodynamik der Energiespeicher ..... 615
71930 Elektrische Verbundsysteme ..... 616
50310 Praktikum Energiespeicher ..... 618
229 Energieverteilung ..... 620
2291 Kernfächer mit 6 LP ..... 621
11560 Elektrische Energienetze I ..... 622
28550 Regelung von Kraftwerken und Netzen ..... 624
2292 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP ..... 626

11560 Elektrische Energienetze I ..... 627
21760 Elektrische Energienetze II ..... 629
28550 Regelung von Kraftwerken und Netzen ..... 631
29140 Smart Grids ..... 633
56950 Planung und Betrieb elektrischer Netze mit dezentraler Einspeisung ..... 635
2293 Ergänzungsfächer mit 3 LP ..... 637
29180 Dynamik elektrischer Verbundsysteme ..... 638
37010 Netzintegration von Windenergie ..... 640
58110 Expertensysteme in der elektrischen Energieversorgung ..... 642
71930 Elektrische Verbundsysteme ..... 644
50530 Praktikum Energieverteilung ..... 646

**400 Schlüsselqualifikationen fachaffin ..... 648**

30990 Emissions reduction at selected industrial processes ..... 649
32530 Total Quality Management (TQM) und unternehmerisches Handeln ..... 651
33150 Modellierung, Simulation und Optimierungsverfahren II ..... 653
39140 Sustainable Production Processes ..... 654
69520 Einführung in C++ für Ingenieure ..... 656
72480 Nachhaltigkeit für angehende Ingenieure ..... 658

**80270 Masterarbeit Energietechnik ..... 659**

**80690 Studienarbeit Energietechnik ..... 660**

# Präambel

QUALIFIKATIONSPROFIL
Die Absolventen/innen des Masterstudiengangs Energietechnik

- haben die Ausbildungsziele des Bachelorstudiums in einem längeren fachlichen Reifeprozess weiter verarbeitet und eine größere Sicherheit in der Anwendung und Um-setzung der fachlichen und außerfachlichen Kompetenzen erworben.
- haben tiefgehende Kenntnisse in zwei ausgewählten Bereichen der Energietechnolo-gien oder der energietechnischen Querschnittsthemen erworben.
- sind fähig, die erworbenen naturwissenschaftlichen, mathematischen und ingenieur-wissenschaftlichen Methoden zur Abstraktion, Formulierung und Lösung komplexer Aufgabenstellungen in Forschung und Entwicklung in der Industrie oder in For-schungseinrichtungen erfolgreich einzusetzen, sie kritisch zu hinterfragen und sie bei Bedarf weiterzuentwickeln.
- können Konzepte und Lösungen zu grundlagenorientierten, zum Teil auch unkonven-tionellen Fragestellungen unter breiter Einbeziehung anderer Disziplinen erarbeiten. Sie setzten ihre Kreativität und ihr ingenieurwissenschaftliches Urteilsvermögen ein, um neue und originelle Produkte und Prozesse zu entwickeln.
- sind insbesondere fähig, benötigte Informationen zu identifizieren und zu beschaffen. Sie können analytische, modellhafte und experimentelle Untersuchungen planen und durchführen. Dabei bewerten sie Daten kritisch und ziehen daraus die notwendigen Schlussfolgerungen.
- verfügen über Tiefe und Breite, um sich sowohl in zukünftige Technologien im eige-nen Fachgebiet, wie auch in Randgebieten einzuarbeiten und neu aufkommende Technologien zu untersuchen und zu bewerten.
- haben verschiedene technische und soziale Kompetenzen (Abstraktionsvermögen, systemanalytisches Denken, Team- und Kommunikationsfähigkeit, internationale und interkulturelle Erfahrung usw.) erworben und sind dadurch gut auf die potentielle Übernahme von Führungsverantwortung innerhalb der Industrie vorbereitet.
- sind durch die hohe Qualität und die umfassende Ausbildung auf dem Gebiet der Energietechnik zur Aufnahme einer wissenschaftlichen Weiterqualifikation in Form der Promotion befähigt.

## Qualifikationsziele

Das Qualifikationsprofil von Absolventen/innen, die den Masterabschluss Energietechnik erworben haben, zeichnet sich durch die folgenden zusätzlichen, über die mit dem Bachelor-Abschluss verbundenen hinausgehenden Attribute aus:

- Die Absolventen/innen haben die Ausbildungsziele des Bachelor-Studiums in einem längeren fachlichen Reifeprozess weiter verarbeitet und haben eine größere Sicherheit in der Anwendung und Umsetzung der fachlichen und außerfachlichen Kompetenzen erworben.
- Die Absolventen/innen haben tiefgehende Fachkenntnisse in zwei ausgewählten Bereichen von Energietechnologien oder energietechnischen Querschnittsthemen erworben.
- Die Absolventen/innen sind fähig, die erworbenen naturwissenschaftlichen, mathematischen und ingenieurwissenschaftlichen Methoden zur Abstraktion, Formulierung und Lösung komplexer Aufgabenstellungen in Forschung und Entwicklung in der Industrie oder in Forschungseinrichtungen erfolgreich einzusetzen, sie kritisch zu hinterfragen und sie bei
Bedarf auch weiterzuentwickeln.
- Die Absolventen/innen können Konzepte und Lösungen zu grundlagenorientierten, zum Teil auch unüblichen Fragestellungen unter breiter Einbeziehung anderer Disziplinen erarbeiten. Sie setzten ihre Kreativität und ihr ingenieurwissenschaftliches Urteilsvermögen ein, um neue und originelle Produkte und Prozesse zu entwickeln.
- Die Absolventen/innen sind insbesondere fähig, benötigte Informationen zu identifizieren, zu finden und zu beschaffen. Sie können analytische, modellhafte und experimentelle Untersuchungen planen und durchführen. Dabei bewerten sie Daten kritisch und ziehen daraus die notwendigen Schlussfolgerungen.
- Die Absolventen/innen verfügen über tiefe und breite Kenntnisse, um sich sowohl in zukünftige Technologien im eigenen Fachgebiet wie auch in Randgebieten einzuarbeiten und neu aufkommende Technologien zu untersuchen und zu bewerten.
- Die Absolventen/innen haben verschiedene technische und soziale Kompetenzen (Abstraktionsvermögen, systemanalytisches Denken, Team- und Kommunikationsfähigkeit, internationale und interkulturelle Erfahrung usw.) erworben, die gut auf Führungsaufgaben vorbereiten.
- Die hohe Qualität und die umfassende Ausbildung auf dem Gebiet der Energietechnik befähigt die Absolventen/innen zur Aufnahme einer wissenschaftlichen Weiterqualifikation in Form der Promotion und bereitet die Absolventen/innen auf die Übernahme von Führungsverantwortung innerhalb der Industrie vor.

# 100 Vertiefungsmodule

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 110 | Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit |
| | 35990 | Industriepraktikum Energietechnik |

# 110 Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 11350 | Grundlagen der Luftreinhaltung |
| 11380 | Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung |
| 11560 | Elektrische Energienetze I |
| 11590 | Photovoltaik I |
| 12420 | Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie |
| 12440 | Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse |
| 13060 | Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik |
| 13940 | Energie- und Umwelttechnik |
| 13950 | Grundlagen der Energiewirtschaft und -versorgung |
| 14070 | Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen |
| 14090 | Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II |
| 14100 | Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft |
| 14110 | Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung |
| 14150 | Leichtbau |
| 14180 | Numerische Strömungssimulation |
| 15930 | Prozess- und Anlagentechnik |
| 16000 | Erneuerbare Energien |
| 16020 | Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme |
| 17600 | Numerische Strömungsmechanik |
| 18160 | Berechnung von Wärmeübertragern |
| 18330 | Thermophysikalische Stoffeigenschaften |
| 19200 | Thermo and Fluid Dynamics |
| 21930 | Photovoltaik II |
| 28550 | Regelung von Kraftwerken und Netzen |
| 29140 | Smart Grids |
| 29150 | Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks |
| 29190 | Planungsmethoden in der Energiewirtschaft |
| 30390 | Festigkeitslehre I |
| 30400 | Methoden der Werkstoffsimulation |
| 30410 | Simulation mit Höchstleistungsrechnern |
| 30420 | Solarthermie |
| 30450 | Renewable Energy for Rural Areas |
| 32050 | Werkstoffeigenschaften |
| 34540 | Ökobilanz und Nachhaltigkeit |
| 34930 | Gebäudetechnik - Simulation und innovative Konzepte |
| 35980 | Computational Materials Modeling (CMM) |
| 36500 | Ressourcenmanagement |
| 46710 | Umweltsoziologie und Technikfolgenabschätzung |
| 51780 | Modeling of Two-Phase Flows |
| 67240 | Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung |
| 68050 | Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden |
| 68390 | Energiemärkte und Energiehandel |
| 69480 | Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung |
| 72350 | Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung |

# Modul: 11350 Grundlagen der Luftreinhaltung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500021 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Ulrich Vogt |
| 9. Dozenten: | Rainer Friedrich<br>Günter Baumbach<br>Ulrich Vogt |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Chemie und Meteorologie |
| 12. Lernziele: | I: Der Studierende hat die Entstehung und Emission, die Ausbreitung, das Auftreten und die Wirkung von Luftverunreinigungen verstanden und Kenntnisse über Vorschriften und Möglichkeiten zur Emissionsminderung erworben. Er besitzt damit die Fähigkeit, Luftverunreinigungsprobleme zu erkennen, zu bewerten und die richtigen Maßnahmen zu deren Minderung zu planen.<br><br>II: Students can generate emission inventories and emission scenarios, operate atmospheric models, estimate health and environmental impacts and exceedances of thresholds, establish clean air plans and carry out cost-effectiveness and cost-benefit analyses to identify efficient air pollution control strategies. |
| 13. Inhalt: | **I. Vorlesung Luftreinhaltung I** (Baumbach/Vogt), 2 SWS: Reine Luft und Luftverunreinigungen, Definitionen Natürliche Quellen von Luftverunreinigungen Geschichte der Luftbelastung und Luftreinhaltung Emissionsentstehung bei Verbrennungs- und industriellen Prozessen Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre: Meteorologische Einflüsse, Inversionen |

| | |
|---|---|
| | Atmosphärische Umwandlungsprozesse: Luftchemie Umgebungsluftqualität<br>**II. Vorlesung Luftreinhaltung II** (= Air Quality Management in Englisch)(Friedrich), 2 SWS: Sources of air pollutants and greenhouse gases, generation of emission inventories, scenario development, atmospheric (chemistry-transport) processes and models, indoor pollution, exposure modelling, impacts of air pollutants, national and international regulations, instruments and techniques for air pollution control, clean air plans, integrated assessment, cost-effectiveness and cost benefit analyses. |
| 14. Literatur: | Luftreinhaltung I:<br>• Lehrbuch "Luftreinhaltung" (Günter Baumbach, Springer Verlag)<br>• Aktuelles zum Thema aus Internet (z.B. UBA, LUBW)<br><br>Luftreinhaltung II:<br>• Online verfügbares Skript zur Vorlesung |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 113501 Vorlesung Luftreinhaltung I<br>• 113502 Vorlesung mit Übung Air Quality Management (Luftreinhaltung II) |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 66 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 114 h<br>Gesamt: 180h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11353 Grundlagen der Luftreinhaltung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 11380 Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210007 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Friedrich |
| 9. Dozenten: | Rainer Friedrich<br>Andreas Kronenburg |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik, ingenieurwissenschaftliche Grundlagen |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer kennen die chemisch-physikalischen Grundlagen der Verbrennung und der Entstehung von Schadstoffen beim Verbrennungsprozess sowie die bei der Umwandlung und Nutzung von Energie entstehenden Umwelteinwirkungen mit ihren Auswirkungen auf Mensch, Umwelt und Klima qualitativ und quantitativ. Die Teilnehmer erwerben die Kompetenz, Umweltauswirkungen von Energieum-wandlungen quantitativ ermitteln zu können und Maßnahmen zur Minderung der Umwelteinwirkungen identifizieren und bewerten zu können. |
| 13. Inhalt: | **Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe:**<br>• Die chemischen und physikalischen Grundlagen der Verbrennung<br>• Verbrennung von höheren Kohlenwasserstoffen<br>• Laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:<br>- Flammenstruktur und -geschwindigkeit<br>- Erhaltungsgleichungen für Masse, Energie und Geschwindigkeit<br>• Turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:<br>- Gleichungssysteme<br>- Modellierungsstrategien |

- Entstehung von Schadstoffen

**Energie und Umwelt:**
a) Umwelteinwirkungen durch Energieumwandlung im Normalbetrieb und bei Unfällen, insbesondere Betrachtung der Kategorien:
- Luftschadstoffbelastung:
- Feinstaub, SO2, NOx, CO, Feinstaub, VOC, NH3, Schwermetalle,...
- Treibhausgasemissionen
- Emission radioaktiver Stoffe
- Flächen'verbrauch'
- Lärm
- Abwärme
- elektromagnetische Strahlung.

b) Transport und chemische oder physikalische Umwandlung der emittierten Stoffe oder der emittierten Energie in den Umweltmedien (Luft, Boden, Wasser,...),
c) Schäden bzw. Risiken durch die Exposition, insbesondere Gesundheitsrisiken und Schäden an Ökosystemen (Biodiversitätsverluste), Schäden durch Klimaänderungen, Schäden an Materialien und Ernteverluste.
d) Gesetze, Verordnungen, Direktiven zur Kontrolle der Umwelteinwirkungen, technische und nicht-technische Maßnahmen zur Verminderung von Umweltein- und -auswirkungen.

| | |
|---|---|
| 14. Literatur: | Online-Manuskript<br>Möller, D. 2003: Luft - Chemie, Physik, Biologie, Reinhaltung, Recht, Berlin: de Gruyter<br>Roth, E. 1994: Mensch, Umwelt und Energie : die zukünftigen Erfordernisse und Möglichkeiten der Energieversorgung, Düsseldorf: etv<br>Fifth Assessment Report (AR5) 2015 of the 'International Panel on Climate Change': online unter www.ipcc.ch |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 113801 Vorlesung Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe<br>• 113802 Vorlesung mit Übung Energie und Umwelt |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56h<br>Selbststudium / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11381 Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, Lehrfilme, begleitendes Manuskript |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 11560 Elektrische Energienetze I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen |
| 9. Dozenten: | Stefan Tenbohlen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Elektrische Energietechnik |
| 12. Lernziele: | Studierender hat Kenntnisse der elektrischen Energieübertragung und der Berechnungsverfahren für Leitungen und Netze. Die Studierenden kennen den Aufbau und die Ersatzschaltblider der elektrischen Netzkomponenten. Sie können Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnungen durchführen. |
| 13. Inhalt: | • Aufgaben des elektrischen Energienetzes, Smart Grids<br>• Einpolige Ersatzschaltungen der Betriebselemente für symmetrische Betriebsweise<br>• Berechnung von Energieübertragungsanlagen und -netzen<br>• Betrieb elektrischer Energieversorgungsnetze<br>• Kurzschlussströme bei symmetrischem Kurzschluss<br>• Symmetrische Komponenten |
| 14. Literatur: | • Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004<br>• Heuck, Dettmann: Elektrische Energieversorgung Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 6. Aufl., 2005<br>• Hosemann (Hg.):Hütte Taschenbücher der Technik. Elektrische Energietechnik. Band 3: Netze. Springer-Verlag, Berlin, 2001<br>• Schwab: Elektroenergiesysteme, Springer-Verlag, 1. Aufl., 2006 |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 115601 Vorlesung Elektrische Energienetze 1<br>• 115602 Übung Elektrische Energienetze 1 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | **Präsenzzeit:** 56 h<br>**Selbststudium/Nacharbeitszeit:** 124 h<br>**Gesamt:** 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11561 Elektrische Energienetze I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Elektrische Energienetze II |
| 19. Medienform: | PowerPoint, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Energieübertragung und Hochspannungstechnik |

# Modul: 11590 Photovoltaik I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050513002 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Jürgen Heinz Werner |
| 9. Dozenten: | Jürgen Heinz Werner |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse über Halbleitermaterialien und Halbleiterdioden, z.B. aus Mikroelektronik I |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden kennen<br><br>- das Potential der Sonnenstrahlung<br>- die Funktionsweise von Solarzellen<br>- die wichtigsten Technologien der Herstellung von Solarmodulen<br>- die Grundprizipien von Wechselrichtern<br>- die Energieerträge verschiedener Photovoltaik-Technologien<br>- den aktuellen Stand des Photovoltaikmarktes und der Kosten von Photovoltaik-Strom |
| 13. Inhalt: | - Der Photovoltaische Effekt (Zelle, Modul, Anlage)<br>- Solarstrahlung und Energieumsatz in Deutschland<br>- Grundprinzip und Kenngrößen von Solarzellen<br>- Ersatzschaltbilder von Solarzellen<br>- Maximaler Wirkungsgrad<br>- Photovoltaik-Materialien und -Technologien<br>- Modultechnik<br>- Photovoltaische Systemtechnik<br>- (Jahres-) Energieerträge von Photovoltaiksystemen |
| 14. Literatur: | • Goetzberger, Voß, Knobloch, Sonnenenergie: Photovoltaik, Teubner, 1994<br>• P. Würfel, Physik der Solarzellen, Spektrum, 1995<br>• M. A. Green, Solar Cells - Operating Principles, Technology and System Applications, Centre for Photovoltaic Devices and Systems, Sydney, 1986<br>• F. Staiß, Photovoltaik - Technik, Potentiale und Perspektiven der solaren Stromerzeugung, Vieweg, 1996 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 115901 Vorlesung Photovoltaik I<br>• 115902 Übungen Photovoltaik I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium/Nacharbeitszeit: 142 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11591 Photovoltaik I (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Photovoltaik II |

| | |
|---|---|
| 19. Medienform: | Powerpoint, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Physikalische Elektronik |

# 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:<br>Po Wen Cheng<br>Übung:<br>Holger Fürst |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 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.<br>• 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.<br>• 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.<br>• 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**<br>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.<br>• **Übung und Versuch**<br>Es werden 8 Hörsaalübungen sowie ein Hochlaufversuch im Böenwindkanal angeboten. |
| 14. Literatur: | • lecture notes<br>• R. Gasch und J. Twele, Windkraftanlagen<br>• 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<br>• 124201 Vorlesung Windenergienutzung I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | • Vorlesung:<br>Präsenzzeit 28 Stunden, Selbststudium 62 Stunden<br>• Übung:<br>Präsenzzeit 8 Stunden, Selbststudium 74 Stunden<br>• Windkanalversuch:<br>Präsenzzeit 3 Stunden, Versuchsauswertung 5 Stunden<br><br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 12421 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1<br>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: 12440 Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500002 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Ludger Eltrop<br>Günter Scheffknecht<br>Uwe Schnell |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Technische Thermodynamik I und II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden haben die Grundlagen der Nutzung von Biomasse verstanden. Sie kennen Qualität, Verfügbarkeit und Potentiale von Biomasse, die wichtigsten Umwandlungsverfahren Verbrennung, Vergasung und Fermentation, die damit verbundenen Emissionen sowie die nachgeschalteten Prozesse zur Strom- und/oder Wärmeerzeugung. Sie können ihre erlangten Kenntnisse für die Beurteilung des verstärkten Einsatzes von Biomasse zur Energieerzeugung einsetzen. Des weiteren können sie Anlagen- und Nutzungskonzepte energetisch beurteilen und vergleichend gegenüberstellen. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | **I: Bereitstellung von biogenen Energieträgern**<br>• Biologische und verfahrenstechnische Grundlagen zur Produktion und Bereitstellung von Biomasse als Brennstoff zur energetischen Nutzung<br>• technisch-wirtschaftliche Entwicklungsperspektiven und ökologische Auswirkungen<br>• Einordnung der systemanalytischen und energiewirtschaftlichen Zusammenhänge<br>• Rahmenbedingungen einer Nutzung in Energiesystem<br>• Einführung in physikalisch-chemische und biochemische Umwandlungsverfahren<br><br>**II: Energetische Nutzung von Biomasse**<br>• Brennstofftechnische Charakterisierung von Biomasse<br>• Einführung in Verbrennungs- und Vergasungstechnologien sowie die Fermentation<br>• Emissionsverhalten und Einführung in die Abgasreinigung<br>• Einführung in die Umwandlungsverfahren zur Erzeugung von Strom und/oder Wärme |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript<br>• Lehrbuch: Kaltschmitt, M., Hartmann, H. (Hrsg.) Energie aus Biomasse,. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2009 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 124401 Vorlesung und Übung Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt:180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 12441 Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Skripte zu den Vorlesungen, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 13060 Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Compulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Pflichtfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Höhere Mathematik I + II<br>• Technische Mechanik I + II |
| 12. Lernziele: | Im Modul Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik haben die Studenten die Anlagen und deren Systematik der Heizung, Lüftung und Klimatisierung von Räumen kennen gelernt und die zugehörigen ingenieurwissenschaftlichen Grundkenntnisse erworben. Auf dieser Basis können Sie grundlegende Auslegungen der Anlagen vornehmen.<br>Erworbene **Kompetenzen:**<br>Die Studenten<br>• sind mit den grundlegenden Methoden zur Anlagenauslegung vertraut,<br>• kennen die thermodynamischen Grundoperationen der Behandlung feuchter Luft, der Verbrennung und des Wärme- und Stofftransportes<br>• verstehen den Zusammenhang zwischen Anlagenauslegung und<br>• funktion und den Innenlasten, den meteorologischen Randbedingungen und der thermischen sowie lufthygienischen Behaglichkeit |
| 13. Inhalt: | • Systematik der heiz- und rumlufttechnischen Anlagen<br>• Strömung in Kanälen und Räumen<br>• Wärmeübergang durch Konvektion und Temperaturstrahlung<br>• Wärmeleitung<br>• Thermodynamik feuchter Luft<br>• Verbrennung<br>• meteorologische Grundlagen<br>• Anlagenauslegung<br>• thermische und lufthygienische Behaglichkeit |
| 14. Literatur: | • Recknagel, H., Sprenger, E., Schramek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, Oldenbourg Industrieverlag,München, 2007<br>• Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimatechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994 |

| | |
|---|---|
| | • Rietschel, H., Raumklimatechnik Band 3: Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004<br>• Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3.Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1981<br>• Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998<br>• Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik: Lehrbuch der Klimatechnik, Bd.1-Grundlagen. Bd.2-berechnung und Regelung. Bd.3-Bauelemente. Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1974-1977<br>• Knabe,G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 130601 Vorlesung und Übung Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 13061 Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesungsskript |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# Modul: 13940 Energie- und Umwelttechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042510001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Compulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden des Moduls haben die Prinzipien der Energieumwandlung und Vorräte sowie Eigenschaften verschiedener Primärenergieträger als Grundlagenwissen verstanden und können beurteilen, mit welcher Anlagentechnik eine möglichst hohe Energieausnutzung mit möglichst wenig Schadstoffemissionen erreicht wird. Die Studierenden haben damit für das weitere Studium und für die praktische Anwendung im Berufsfeld Energie und Umwelt die erforderliche Kompetenz zur Anwendung und Beurteilung der relevanten Techniken erworben. |
| 13. Inhalt: | Vorlesung und Übung, 4 SWS<br>1) Grundlagen zur Energieumwandlung: Einheiten, energetische Eigenschaften, verschiedene Formen von Energie, Transport und Speicherung von Energie, Energiebilanzen verschiedener Systeme<br>2) Energiebedarf: Statistik, Reserven und Ressourcen, Primärenergieversorgung und Endenergieverbrauch<br>3) Primärenergieträger: Charakterisierung, Verarbeitung und Verwendung<br>4) Bereitstellungstechnologien für Wärme, Strom und Kraftstoffe |

| | |
|---|---|
| | 5) Transport und Speicherung von Energie in unterschiedlichen Formen<br>6) Energieintensive industrielle Prozesse: Stahlerzeugung, Zementherstellung, Ammoniakherstellung, Papierindustrie<br>7) Techniken zur Begrenzung der Umweltbeeinflussungen<br>8) Treibhausgasemissionen<br>9) Rahmenbedingungen: Emissionsbegrenzung, Klimaschutz, Förderung erneuerbarer Energien |
| 14. Literatur: | - Vorlesungsmanuskript<br>- Unterlagen zu den Übungen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 139401 Vorlesung und Übung Energie- und Umwelttechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt:180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 13941 Energie- und Umwelttechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | • Skripte zu den Vorlesungen und zu den Übungen<br>• Tafelanschrieb<br>• ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 13950 Grundlagen der Energiewirtschaft und -versorgung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Grundlagen der Thermodynamik (Zustandsänderungen, Kreisprozesse, 1. und 2. Hauptsatz)<br>• Kenntnisse in Physik und Chemie |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden kennen die fundamentalen Zusammenhänge in Energiesystemen/der Energiewirtschaft:<br><br>Energiebedarf, Energiewandlung, Herkunft der Energie, deren volkswirtschaftliche Bedeutung und statistische Grundlagen.<br>Sie beherrschen die Bilanzierung von Größen über technische Systeme und kennen den Aufbau von Energiebilanzen für Volkswirtschaften.<br><br>Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Kosten und Wirtschaftlichkeitsrechnung als eine wesentliche Planungsgrundlage für Entscheidungen in der Energiewirtschaft.<br><br>Die Studierenden lernen die physikalisch-technischen Grundlagen der Energiewandlung und können diese im Hinblick auf die Bereitstellung von Energieträgern und die Energienutzung anwenden. Dabei werden die einzelnen Energieträger, die für unsere Energiewirtschaft bedeutsam sind betrachtet.<br><br>Darüber hinaus verstehen Sie die komplexen Zusammenhänge der Energiewirtschaft und Energieversorgung, d.h. ihre technischen, wirtschaftlichen und umweltseitigen Dimension und können diese analysieren. |
| 13. Inhalt: | • Energie und ihre volkswirtschaftliche sowie gesellschaftliche Bedeutung<br>• Energienachfrage und die Entwicklung der Energieversorgungsstrukturen<br>• Bilanzierung technischer Systeme und Energiebilanzen von Volkswirtschaften |

| | |
|---|---|
| | • Einführung in die betriebwirtschaftliche Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung, um Energiesysteme ökonomisch bewerten zu können<br>• Herkunft, Ressourcensituation und Techniken zur Umwandlung und Nutzung der einzelnen Energieträger: Mineralöl, Erdgas, Kohle, Kernenergie und erneuerbare Energiequellen<br>• Technische Grundlagen, Organisation und Struktur der Elektrizitäts- und Fernwärmewirtschaft<br>• Umwelteffekte und -wirkungen der Energienutzung, Möglichkeiten der Bewertung und Technologien zur Reduktion energiebedingter Umweltbelastungen |
| 14. Literatur: | Online-Manuskript<br>Schiffer, Hans-Wilhelm<br>Energiemarkt Deutschland, Praxiswissen Energie und Umwelt. TÜV Media, 10. überarbeitete Auflage 2008<br>Zahoransky, Richard A.<br>Energietechnik: Systeme zur Energieumwandlung. Kompaktwissen für Studium und Beruf. Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009<br>Kugeler, Kurt, Phlippen, Peter-W.<br>Energietechnik : technische, ökonomische und ökologische Grundlagen. Springer - Berlin , Heidelberg [u.a.] , 2010 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 139501 Vorlesung: Grundlagen der Energiewirtschaft und -versorgung<br>• 139502 Übung: Grundlagen der Energiewirtschaft und -versorgung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 13951 Grundlagen der Energiewirtschaft und -versorgung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Energiemärkte und Energiepolitik Planungsmethoden in der Energiewirtschaft Energiesysteme und effiziente Energieanwendung Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte |
| 19. Medienform: | • Beamergestützte Vorlesung<br>• teilweise Anschrieb<br>• begleitendes Manuskript bzw. Unterlagen<br>• Vortrags-Übungen |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 14070 Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042310004 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Damian Vogt |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen<br>• Technische Thermodynamik I + II<br>• Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse in Thermodynamik und Strömungsmechanik mit dem Fokus auf der Anwendung bei Strömungsmaschinen<br>• kennt und versteht die physikalischen und technischen Vorgänge und Zusammenhänge in Thermischen Strömungsmaschinen (Turbinen, Verdichter, Ventilatoren)<br>• beherrscht die eindimensionale Betrachtung von Arbeitsumsetzung, Verlusten und Geschwindigkeitsdreiecken bei Turbomaschinen<br>• ist in der Lage, aus dieser analytischen Durchdringung die Konsequenzen für Auslegung und Konstruktion von axialen und radialen Turbomaschinen zu ziehen |
| 13. Inhalt: | • Anwendungsgebiete und wirtschaftliche Bedeutung<br>• Bauarten<br>• Thermodynamische Grundlagen |

| | |
|---|---|
| | • Fluideigenschaften und Zustandsänderungen<br>• Strömungsmechanische Grundlagen<br>• Anwendung auf Gestaltung der Bauteile<br>• Ähnlichkeitsgesetze<br>• Turbinen- und Verdichtertheorie<br>• Verluste und Wirkungsgrade, Möglichkeiten ihrer Beeinflussung<br>• Maschinenkomponenten<br>• Betriebsverhalten, Kennfelder, Regelungsverfahren<br>• Instationäre Phänomene |
| 14. Literatur: | • Vogt, D., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>• Dixon, S.L., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier 2005<br>• Cohen H., Rogers, G.F.C., Saravanamutoo, H.I.H., Gas Turbine Theory, Longman 2000<br>• Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, Band 1, 4. Auflage, Springer 2001<br>• Wilson D.G, and Korakianitis T., The design of high efficiency turbomachinery and gas turbines, 2nd ed., Prentice Hall 1998 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 140701 Vorlesung und Übung Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:138 h<br>Gesamt:180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14071 Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Thermische Strömungsmaschinen |
| 19. Medienform: | Podcasted Whiteboard, Tafelanschrieb, Skript zur Vorlesung |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 040800010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Kronenburg |
| 9. Dozenten: | Andreas Kronenburg |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Thermodynamik, Reaktionskinetik |
| 12. Lernziele: | Die Studenten kennen die physikalisch-chemischen Grundlagen von Verbrennungsprozessen: Reaktionskinetik von fossilen und biogenen Brennstoffen, Flammenstrukturen (laminare und turbulente Flammen, vorgemischte und nicht-vorgemischte |

| | |
|---|---|
| | Flammen), Turbulenz-Chemie Wechselwirkungsmechanismen, Schadstoffbildung |
| 13. Inhalt: | **Grdlg. Technischer Verbrennungsvorgänge I und II (WiSe, Unterrichtssprache Deutsch):**<br>• Erhaltungsgleichungen, Thermodynamik, molekularer Transport, chemische Reaktion, Reaktionsmechanismen, laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen.<br>• Gestreckte Flammenstrukturen, Zündprozesse, Flammenstabilität, turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Verbrennung, Schadstoffbildung, Spray-Verbrennung<br><br>**An equivalent course is taught in English:**<br>**Combustion Fundamentals I und II (summer term only, taught in English):**<br>• Transport equations, thermodynamics, fluid properties, chemical reactions, reaction mechanisms, laminar premixed and non-premixed combustion.<br>• Effects of stretch, strain and curvature on flame characteristics, ignition, stability, turbulent reacting flows, pollutants and their formation, spray combustion |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript<br>• Warnatz, Maas, Dibble, Verbrennung, Springer-Verlag<br>• Warnatz, Maas, Dibble, Combustion, Springer<br>• Turns, An Introduction to Combustion, Mc Graw Hill |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 140902 Übung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II<br>• 140901 Vorlesung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 70 h (4SWS Vorlesung, 1SWS Übung)<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 110 h<br>**Gesamt: 180 h** |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14091 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | • Tafelanschrieb<br>• PPT-Präsentationen<br>• Skripte zu den Vorlesungen |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# Modul: 14100 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042000100 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Riedelbauch |
| 9. Dozenten: | Stefan Riedelbauch |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Wahlpflichtmodul Gruppe 1 (Strömungsmechanik)<br>• Technische Strömungslehre (Fluidmechanik 1) oder Strömungsmechanik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden kennen die prinzipielle Funktionsweise von Wasserkraftanlagen und die Grundlagen der hydraulischen Strömungsmaschinen. Sie sind in der Lage, grundlegende Vorauslegungen von hydraulischen Strömungsmaschinen in Wasserkraftwerken durchzuführen sowie das Betriebsverhalten zu beurteilen. |
| 13. Inhalt: | Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen von Kraftwerken, Turbinen, Kreiselpumpen und Pumpenturbinen. Dabei werden die verschiedenen Bauarten und deren Kennwerte, Verluste sowie die dort auftretenden Kavitationserscheinungen vorgestellt. Es wird eine Einführung in die Auslegung von hydraulischen Strömungsmaschinen und die damit zusammenhängenden Kennlinien und Betriebsverhalten gegeben. Mit der Berechnung und Konstruktion einzelner Bauteile von Wasserkraftanlagen wird die Auslegung von hydraulischen Strömungsmaschinen vertieft. |

| | |
|---|---|
| | Zusätzlich werden noch weitere Komponenten in Wasserkraftanlagen wie beispielsweise "Hydrodynamische Getriebe und Absperr- und Regelorgane behandelt. |
| 14. Literatur: | • Skript Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft<br>• C. Pfleiderer, H. Petermann, Strömungsmaschinen, Springer Verlag<br>• W. Bohl, W. Elmendorf, Strömungsmaschinen 1 und 2, Vogel Buchverlag<br>• J. Raabe, Hydraulische Maschinen und Anlagen, VDI Verlag<br>• J. Giesecke, E. Mosonyi, Wasserkraftanlagen, Springer Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 141001 Vorlesung Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft<br>• 141002 Übung Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft<br>• 141003 Seminar Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 48h + Nacharbeitszeit: 132h = 180h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14101 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen |
| 19. Medienform: | Tafel, Tablet-PC, Powerpoint Präsentation |
| 20. Angeboten von: | Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen |

# Modul: 14110 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung

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

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger |
| 9. Dozenten: | |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | |
| 13. Inhalt: | |
| 14. Literatur: | a. Ziegler, H.-J. Allelein (Hrsg.) Reaktortechnik Physikalisch-technische Grundlagen. 2., neu überarbeitete Auflage, 2003. pdf verfügbar über Springerlink |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 141101 Vorlesung und Übung Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14111 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Kernenergetik und Energiesysteme |

# Modul: 14150 Leichtbau

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810002 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Weihe |
| 9. Dozenten: | Stefan Weihe<br>Michael Seidenfuß |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Einführung in die Festigkeitslehre<br>• Werkstoffkunde I und II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage anhand des Anforderungsprofils leichte Bauteile durch Auswahl von Werkstoff, Herstell- und Verarbeitungstechnologie zu generieren. Sie können eine Konstruktion bezüglich ihres Gewichtsoptimierungspotentials beurteilen und gegebenenfalls verbessern. Die Studierenden sind mit den wichtigsten Verfahren der Festigkeitsberechnung, der Herstellung und des Fügens vertraut und können Probleme selbstständig lösen. |
| 13. Inhalt: | • Werkstoffe im Leichtbau<br>• Festigkeitsberechnung<br>• Konstruktionsprinzipien<br>• Stabilitätsprobleme: Knicken und Beulen<br>• Verbindungstechnik<br>• Zuverlässigkeit<br>• Recycling |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>- Ergänzende Folien (online verfügbar)<br>- Klein, B.: Leichtbau-Konstruktion, Vieweg Verlagsgesellschaft<br>- Petersen, C.: Statik und Stabilität der Baukonstruktionen, Vieweg Verlagsgesellschaft |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 141502 Leichtbau Übung<br>• 141501 Vorlesung Leichtbau |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:42 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14151 Leichtbau (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT auf Tablet PC, Animationen u. Simulationen |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 14180 Numerische Strömungssimulation

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041610002 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | Eckart Laurien<br>Albert Ruprecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Numerik, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Studenten besitzen fundiertes Wissen über die Vorgehensweise, die mathematisch/physikalischen Grundlagen und die Anwendung der numerischen Strömungssimulation (CFD, Computational Fluid Dynamics) einschließlich der Auswahl der Turbulenzmodelle, sie sind in der Lage die fachgerechte Erweiterung, Verifikation und Validierung problemangepasster Simulationsrechnungen vorzunehmen |
| 13. Inhalt: | 1 Einführung<br>1.1 Beispiel: Rohrkrümmer<br>1.1.1 Einführende Demonstration<br>1.1.2 Modellierung und Simulation in der Strömungsmechanik<br>1.1.3 Strömungsphänomene in Rohrkrümmern<br>1.1.4 Vorbereitung und Durchführung<br>2 Vorgehensweise<br>2.1 Physikalische Beschreibung<br>2.1.1 Fluide und ihre Eigenschaften<br>2.1.2 Kompressibilität einer Gasströmung<br>2.1.3 Turbulenz<br>2.1.4 Dimensionsanalyse |

| | |
|---|---|
| | 2.1.5 Ausgebildete laminare Rohrströmung<br>2.2 Mathematische Formulierung<br>2.2.1 Eindimensionale Grundgleichungen der Stromfadentheorie<br>2.2.2 Ableitung der Navier-Stokes Gleichungen<br>2.2.3 Randbedingungen<br>2.2.4 Analytische Lösungen<br>2.2.5 Navier-Stokes Gleichungen für kompressible Strömung<br>2.3 Diskretisierung<br>2.3.1 Finite-Differenzen Methode für die Poissongleichung<br>2.3.2 Grundlagen der Finite-Volumen Methode<br>2.4 Koordinatentransformation und Netzgenerierung<br>2.4.1 Klassifizierung numerischer Netze<br>2.4.2 Netze für komplexe Geometrien<br>2.5 Simulationsprogramme<br>2.5.1 Übersicht<br>2.5.2 Das Rechenprogramm Ansys-CFX<br>2.5.3 Das Rechenprogramm Open Foam<br>3 Grundgleichungen und Modelle<br>3.1 Beschreibung auf Molekülebene<br>3.1.1 Gaskinetische Simulationsmethode<br>3.2 Laminare Strömungen<br>3.2.1 Hierarchie der Grundgleichungen<br>3.2.2 Die Euler-Gleichungen der Gasdynamik<br>3.2.3 Energiegleichung<br>3.2.4 Navier-Stokes Gleichungen für inkompressible Strömungen<br>3.3 Turbulente Strömungen<br>3.3.1 Visualisierung turbulenter Strömungen<br>3.3.2 Direkte Numerische Simulation<br>3.3.3 Reynoldsgleichungen für Turbulente Strömungen<br>3.3.4 Prandtl'sches Mischungswegmodell<br>3.3.5 Algebraische Turbulenzmodelle<br>3.3.6 Zweigleichungs-Transportmodelle<br>3.3.7 Sekundärströmungen<br>3.3.8 Reynoldsspannungemodelle<br>3.3.9 Klassifikation von Turbulenzmodellen<br>3.3.10 Grobstruktursimulation<br>4 Qualität und Genauigkeit<br>4.1 Anforderungen<br>4.1.1 Fehler und Genauigkeit<br>4.1.2 Anforderungen der Strömungsphysik<br>4.1.3 Anforderungen des Ingenieurwesens<br>4.2 Numerische Fehler und Verifikation<br>4.2.1 Rundungsfehler<br>4.2.2 Numerische Diffusion<br>4.2.3 Netzabhängigkeit einer Lösung<br>4.3 Modellfehler und Validierung<br>4.3.1 Arbeiten mit Wandfunktionen<br>4.3.2 Beispiel: Rohrabzweig |
| 14. Literatur: | • E. Laurien und H. Oertel jr.: Numerische Strömungsmechanik - Grundgleichungen und Modelle - Lösungsmethoden - Qualität und Genauigkeit, 5. Auflage, Springer Vieweg (2013)<br>• alle Vorlesungsfolien in ILIAS verfügbar |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 141801 Vorlesung und Übung Numerische Strömungssimulation<br>• 141802 Praktikum Numerische Strömungssimulation |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 45h + Nacharbeitszeit: 131h + Praktikumszeit: 4 h = 180 h |

| | |
|---|---|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14181 Numerische Strömungssimulation (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>keine Hilfsmittel zugelassen |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | ppt-Folien (30 %), Tafel und Kreide (65 %), Computerdemonstration (5%)<br>Manuskripte online |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# Modul: 15930 Prozess- und Anlagentechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041111015 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Clemens Merten |
| 9. Dozenten: | Clemens Merten |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Verfahrenstechnisches Grundwissen (Chemische Reaktionstechnik, Mechanische und Thermische Verfahrenstechnik) |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden<br><br>• können die Aufgaben des Bereiches "Prozess- und Anlagentechnik" in Unternehmen definieren, identifizieren und analysieren,<br>• verstehen und erkennen die Ablaufphasen undMethodenbei der Entwicklung und Planung verfahrenstechnischer Prozesse und Anlagen,<br>• verstehen die Grundlagen des Managements für die Abwicklung eines Anlagenprojektes und können diese anwenden,<br>• können die Hauptvorgänge (Machbarkeitsstudie, Ermittlung der Grundlagen, Vor-, Entwurfs- und Detailplanung) der Anlagenplanung anwenden,<br>• verstehen die grundlegenden Wirkungsweisen verfahrenstechnischer (mechanischer, thermischer und reaktionstechnischer) Prozessstufen oderApparate und können das Wissen anwenden, um Verfahren oderAnlagen in ihrer Komplexität zu analysieren, zu synthetisieren und zu bewerten,<br>• können Stoff-, Energie- und Informationsflüsse im technischen System Anlage grundlegend beschreiben, bestimmen, kombinieren und beurteilen,<br>• sind mit wichtigen Methoden der Anlagenplanung vertraut und können diese in Projekten zielführend anwenden,<br>• können verfahrenstechnische Planungsaufgaben definieren, analysieren, lösen und dokumentieren,<br>• können wichtige Entwicklungsmethoden in kooperativen Lernsituationen (in Gruppenarbeit) anwenden und ihre Entwicklungsergebnisse beurteilen, präsentieren und zusammenfügen,<br>• können die Life Cycle EngineeringSoftware COMOSfür die Lösung und Dokumentation einerkomplexen Planungsaufgabe anwenden. |
| 13. Inhalt: | **Systematische Übersicht zur Prozesstechnik:**<br>• Wirkprinzipien, Auslegung und anwendungsbezogene Auswahl von Prozessen, Apparaten und Maschinen<br>• Prozessanalyse und -synthese |

| | |
|---|---|
| | **Aufgaben und Ablauf der Anlagenplanung:**<br>• Aufgaben der Anlagentechnik,<br>• Ablaufphasen der Anlagenplanung,<br>• Projektmanagement, Methodik der Projektführung,<br>• Kommunikation und Technische Dokumentation in der Anlagenplanung (Verfahrensbeschreibung, Fließbilder),<br>• Auswahl und Einbindung von Prozessen und Ausrüstungen in eine Anlage,<br>• Auslegung von Pumpen- und Verdichteranlagen, Rohrleitungen und Armaturen,<br>• Räumliche Gestaltung: Bauweise, Lageplan, Aufstellungsplan, Rohrleitungsplanung,<br>• Aufgaben der Spezialprojektierung: Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Dämmung und Stahlbau, Termin-, Kapazitäts- und Kostenplanung.<br><br>**Behandlung von Planungsbeispielen ausgewählter Anlagen:**<br>• thematische Übungsaufgaben,<br>• komplexe Planungsaufgabe mit Anwendung der Life Cycle EngineeringSoftware COMOS |
| 14. Literatur: | • Merten, C.: Skript zur Vorlesung, Übungsunterlagen<br>• Nutzerhandbuch COMOS<br><br>Ergänzende Lehrbücher:<br>• Sattler, K., Kasper, W.: Verfahrenstechnische Anlagen. Planung, Bau und Betrieb. WILEY-VCH<br>• Hirschberg, H.-G.: Handbuch Verfahrenstechnik und Anlagenbau. Chemie, Technik und Wirtschaftlichkeit. Springer-Verlag<br>• Bernecker, G.: Planung und Bau verfahrenstechnischer Anlagen. Springer-Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 159301 Vorlesung Prozess- und Anlagentechnik<br>• 159302 Übung Prozess- und Anlagentechnik<br>• 159303 Exkursion Prozess- und Anlagentechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | • 15931 Prozess- und Anlagentechnik schriftlich (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>• 15932 Prozess- und Anlagentechnik mündlich (PL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | • Vorlesungsskript<br>• Übungsunterlagen<br>• kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien |
| 20. Angeboten von: | Apparate- und Anlagentechnik |

# Modul: 16000 Erneuerbare Energien

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210008 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/<br>Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Ludger Eltrop<br>Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse der Energiewirtschaft<br>Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die physikalisch-technischen Möglichkeiten der Energienutzung aus erneuerbaren Energieträgern. Sie wissen alle Formen der erneuerbaren Energien und die Technologien zu ihrer Nutzung. Die Teilnehmer/-innen können Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien analysieren und beurteilen. Dies umfasst die technischen, wirtschaftlichen und umweltrelevanten Aspekte. |
| 13. Inhalt: | • Die physikalischen und meteorologische Zusammenhänge der Sonnenenergie und ihre technischen Nutzungsmöglichkeiten<br>• Wasserangebot und Nutzungstechniken<br>• Windangebot (räumlich und zeitlich) und technische Nutzung<br>• Geothermie<br>• Speichertechnologien<br>• energetische Nutzung von Biomasse<br>• Potentiale, Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes erneuerbarer Energieträger in Deutschland.<br><br>Empfehlung (fakultativ): IER-Exkursion Energiewirtschaft / Energietechnik |
| 14. Literatur: | • Online-Manuskript<br>• Boyle, G.: Renewable Energy - Power for a sustainable future, Oxford University Press, ISBN 0-19-926178-4 |

| | |
|---|---|
| | • Kaltschmitt, M., Streicher, W., Wiese, A. (Hrsg. 2006): Erneuerbare Energien : Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Berlin: Springer-Verlag<br>• Hartmann, H. und Kaltschmitt, M. (Hrsg. 2002): Biomasse als erneuerbarer Energieträger - Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen Erneuerbaren Energien. FNR-Schriftenreihe Band 3, Landwirtschaftsverlag, Münster<br>• Kaltschmitt, M. und Hartmann, H. (Hrsg. 2009): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. Berlin: Springer-Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 160001 Vorlesung Grundlagen der Nutzung erneuerbarer Energien I<br>• 160002 Vorlesung Grundlagen der Nutzung erneuerbarer Energien II<br>• 160003 Seminar Erneuerbare Energien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:70 h<br>Selbststudium: 110 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 16001 Erneuerbare Energien (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>Zur erfolgreichen Absolvierung des Moduls gehört neben der bestandenen Modulprüfung ein Nachweis über 5 Teilnahmen am Seminar Erneuerbare Energien (Unterschriften auf Seminarschein). Das Seminar kann sowohl im SS als auch im WS besucht werden. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, begleitendes Manuskript<br>Primär Powerpoint-Präsentation |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410042 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Friedrich |
| 9. Dozenten: | Andreas Friedrich |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Abgeschlossenes Grundstudium und Grundkenntnisse Ingenieurwesen |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/-innen verstehen das Prinzip der elektrochemischen Energiewandlung und können austhermodynamischen Daten Zellspannungen und theoretische Wirkungsgrade ermitteln. Die Teilnehmer/-innen kennen die wichtigsten Werkstoffe und Materialien in der Brennstoffzellentechnik und können die Funktionsanforderungen benennen. Die Teilnehmer/innen beherrschen die mathematischen |

| | |
|---|---|
| | Zusammenhänge, um Verluste in Brennstoffzellen zu ermitteln und technische Wirkungsgrade zu bestimmen. Sie kennen die wichtigsten Untersuchungsmethoden für Brennstoffzellen und Brennstoffzellensystemen. Die Teilnehmer/-innen können die wichtigsten Anwendungsbereiche von Brennstoffzellensystemen und ihre Anforderungen benennen. Sie besitzen die Fähigkeit, typische Systemauslegungsaufgaben zu lösen. Die Teilnehmer/-innen verstehen die grundlegenden Veränderungen und Triebkräfte der relevanten Märkte, die zu der Entwicklung von Brennstoffzellen und der Einführung einer Wasserstoffinfrastruktur führen. |
| 13. Inhalt: | • **Einführung in die Energietechnik,** Entwicklung nachhaltiger Energietechnologien, Erscheinungsformen der Energie, Energieumwandlungsketten, Elektrochemische Energieerzeugung: - Systematik -<br>• **Thermodynamische Grundlagen** der elektrochemischen Energieumwandlung, Chemische Thermodynamik: Grundlagen und Zusammenhänge, Elektrochemische Potentiale und die freie Enthalpie DeltaG, Wirkungsgrad der elektrochemischen Stromerzeugung, Druckabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale / Zellspannungen,Temperaturabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale<br>• **Aufbau und Funktion von Brennstoffzellen,** Komponenten: Anforderungen und Eigenschaften, Elektrolyt: Eigenschaften verschiedener Elektrolyte, Elektrochemische Reaktionsschicht von Gasdiffusionselektroden, Gasdiffusionsschicht, Stromkollektor und Gasverteiler, Stacktechnologie<br>• **Technischer Wirkun gsgrad** , Strom-Spannungskennlinien von Brennstoffzellen, U(i)-Kennlinien, Transporthemmungen und Grenzströme, zweidimensionale Betrachtung der Transporthemmungen, Ohm`scher Bereich der Kennlinie, Elektrochemische Überspannungen: Reaktionskinetik und Katalyse, experimentelle Bestimmungeinzelner Verlustanteile<br><br>**Technik und Systeme (SS):**<br>• **Überblick:** Einsatzgebiete von Brennstoffzellensystemen, stationär, mobil, portabel<br>• **Brennstoffzellensysteme ,** Niedertemperaturbrennstoffzellen, Alkalische Brennstoffzellen, Phosphorsaure Brennstoffzellen, Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen, Direktmethanol-Brennstoffzellen, Hochtemperaturbrennstoffzellen, Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen, Oxidkeramische Brennstoffzellen<br>• **Einsatzbereiche von Brennstoffzellensystemen,** Verkehr: Automobilsystem, Auxiliary Power Unit (APU), Luftfahrt, stationäre Anwendung: Dezentrale Blockheizkraftwerke, Hausenergieversorgung, Portable Anwendung: Elektronik, Tragbare Stromversorgung, Netzunabhängige Stromversorgung<br>• **Brenngasbereitstellung und Systemtechnik** , Wasserstoffherstellung: Methoden, Reformierung, Systemtechnik und Wärmebilanzen,<br>• **Ganzheitliche Bilanzierung** , Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Perspektiven der Brennstoffzellentechnologien |
| 14. Literatur: | • Vorlesungszusammenfassungen,<br><br>empfohlene Literatur: |

| | |
|---|---|
| | • P. Kurzweil, Brennstoffzellentechnik, Vieweg Verlag Wiesbaden, ISBN 3-528-03965-5 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 160201 Vorlesung Grundlagen Brennstoffzellentechnik<br>• 160202 Vorlesung Brennstoffzellentechnik, Technik und Systeme |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 16021 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Kombination aus Multimediapräsentation, Tafelanschrieb und Übungen. |
| 20. Angeboten von: | Brennstoffzellentechnik |

# Modul: 17600 Numerische Strömungsmechanik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042000300 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Albert Ruprecht |
| 9. Dozenten: | Albert Ruprecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen, Höhere Mathematik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erlernen die Grundlagen der numerischen Berechnung von Strömungen sowie das Vorgehen bei der Lösung von Strömungsproblemen mittels CFD. Sie sollten in der Lage sein, problemspezifische Modelle und Algorithmen auszuwählen und zu bewerten. Sie erhalten die Voraussetzung zu einer richtigen Anwendung von kommerzieller Berechnungssoftware. |
| 13. Inhalt: | • Einführung in die numerische Strömungsmechanik,<br>• Navier-Stokes-Gleichungen,<br>• Turbulenzmodelle,<br>• Finite Differenzen, Finite Volumen, Finite Elemente,<br>• Lineare Gleichungslöser,<br>• Algorithmen zur Strömungsberechnungen,<br>• CFD-Anwendungen. |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript "Numerische Strömungsmechanik" |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 176001 Vorlesung Numerische Strömungsmechanik<br>• 176002 Übung Numerische Strömungsmechanik |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 17601 Numerische Strömungsmechanik (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Computerübungen |
| 20. Angeboten von: | Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen |

# Modul: 18160 Berechnung von Wärmeübertragern

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410030 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Wolfgang Heidemann |
| 9. Dozenten: | Wolfgang Heidemann |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |

| | |
|---|---|
| | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Wärme- und Stoffübertragung |
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br>Die Studierenden<br>• kennen die Grundgesetze derWärmeübertragung und der Strömungen<br>• sind in der Lage die Grundlagen inForm von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden<br>• kennen unterschiedliche Methodenzur Berechnung von Wärmeübertragern<br>• kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertragerbauformen |
| 13. Inhalt: | Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieursausbildung durch Vermittlung von Fachwissen für die Berechnung von Wärmeübertragern zu leisten.<br>Die Lehrveranstaltung<br>• zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis,<br>• vermittelt die Grundlagen zurBerechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode<br>• behandelt Sonderbauformen undSpezialprobleme(Wärmeverluste),<br>• vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und imMantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung,Kondensation, Verdampfung),<br>• führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände,Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren),<br>• behandelt die Bestimmung vonDruckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen<br>• vermittelt die Berechnung vonRegeneratoren |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript,<br>• empfohlene Literatur: VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern<br>• 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 18161 Berechnung von Wärmeübertragern (PL), Schriftlich, 70 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung: Beamerpräsentation<br>Übung: Overhead-Projektoranschrieb, Online-Demonstration von Berechnungssoftware |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 18330 Thermophysikalische Stoffeigenschaften

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410029 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Klaus Spindler |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik, Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer kennen die Methoden zur Berechnung der Stoffeigenschaften von reinen Stoffen und Gemischen in ihren Aggregatzuständen (fest, flüssig, gasförmig). Sie beherrschen das Theorem der korrespondierenden Zustände und die Methode der Strukturgruppenbeiträge. Sie können entsprechende Berechnungen für thermische Eigenschaften und Transporteigenschaften durchführen. Die Teilnehmer können die Temperatur- und Druckabhängigkeit der Stoffeigenschaften berechnen oder aus Moleküldaten abschätzen. Sie beherrschen die Verfahren nach dem geltenden Stand der Technik. Sie können damit Komponenten und Anlagen strömungs- und wärmetechnisch projektieren und auslegen.<br>Sie beherrschen die Grundlagen der genauen Bestimmung thermophysikalischer Stoffeigenschaften für Prozesse mit vollständiger stofflicher Ausnutzung durch hohe Anforderungen des Umweltschutzes. |
| 13. Inhalt: | • Thermische Eigenschaften<br>• Dampfdruck<br>• Theorem der übereinstimmenden Zustände<br>• Dichte von Gasen, überhitztem Dampf und Flüssigkeiten<br>• Dichte auf der Grenzkurve<br>• kritische Temperatur, kritischer Druck, kritisches Volumen<br>• Verdampfungsenthalpie<br>• spezifische Wärmekapazität<br>• ideale, reale Gase und Flüssigkeiten<br>• Temperatur- und Druckabhängigkeit<br>• Methode der Gruppenbeiträge<br>• Verfahren mit der Zusatzwärmekapazität<br>• in der Nähe der Grenzkurve<br>• im überkritischen Gebiet<br>• Differenz der spezifischen Wärmekapazität auf der Grenzkurve |

| | |
|---|---|
| | • Näherungsverfahren<br>• Transporteigenschaften<br>• Viskosität von Gasen und Flüssigkeiten<br>• Druck- und Temperaturabhängigkeit<br>• Theorem der übereinstimmenden Zustände<br>• Flüssigkeiten auf der Siedelinie<br>• Wärmeleitfähigkeit<br>• Gase bei niedrigem u. hohem Druck<br>• Temperatur- und Druckabhängigkeit<br>• Flüssigkeiten<br>• Gemische<br>• Diffusionskoeffizient<br>• Gasgemische bei niedrigem und hohem Druck<br>• Flüssigkeiten<br>• Oberflächenspannung<br>• Thermophysikalische Eigenschaften von Festkörpern, Metalle und Legierungen, Kunststoffe, Wärmedämmstoffe, feuerfeste Materialien, Baustoffe, Erdreich, Holz, Schüttstoffe |
| 14. Literatur: | • B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'Connell: The Properties of Gases and Liquids. 5th edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 2000<br>• D. Lüdecke, C. Lüdecke: Thermodynamik - Physikalisch-chemische Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik<br>• Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2000<br>• VDI-Wärmeatlas: Berechnungsblätter für den Wärmeübergang. 10. Aufl. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006<br>• Manuskript und Arbeitsblätter |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 183302 Übung Thermophysikalische Stoffeigenschaften<br>• 183301 Vorlesung Thermophysikalische Stoffeigenschaften |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt:180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 18331 Thermophysikalische Stoffeigenschaften (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Powerpoint, Overhead, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 19200 Thermo and Fluid Dynamics

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041600203 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 6 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | Eckart Laurien<br>Ulrich Eiden |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Knowledge in mechanical, chemical, or civil enginering |
| 12. Lernziele: | The students are able to identify the physical mechanism of diffusion, convection and heat conduction within flows of fluid mixtures and establish a mathematical formulation for their description. They are able to select mathematical and numerical procedures for their solution, estimate the uncertainties, and perform numerical simulations using state-of-the-art simulation tools. The students are familiar with the fundamental thermodynamic laws and processes and are able to formulate single and multicomponent phase equilibria. Therefore they are able to investigate, understand, optimize, and evaluate the elements of complex technical processes of water and/or air treatment. |
| 13. Inhalt: | I Thermodynamics of Fluid Mixtures (Dr. U. Eiden)<br>-- first and second law of thermodynamics<br>-- reversible and irreversible systems<br>-- essential thermodynamic process<br>-- single component phase equilibria<br>-- description of homogeneous and heterogeneous mixtures<br>II Adsorption (Dr. U. Eiden):<br>-- technical adsorbents<br>-- fundamentals of adsorption equilibrium<br>-- desorption methods<br>-- industrial application<br>-- design criteria<br>-- short-cut methods<br>III Flow with Heat Transfer (Prof. E. Laurien):<br>-- convection and conduction, heat transfer coefficient<br>-- dimension analysis, non-dimensional parameters<br>-- conservation equations and boundary conditions<br>-- fully developed laminar channel and pipe flows, dissipation<br>-- boundary-layer theory, thermal boundary layers<br>-- turbulent pipe flow with heat transfer<br>IV Computational Fluid Dynamics (Prof. E. Laurien):<br>-- multidimensional conservation equations for turbulent flows<br>-- computational examples using Ansys-CFX |

| | |
|---|---|
| | -- numerical integration using the Finite-Volume Method<br>-- accuracy and error estimation<br>-- k-epsilon turbulence model |
| 14. Literatur: | Lecture Material available in ILIAS |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 192001 Lecture Thermodynamics of Fluid Mixtures<br>• 192002 Lecture Flow with Heat Transfer<br>• 192003 Lecture Computational Fluid Dynamics<br>• 192004 Lecture Adsorption |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | I Thermodynamics of Fluid Mixtures, lecture: 1.5SWS = 21hours, exercises: 0.5SWS = 7hours<br>II Adsorption, lecture: 0.5SWS = 7hours<br>III Flow with Heat Transfer, lecture: 1.0SWS = 14hours, exercise: 0.5SWS = 7hours<br>IV Computational Fluid Dynamics, lecture: 1.0SWS = 14hours, exercise: 0.5SWS = 7hours<br>exam: 2hours<br>sum of attendance: 79 hours<br>self-study: 101hours<br>**total: 180 hours** |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 19201 Thermo and Fluid Dynamics (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>Thermodynamics of Fluid Mixtures + Adsorption: weighted 0.5<br>Flow with Heat Transfer + Computational Fluid Dynamics: weighted 0.5 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | black board and projector |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# Modul: 21930 Photovoltaik II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050513020 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Jürgen Heinz Werner |
| 9. Dozenten: | Jürgen Heinz Werner<br>Markus Schubert |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Photovoltaik I |
| 12. Lernziele: | Kenntnisse über den Aufbau, die Leistungsfähigkeit, Charakterisierung und Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen |
| 13. Inhalt: | 1) Solarstrahlung<br>2) Solarzellen: Alternativen zu konventionellem, kristallinen Silizium<br>3) Markt und Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen<br>4) Module: Temperatur, Verschaltung, Schutzdioden<br>5) Standort und Verschattung<br>6) Komponenten von Photovoltaikanlagen<br>7) Planung und Dimensionierung<br>8) Simulationen<br>9) Installation und Inbetriebnahme<br>10) Betrieb, Wartung, Monitoring<br>11) Photovoltaische Messtechnik |
| 14. Literatur: | - K. Mertens, Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis, 2. Auflage (Hanser, Berlin, 2013)<br>- DGS-Leitfaden, Photovoltaische Anlagen (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Berlin, 2012) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 219301 Vorlesung Photovoltaik II<br>• 219302 Übung Photovoltaik II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 21931 Photovoltaik II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Powerpoint, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Physikalische Elektronik |

# Modul: 28550 Regelung von Kraftwerken und Netzen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500042 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Hendrik Lens |
| 9. Dozenten: | Hendrik Lens |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Keine zwingenden Voraussetzungen.<br>Grundlagen der Systemdynamik und/oder der Regelungstechnik sind von Vorteil. |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Absolventen des Moduls kennen und verstehen die Zusammenhänge der Dynamik des Stromversorgungssystems in Bezug auf das Netz, die Erzeugung und die Verbraucher.<br>Sie kennen und verstehen die Regelungsaufgaben im Bereich der Stromerzeugung. Sie sind mit dem aktuellen Stand der Technik in Bezug auf die Standard-Regelaufgaben in der Stromerzeugung vertraut und können bestehende Regelungen und ihre Auswirkungen auf das Verbundsystem bewerten. |
| 13. Inhalt: | • Einführung<br>• Aufbau von elektrischen Energieversorgungssystemen<br>• Kontinentaleuropäisches Verbundsystem<br>• Kurzeinführung in dynamische Übertragungsglieder und Regelungen<br>• Leistungs-Frequenzregelung<br>• Spannungs-Blindleistungsregelung<br>• Lastflussrechnung<br>• Dynamik und Regelung von<br><br>• thermischen Kraftwerken<br>• Kernkraftwerken<br>• Wasserkraftwerken<br>• Windenergieanlagen<br>• solarthermischen Kraftwerken<br>• Verbrauchern<br>• Netzbetriebsmitteln<br><br>• Dezentrale Anlagen<br>• Speicherung von elektrischer Energie<br><br>Es werden im Rahmen der Vorlesungen drei Übungen angeboten, davon findet eine Übung am Rechner statt. |
| 14. Literatur: | Zur weiteren Vertiefung:<br>• VDI/VDE-Richtlinienreihe 35xx,<br>• Nationale und internationale Netzcodes (TransmissionCode, DistributionCode, UCTE Operation Handbook)<br>• Schwab, A. J.: Elektroenergiesysteme. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012<br>• Crastan, V.: Elektrische Energieversorgung (1-3). Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012<br>• Klefenz, G.: Die Regelung von Dampfkraftwerken. 4. Auflage, BI Wissenschaftsverlag, Mannheim 1991<br>• Kundur, Prabha S; Balu, Neal J: Power system stability and control. New York, NY: McGraw-Hill, 1994 (The EPRI power system engineering series) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 285501 Vorlesung Regelung von Kraftwerken und Netzen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 60 Stunden<br>Selbststudium: 120 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 28551 Regelung von Kraftwerken und Netzen (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Präsentation, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 29140 Smart Grids

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310030 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Krzysztof Rudion |
| 9. Dozenten: | Krzysztof Rudion |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Elektrische Energienetze I |
| 12. Lernziele: | Studierende kennen die Charakteristika und das Regelverhalten dezentraler Erzeuger, Speicher und Lasten. Sie kennen verschiedene Möglichkeiten, die Komponenten eines Smart Grids durch moderne Informations- und Kommunikationstechnik zu verknüpfen. Sie kennen Rahmenbedingungen für die Netzintegration von erneuerbaren Energien. Sie kennen Auslegungs- und Betriebsverfahren für aktive Verteilnetze. |
| 13. Inhalt: | • Regelmöglichkeiten dezentraler Erzeuger, Speicher, Elektrofahrzeuge und Lasten<br>• Aggregation, Virtuelle Kraftwerke, Mikronetze<br>• Smart Metering, Informations- und Kommunikationstechnik<br>• Netzanschlussbedingungen und Systemdienstleistungen (z.B. Spannungs- und Frequenzhaltung)<br>• Verteilnetzplanung<br>• Netzmodellierung<br>• Netzberechnung<br>• Verteilnetzbetrieb |

| | |
|---|---|
| 14. Literatur: | • V. Quaschning, Regenerative Energiesysteme, 5. Aufl., Hanser Verlag<br>• VDE-Studie: Smart Distribution 2020, ETG, 2008<br>• VDE-Studie: Smart Energy 2020, ETG, 2010<br>• M. Sanchez: Smart Electricity Networks, Renewable Energies and Energy Efficiency, Vol. 3, 2007.<br>• ILIAS, Online-Material<br>• dena Studie Systemdienstleistungen 2030<br>• Buchholz, B. M. , Styczynski, Z.: Smart Grids - Grundlagen und Technologien der elektrischen Netze der Zukunft |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 291401 Vorlesung Smart Grids<br>• 291402 Übung Smart Grids |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 29141 Smart Grids (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafel, Beamer, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Netzintegration erneuerbarer Energien |

# 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. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | 060320011 Windenergie 1<br>- 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<br>• Extreme wind distribution<br>• Wake models for loads and park efficiency<br>• Site specific load assessment<br>• Environmental impact (noise, shadow)<br>• Onshore: foundation and logistics<br>• Grid connection and integration<br>• Reliability of wind turbines<br>• Load monitoring of wind turbine components<br>• Offshore wind energy |
| 14. Literatur: | • PowerPoint slides available in ILIAS |

| | |
|---|---|
| | • classroom exercise material available in ILIAS<br>• text book: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner<br>• http://www.wind-energie.de/infocenter/technik |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 291501 Vorlesung Windenergie II<br>• 291502 Übung Windenergie II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Time of lecture attendance: 28 hours<br>Self-study time for lectures: 62 hours<br>Time of classroom exercise attendance : 16 hours<br>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: 29190 Planungsmethoden in der Energiewirtschaft

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210014 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Ulrich Fahl<br>Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden können für Problemstellungen in der Energiewirtschaft geeignete Lösungsmethoden identifizieren.<br>Sie sind in der Lage, aus verschiedenen Energiemodellen und mathematischen Verfahren zur Systemanalyse die geeigneten auszuwählen und diese auf einfache Beispiele anzuwenden.<br>Die Studierenden entwickeln die Fähigkeit die wechselseitigen Abhängigkeiten von Risiken und Nutzen im komplexen System der Energieversorgung abzuwägen. |
| 13. Inhalt: | |
| 14. Literatur: | Online-Manuskript,<br>Schiffer, Hans-Wilhelm: Energiemarkt Deutschland, Praxiswissen Energie und Umwelt, TÜV Media, 11. überarbeitete Auflage 2010 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 291901 Vorlesung mit Übung Systemtechnische Planungsmethoden in der Energiewirtschaft<br>• 291902 Workshop Derzeitige und zukünftige Energieversorgung und Umweltbelastung in Deutschland |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:70 h<br>Selbststudium110 h<br>Gesamt: 180 |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 29191 Planungsmethoden in der Energiewirtschaft (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1<br>Zur erfolgreichen Absolvierung des Moduls gehört neben der bestandenen Modulprüfung ein Nachweis über 5 Teilnahmen am Seminar Energiemodelle (Unterschriften auf Seminarschein). Das Seminar kann sowohl im Sommersemester als auch im Wintersemester besucht werden. |
| 18. Grundlage für ... : | |

| | |
|---|---|
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, begleitendes Manuskript, PC - Übungen |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 30390 Festigkeitslehre I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Weihe |
| 9. Dozenten: | Stefan Weihe |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Einführung in die Festigkeitslehre<br>• Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Spannungs- und Verformungszustandes von isotropen<br>Werkstoffen. Sie sind in der Lage einen beliebigen mehrachsigen Spannungszustand mit Hilfe von<br>Festigkeitshypothesen in Abhängigkeit vom Werkstoff und der Beanspruchungssituation zu bewerten. Sie<br>können Festigkeitsnachweise für praxisrelevante Belastungen (statisch, schwingend, thermisch) durchführen.<br>Die Grundlagen der Berechnung von Faserverbundwerkstoffen sind ihnen bekannt. Die Teilnehmer<br>des Kurses sind in der Lage komplexe Bauteile auszulegen und sicherheitstechnisch zu bewerten. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | Spannungs- und Formänderungszustand<br>Festigkeitshypothesen bei statischer und schwingender Beanspruchung<br>Werkstoffverhalten bei unterschiedlichen Beanspruchungsarten<br>Sicherheitsnachweise<br>Festigkeitsberechnung bei statischer Beanspruchung<br>Festigkeitsberechnung bei schwingender Beanspruchung<br>Berechnung von Druckbehältern<br>Festigkeitsberechnung bei thermischer Beanspruchung<br>Bruchmechanik<br>Festigkeitsberechnung bei von Faserverbundwerkstoffen |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>- Ergänzende Folien (online verfügbar)<br>- Issler, Ruoß, Häfele: Festigkeitslehre Grundlagen, Springer-Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 303901 Vorlesung Festigkeitslehre I<br>• 303902 Übung Festigkeitslehre I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30391 Festigkeitslehre I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 30400 Methoden der Werkstoffsimulation

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Siegfried Schmauder |
| 9. Dozenten: | Siegfried Schmauder |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Werkstoffkunde I + II, Höhere Mathematik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Elastizitätstheorie vertraut. Sie sind in der Lage, mit analytischen Verfahren den Spannungszustand in einfachen Bauteilen zu berechnen.<br>Sie haben sich Grundkenntnisse über die Funktion und den Anwendungsbereich der wichtigsten numerischen Simulationsmethoden auf der Mikro- und Makroebene angeeignet.<br>Die Teilnehmer des Kurses haben einen Überblick über die wichtigsten Simulationsmethoden in der Materialkunde und sind in der Lage problemspezifisch geeignete Verfahren auszuwählen. |
| 13. Inhalt: | Elastizitätstheorie<br>Spannungsfunktionen<br>Energiemethoden<br>Differenzenverfahren<br>Finite-Elemente-Methode<br>Grundlagen des elastisch-plastischen Werkstoffverhaltens<br>Traglastverfahren<br>Gleitlinientheorie<br>Seminar Multiskalige Materialmodellierung inkl. Einführung in und praktische Übungen mit dem System ABAQUS/CAE |
| 14. Literatur: | Manuskript zur Vorlesung und ergänzende Folien im Internet |

| | |
|---|---|
| | Schmauder, S., L. Mishnaevsky: Micromechanics and Nanosimulation of Metals and Composites, Springer Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304001 Vorlesung Methoden der Werkstoffsimulation<br>• 304002 Übung Methoden der Werkstoffsimulation |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30401 Methoden der Werkstoffsimulation (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Festigkeitslehre und Werkstofftechnik |

# Modul: 30410 Simulation mit Höchstleistungsrechnern

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500006 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Michael Resch |
| 9. Dozenten: | Bastian Koller |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Informatik und Mathematik |
| 12. Lernziele: | Die Studenten verstehen<br>die Funktionsweise eines Supercomputers<br>die Programmierung eines Supercomputers<br>die Architektur eines Supercomputers<br>den Einsatz von Supercomputern im Maschinenbau |
| 13. Inhalt: | Supercomputer-Konzepte<br>Supercomputer-Architekturen<br>Supercomputer-Programmierung<br>Supercomputer-Einsatz |
| 14. Literatur: | Neu zu erstellendes Skriptum zur Vorlesung |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304101 Vorlesung Simulation mit Höchstleistungsrechnern |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe. 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30411 Simulation mit Höchstleistungsrechnern (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentation, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# Modul: 30420 Solarthermie

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042400023 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Harald Drück |
| 9. Dozenten: | Harald Drück |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Mathematik und Thermodynamik |
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br>Die Studierenden<br>• können die auf unterschiedlich orientierte Flächen auf der Erdoberfläche auftreffende Solarstrahlung berechnen<br>• kennen Methoden zur aktiven und passiven thermischen Solarenergienutzung im Niedertemperaturbereich<br>• kennen Solaranlagen und deren Komponenten zur Trinkwassererwärmung, Raumheizung und solaren Kühlung<br>• kennen unterschiedliche Technologien zur Speicherung von Solarwärme.<br>• kennen die Technologien konzentrierender Solartechnik zur Erzeugung von Strom und Hochtemperaturwärme |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | Es wird Fachwissen zum Aufbau und Funktion der Sonne sowie zur Solarstrahlung vermittelt. Wärmeübertragungsvorgänge an Sonnenkollektoren, Bauformen von Sonnenkollektoren, Wärmespeicher (Technologien, Bauformen, Beurteilung) werden ausführlich hinsichtlich Grundlagen und Anwendung behandelt. Der Einsatz sowie der Aufbau von Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung, zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung, zur Erwärmung von Freibädern und zur solaren Kühlung wird ausführlich diskutiert. Zusätzlich zur aktiven Solarenergienutzung sind die Grundlagen passiver Solarenergienutzung Gegenstand der Lehrveranstaltung.<br>Im Hinblick auf die Erzeugung von Strom mittels solarthermischen Prozessen werden die aktuellen Technologien wie Parabolrinnen- und Solarturmkraftwerke erläutert und über aktuelle Kraftwerksprojekte berichtet. |
| 14. Literatur: | • J.A. Duffie, W.A. Beckman: Solar Engineering ofThermal Processes, Wiley-Interscience, ISBN 0-471-51056<br>• Volker Quaschning: Regenerative Energiesysteme,Hanser Verlag. ISBN 978-3-446-40973-6<br>• Norbert Fisch / Bruno Möws / Jürgen Zieger:Solarstadt Konzepte, Technologien, Projekte,W. Kolhammer, 2001 ISBN 3-17-015418-4<br>• Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafel Anschrieb und Aufgabenblättern |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304202 Übung mit Workshop Solarthermie<br>• 304201 Vorlesung Solarthermie |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 48 Stunden<br>Selbststudium: 132 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30421 Solarthermie (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung als Powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Erläuterung und Anwendung des Vorlesungsstoffes ergänzend Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 30450 Renewable Energy for Rural Areas

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

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Ulrich Vogt |
| 9. Dozenten: | |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Siehe Homepage Universität Hohenheim. Modul Nr.: 4402-470 Renewable Energy for Rural Areas<br><br>Dozent und verantworticher Professor:<br>Prof. Dr. Joachim Müller<br>Institut für Agrartechnik<br>Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart<br>E-mail: agrartechnik@uni-hohenheim.de |
| 13. Inhalt: | Siehe Uni Hohenheim |
| 14. Literatur: | Siehe Uni Hohenheim |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304501 Renewable Energy for Rual Areas LV Uni Hohenheim |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Siehe Uni Hohenheim |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30451 Renewable Energy for Rural Areas (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Siehe Uni Hohenheim |
| 20. Angeboten von: | Energietechnik (Hohenheim) |

# Modul: 32050 Werkstoffeigenschaften

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810012 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Michael Seidenfuß |
| 9. Dozenten: | Andreas Klenk |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden haben Grundkenntnisse über die belastungsabhängigen Schädigungsmechanismen und Versagensarten von metallischen Werkstoffen in Verbindung mit deren Verarbeitung und betrieblichen Einsatz. Sie haben vertiefte Kenntnisse über die im Kraftwerksbau verwendeten Werkstoffe, deren Eigenschaften und deren Charakterisierung. Sie sind vertraut mit den wichtigsten Gesetzen zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens im Hochtemperaturbereich und den damit verbundenen Regelwerken. Die Teilnehmer des Kurses können für thermisch belastete Bauteile die spezifische Belastungermitteln, geeignete Werkstoffe dafür auswählen und deren Sicherheit mit unterschiedlichen Methodikenbeurteilen. |
| 13. Inhalt: | Beanspruchungs- und Versagensarten<br>Werkstoffprüfung (Kriechen u. Ermüdung)<br>Regelwerke und Richtlinien<br>Beanspruchungsabhängige Schädigungsmechanismen<br>Werkstoffe des Kraftwerkbaus<br>Stoffgesetze und Werkstoffmodelle<br>Beanspruchungen von warmgehenden Bauteilen<br>Zustands- und Schädigungsanalyse von Hochtemperaturbauteilen |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>-Ergänzende Folien (online verfügbar) |

| | |
|---|---|
| | - Maile, K.: Fortgeschrittene Verfahren zur Beschreibung des Verformungs- und Schädigungsverhaltens<br>von Hochtemperaturbauteilen im Kraftwerksbau, Shaker Verlag<br>-Roos, E., Maile, K.: Werkstoffkunde für Ingenieure, 4. Auflage, Springer Verlag, 2011 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 320501 Vorlesung Werkstoffeigenschaften<br>• 320502 Übung Werkstoffeigenschaften |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32051 Werkstoffeigenschaften (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 34540 Ökobilanz und Nachhaltigkeit

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 020800036 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Hon.-Prof. Dr.-Ing. Schew-Ram Mehra |
| 9. Dozenten: | Roberta Graf<br>Nathanael Ko<br>Jan Paul Lindner<br>Stefan Albrecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | keine |
| 12. Lernziele: | **Ganzheitliche Bilanzierung**<br><br>Studierende<br><br>• kennen den Lebenszyklusgedanken als Grundlage der Ökobilanz<br>• können die Methode der Ökobilanz und der Ganzheitlichen Bilanzierung umsetzen und darstellen.<br>• kennen die Einsatzbereiche der Ökobilanz und können deren Stärken und Schwächen einordnen. Sie kennen den Nutzen von LCA und LCE Studien.<br>• können umweltliche Auswirkungen der Material- undProzessauswahl in der Produktentwicklung einschätzen, einordnen und diese in die Entscheidungs-findung einzubeziehen.<br>• haben Kenntnisse im Umgang mit dem Softwaresystem GaBi zur Erstellung von Lebenszyklusbilanzen<br><br>**Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften**<br><br>Studierende<br><br>• kennen die Komponenten der Nachhaltigkeit<br>• können nachhaltige Konzepte entwickeln und bewerten<br>• kennen unterschiedliche Zertifizierungssysteme und Standards. |
| 13. Inhalt: | Lehrveranstaltungen Ganzheitliche Bilanzierung:<br>• Einführung in die Lebenszyklusanalyse und Übersicht anhand definierter Problemstellung Definition von Nachhaltigkeit und Einordnung der Ökobilanz in den Kontext der Nachhaltigkeit<br>• Einführung in die Methode der Ökobilanz nach DIN ISO 14040:2006 und 14044:2006<br>• Problematik vereinfachter Modelle der Ökobilanz Anwendung und |

| | |
|---|---|
| | • Anwendbarkeit der Methode der Ökobilanz und der Ganzheitlichen Bilanzierung<br>• Technische, ökologische und ökonomische Parameter innerhalb der Ganzheitlichen Bilanzierung<br>• Einführung in die erweiterte Anwendung / neue Themenfelder der Ökobilanz, wie z.B. Sozial, Biodiversität<br>• Einblick in die Konzepte zum Design for Environment<br>• Einblick in aktuelle Studien zur Vertiefung des theoretischen Verständnisses und der Anwendungsfelder der Ökobilanzen<br>• Umsetzung der Methode mit Hilfe des Softwaresystems GaBi Anwendung zur Identifizierung und Bewertung von Schwachstellen und des Verbesserungspotentials im gesamten Lebenszyklus<br><br>Inhalt Lehrveranstaltung Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften:<br>• Definition und Grundbegriffe der Nachhaltigkeit<br>• existierende Zertifizierungssysteme und Standards<br>• Methodische Prinzipien der Zertifizierung Einzelaspekte der Nachhaltigkeit |
| 14. Literatur: | Einführung/Anwendung Ganzheitliche Bilanzierung:<br>• DIN ISO 14040: Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (2006).<br>• DIN ISO 14044: Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen (20016).<br>• Eyerer P. (Hrsg.): Ganzheitliche Bilanzierung - Werkzeug zum Planen und Wirtschaften in Kreisläufen. Springer Verlag, Heidelberg (1996).<br>• DIN EN ISO 14001 Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.(2004)<br>• Verordnung (EG) Nr. 761/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates (EG-Umweltauditverordnung (EMAS)) (2001). |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 345402 Vorlesung Anwendung der GanzheitlichenBilanzierung<br>• 345403 Übung zur GanzheitlichenBilanzierung<br>• 345401 Vorlesung Einführung in die Ganzheitliche Bilanzierung<br>• 345404 Vorlesung Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: ca. 56 h<br>Selbststudium: ca. 124 h<br>Einführung in die Ganzheitliche Bilanzierung<br>14 h Präsenzzeit<br>31 h Selbststudium<br>Anwendung der Ganzheitlichen Bilanzierung,<br>14 h Präsenzzeit<br>31 h Selbststudium<br>Übung zur Ganzheitlichen Bilanzierung<br>14 h Präsenzzeit<br>31 h Selbststudium<br>Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften<br>14 h Präsenzzeit<br>31 h Selbststudium |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | • 34541 Ökobilanz und Nachhaltigkeit PL (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1<br>• 34542 Ökobilanz und Nachhaltigkeit USL (USL), Sonstige, Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Powerpointpräsentation und Folien |
| 20. Angeboten von: | Akustik |

# Modul: 34930 Gebäudetechnik - Simulation und innovative Konzepte

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Michael Bauer<br>Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | keine |
| 12. Lernziele: | Im Modul Gebäudetechnik - Simulation und innovative Konzepte haben die Studenten im Teil 1 die Simulationsansätze der Gebäude- und Anlagensimulation - sowohl gekoppelt als auch entkoppelt - sowie die Simulation von Gebäudedurchströmung und von Raumströmung kennen gelernt und die dazu notwendigen Kenntnisse der Modellierungsmethoden erworben. Im Teil 2 haben die Studenten die Lösung gebäudetechnischer Aufgaben speziell im Hinblick auf Sonder- und Spezialräume bzw. -gebäude kennen gelernt. Auf dieser Basis können sie Sonderlösungen konzipieren, beschreiben und grundlegend auslegen.<br><br>Erworbene Kompetenzen:<br>Die Studenten<br>sind mit den Simulationsmethoden vertraut,<br>können grundlegende Fragen zum Gebäude- und Anlagenverhalten sowie zur Gebäude- und Raumdurchströmung per Simulation lösen.<br>sind mit Lösungen für Spezial- und Sonderfälle vertraut<br>können methodisch Lösungen für solche Fälle entwickeln und auslegen |
| 13. Inhalt: | Simulationsmodelle<br>notwendige Eingabedaten<br>Anwendungsfälle<br>thermisch-energetische Simulation von Gebäuden und Anlagen<br>Strömungssimulation<br>Sonderräume in der Heiz- und Raumlufttechnik<br>spezielle technische Lösungen in der Anlagentechnik<br>alternative und regenerative Energien<br>energieeinsparendes Bauen |
| 14. Literatur: | Michael Bauer, Peter Mösle, Michael Schwarz Green Building - Konzepte für nachhaltige Architektur, EAN: 9783766717030, ISBN: 3766717030, Callwey Georg D.W. GmbH, Mai 2007<br>Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimatechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994<br>Rietschel, H., Raumklimatechnik Band 3: Raumheiz-technik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004 |

| | |
|---|---|
| | Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1981<br>Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998<br>Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 349301 Vorlesung Simulation in der Gebäudeenergetik<br>• 349302 Vorlesung Sonderprobleme der Gebäudeenergetik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 34931 Gebäudetechnik - Simulation und innovative Konzepte (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# Modul: 35980 Computational Materials Modeling (CMM)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810021 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Siegfried Schmauder |
| 9. Dozenten: | Siegfried Schmauder |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Introduction to Strength of Materials and Materials Science |
| 12. Lernziele: | The students are familiar with the basic concepts of different multiscale simulation methods.<br>They have the theoretical background to perform simulations on atomistic, microscopic and macroscopic levels. They know the difference between simultaneous and sequential procedures and understand the potential of multiscale simulations in engineering.<br>Based on the acquired skills, the students are able to apply continuum mechanical simulations with the Abaqus program to problems in the fields of mechanical engineering. |
| 13. Inhalt: | Introduction to multiscale simulation (Models and methods on different length and time scales)<br>Historical development of multiscale materials modeling<br>Basis of<br>- Monte-Carlo Method (MC)<br>- Molecular Dynamics (MD)<br>- Phase Field Method (PFM)<br>- Dislocations Dynamics (DD)<br>- Damage Mechanics<br>- Coupled Methods<br>Introduction to the program system Abaqus<br>- Abaqus CAE<br>- Abaqus Standard<br>Practical exercises with Abaqus CAE at PC<br>Special lectures concerning materials modeling |
| 14. Literatur: | Manuscript (in English) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 359801 Vorlesung Computational Materials Science<br>• 359802 Übung Block seminar Multiscale Materials Modeling<br>• 359803 Kolloqium Materials Modelling |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Time of attendance: 48 h |

| | |
|---|---|
| | Private study: 132 h<br>In total: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 35981 Computational Materials Modeling (CMM) (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Festigkeitslehre und Werkstofftechnik |

# Modul: 36500 Ressourcenmanagement

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 021220016 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Gerold Hafner |
| 9. Dozenten: | Gerold Hafner<br>Claudia Maurer |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | B.Sc. Modul: Abfallwirtschaft und Biologische Abluftreinigung |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden haben die Kenntnisse, Siedlungsabfälle als Sekundärrohstoffquelle im Sinne der nachhaltigen Ressourcenschonung zu nutzen. Sie kennen die wichtigen Abfallströme, die unter Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit und Ökonomie dem Recycling zugeführt werden können.<br>Sie haben umfassende Kenntnisse zu Aufbereitungs- und Verwertungstechnologien. Sie sind in der Lage die möglichen Ressourcenpotentiale in der Abfallwirtschaft zu ermitteln.<br>Die Studierenden haben die Kompetenz, Material-, Stoff- und Energieströme unter ökologischen und ökonomischen Aspekten zu analysieren und zu bilanzieren. Sie überblicken die wesentlichen Bilanzierungsmethoden und die damit verbundenen Bewertungskategorien, sowie deren spezifische Einsatzmöglichkeiten und Grenzen. |
| 13. Inhalt: | Abfallwirtschaftliche Systeme und Teilsysteme. Methodik der Material- und Stoffstromanalyse. Einsatzfelder in der Abfallwirtschaft. Bilanzierungsrahmen und ganzheitliche Bilanzierung. Ermittlung, Analyse und Bewertung von Material- und Stoffströmen sowie klimarelevanten Emissionen und Energieströmen.<br>Recycling von Sekundärrohstoffen aus Haushalten und Gewerbe. Verwertungsverfahren u.a. für Altpapier, Altglas, Altmetall, Altkunststoffe und Textilien. Aufbereitung und Einsatz von mineralischen Abfällen. Möglichkeiten und Grenzen der Verwertung von Sekundärrohstoffen. Substitutionspotentiale durch Sekundärrohstoffe.<br>Vewertung organischer Materialien, Erzeugung und Nutzung von Biogas, Gärrest und Kompost, Materialstromtrennung und Erzeugung von Sekundärbrennstoffen unter Ressourcenaspekten<br>Bewirtschaftung relevanter Ressourcen im Rahmen der Abfallwirtschaft, Ressourcen- und Klimaschutz durch Substitution und Einsparung von Primärressourcen. |
| 14. Literatur: | Vorlesungsmanuskripte, Literaturlisten in den Skripten und auf ILIAS |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 365001 Vorlesung Stroffstromanalyse und Bilanzierung<br>• 365002 Übung Stroffstromanalyse und Bilanzierung |

| | |
|---|---|
| | • 365003 Vorlesung Recycling<br>• 365004 Vorlesung Ressourcenwirtschaft unter Energie und Klimaaspekten<br>• 365005 Übung Ressourcenwirtschaft unter Energie und Klimaaspekten |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | **Stroffstromanalyse und Bilanzierung, Vorlesung + Übung (2 SWh)**<br><br>Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium / Nacharbeit: 44 h<br>**Ressourcenwirtschaft unter Energie und Klimaaspekten, Vorlesung + Übung (2 SWh)**<br><br>Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium / Nacharbeit: 44 h<br>**Recycling, Vorlesung (1 SWh)**<br><br>Präsenzzeit: 14 h, Selbststudium / Nacharbeit: 22 h<br>**Gesamt:**<br>Präsenzzeit: 70 h, Selbststudium / Nacharbeit: 110h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36501 Ressourcenmanagement (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafel, Beamer, praktische Übung |
| 20. Angeboten von: | Siedlungswasserbau und Wassergütewirtschaft |

# Modul: 46710 Umweltsoziologie und Technikfolgenabschätzung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 100200507 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Cordula Kropp |
| 9. Dozenten: | Cordula Kropp<br>Jürgen Hampel<br>Michael Zwick |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | keine |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden können auf Basis der wichtigsten Konzepte der Umwelt- und Techniksoziologie, der science-technology-studies, der Risiko- und Infrastrukturforschung eigene Fragen und Forschungsansätze formulieren und fremde Untersuchungen beurteilen. Sie sind mit aktuellen theoretischen Debatten und Forschungsfeldern vertraut.<br>Die Studierenden sind in der Lage, das interdependente Verhältnis von Gesellschaft, Technik und Natur konzeptionell und themenspezifisch zu beschreiben und verfügen über Kenntnisse unterschiedlicher Konzepte und Herangehensweisen für die gesellschaftliche Gestaltung der Wechselwirkungen, bspw. aus der Technikfolgenabschätzung, der Risiko-Governance oder der experimentellen Entwicklung soziotechnischer Konstellationen (Reallabore etc.).<br>Sie kennen Forschungsbefunde zu Umwelteinstellungen, Technikakzeptanz und typischen Konflikten um gesellschaftliche Natur- und Technikverhältnisse. Sie verstehen die Bedingungen für umweltgerechtes Verhalten und können die Kluft zwischen Umweltbewusstsein und umweltschonendem Handeln erklären<br>Sie kennen zentrale Untersuchungsgebiete und Herangehensweisen der Forschung für nachhaltige Entwicklung und können diese mit modernen politischen Maßnahmen und Governance-Verfahren verknüpfen, die zu einer Verbesserung des umweltbezogenen Handelns und Entscheidens und der Akzeptabilität nachhaltigkeitsbezogener politischer Maßnahmen führen.<br>Sie kennen die Unterschiede zwischen der klassischen, konstruktiven und partizipativen Technikfolgenabschätzung und sind mit neueren Ansätzen der Diskussion und Bewertung sozio-technischer Zukünfte vertraut. |
| 13. Inhalt: | Das Modul befasst sich mit den zentralen Themen der Technik- und Umweltsoziologie. Diese reichen von der sozialwissenschaftlichen Innovationsforschung, der Risikoforschung über die science-technology-studies, die sozialwissenschaftliche Nachhaltigkeitsforschung und die Analyse der Ursachen und Verlaufsformen von Technikkonflikten |

| | |
|---|---|
| | bis hin zur Frage der Governance von sozio-technischen Innovationsprozessen und Infrastruktursystemen.<br>In der Vorlesung werden diese Inhalte im Überblick vorgestellt. Die dazu gehörenden Seminare des Moduls vertiefen ausgewählte Themenbereiche, so etwa Risikoforschung, Techniksoziologie, Wissenschafts- und Technikkommunikation oder sozialwissenschaftliche Umwelt- und Transformationsforschung. |
| 14. Literatur: | • FELT, Ulrike et al (ed.) (2017): The Handbook of Science and Technology Studies, 4th e. Boston: MIT Press.<br>• GRUNWALD, Armin (2010): Technikfolgenabschätzung – eine Einführung. Bonn: Ed. Sigma.<br>• HARVEY, Penelope et al. (ed.): Infrastructures and Social Complexity. A Companion. London: Routledge.<br>• PRETTY, Jules, BALL, Andrew, BENTON, Ted et al. (2007): The Sage Handbook of Environment and Society. Los Angeles, London: Sage.<br>• ROSA, Eugene, RENN, Ortwin, MCCRIGHT, Aaron (2013): The Risk Society Revisited. Philadelphia: Temple Univ. Press.<br>• WEYER, Johannes 2008: Techniksoziologie. Genese, Gestaltung und Steuerung sozio-technischer Systeme. Weinheim: Juventa. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 467101 Vorlesung Umweltsoziologie und Technikfolgenabschätzung<br>• 467102 Seminar Umweltsoziologie und Technikfolgenabschätzung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | **Vorlesung**<br>Präsenzzeit: 28 Stunden<br>Selbststudium:62 Stunden<br>**Seminar**<br>Präsenzzeit: 28 Stunden<br>Selbststudium: 62 Stunden<br>**Summe** : 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 46711 Umweltsoziologie und Technikfolgenabschätzung (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Technik- und Umweltsoziologie |

# Modul: 51780 Modeling of Two-Phase Flows

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041600615 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | Eckart Laurien |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Numerische Strömungssimulation |
| 12. Lernziele: | The students have special knowledge about the three-dimensional methods using multifluid models for two- or three-dimensional two-phase flows in energy-, process, and environmental engineering. Bubbly, stratified and droplet flows will be modeled using statistical averaging in an application-oriented way. The emphasis is on gas-liquid systems with momentum transfer, two-phase turbulence as well as boiling, cavitation and condensation. The quality and accuracy of those models is discussed in view of experimental observations and measurements. An example software (CFX) is presented and used in practical exercises. |
| 13. Inhalt: | 1 Introduction<br>1.1 Characterization of Two-Phase Flows<br>1.1.1 Two-Phase Flows, Examples<br>1.1.2 Classification of Two-Phase Flows<br>1.1.3 Stokes Number |

| | |
|---|---|
| | 1.1.4 Turbulence in Two-Phase Flows<br>1.2 Euler-Lagrange Model<br>1.2.1 Model Equations<br>1.2.2 Computation of Particle-Laden Flow<br>1.2.3 Numerical Integration of Particle Trajectories<br>1.2.4 Lagrangian Turbulence Modeling<br>2 Adiabatic Two-Phase Flows (Gas-Liquid)<br>2.1 Bubble Plume<br>2.1.1 Mechanisms of Momentum Transfer<br>2.1.2 Fundamental Equations<br>2.1.3 Numerical Simulation of a Bubble Plume<br>2.2 Bubbly Pipe Flow<br>2.2.1 Experimental Observations<br>2.2.2 Numerical Simulation of Bubbly Pipe Flows<br>2.2.3 Bubble Dynamics<br>2.2.4 Derivation of the Two-Fluid Equations<br>2.2.5 Single-Phase Turbulence Modelling Overview<br>2.2.6 Prandtls Mixing-Length Model<br>2.2.7 The K-epsilon Turbulence Model<br>2.2.8 Two-Phase Turbulence Models<br>2.2.9 Extended Continuum Models<br>2.3 Stratified Flow<br>2.3.1 Countercurrent Flow Experiments<br>2.3.2 Forces at a Wavy Surface<br>2.3.3 Two-Phase Turbulence Transport Models<br>2.4 Direct Numerical Simulation<br>2.4.1 Volume-of-Fluid Method<br>2.4.2 Example: Determination of the Virtual Mass Coefficient<br>3 Two-Phase Flow with Heat and Mass Transfer<br>3.1 Examples<br>3.1.1 Boiling, Cavitation and Condensation of Water<br>3.2 Continuum Model with Heat and Mass Transfer<br>3.2.1 Direct-Contact Heat and Mass Transfer3.2.2 Number Density versus Particle Size<br>3.2.3 Thermal Cavitation in Gravity-Driven Pipe Flow<br>3.2.4 Nucleation Model<br>3.2.5 Wall-Boiling Model<br>3.3 Two-Phase Flows of Mixtures<br>3.3.1 Thermodynamics of Wet Air and Vapour<br>3.3.2 Two Fluid Model for Wet Air and Vapour<br>3.3.3 Wall-Condensation Model<br>4 Flow and Heat Transfer at Supercritical Pressure<br>4.1 Technical Applications of Supercritical Fluids<br>4.2 Experiments of Heat Transfer to Supercritical Water Pipe Flows<br>4.3 Empirical Correlations<br>4.4 Two-Layer Theory for Heat Transfer of Pipe Flows<br>4.5 One-Dimensional Theory<br>4.6 CFD and RANS Models for Supercritical-Pressure Flows |
| 14. Literatur: | complete lecture material can be downloaded from ILIAS in the form of slides (pdf-format)<br>E. Laurien und H. Oertel: Numerische Strömungsmechanik, 5. Auflage, Vieweg+Teubner, 2013 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 517801 Vorlesung Modeling of Two-Phase Flows Part I<br>• 517802 Vorlesung Modeling of Two-Phase Flows Part II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 6 x 30 h |

| | |
|---|---|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | • 51781 Modeling of Two-Phase Flows (PL), Mündlich, Gewichtung: 1<br>• 51782 Modeling of Two-Phase Flows (USL), Mündlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# Modul: 67240 Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210027 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Markus Blesl |
| 9. Dozenten: | Markus Blesl |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Systemanalyse (Modul "Systemtechnische Planungsmethoden in der Energiewirtschaft") |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis hinsichtlich der Methoden und Anwendung der Energiesystemmodellierung. Hierbei wird auf die verwendeten Modellierungsansätze, deren methodischen Umsetzung sowie deren energiewirtschaftlichen Motivation und Anwendung eingegangen. Die Hauptziele sind hierbei die Erlangung von Kenntnissen:<br><br>der Grundansätze der mathematischen Optimierung<br><br>der Modellierung von Netzen<br><br>der Methoden von agentenbasierten Systemen<br><br>Lernkurven<br><br>der Modellierung lokaler Energiesysteme<br><br>(einschließlich Bilanzgrenzen, Energieautarkie) |
| 13. Inhalt: | Grundlagen, Übersicht über Arten von Modellierungsansätzen, die im Bereich der Energiewirtschaft und Systemanalyse eingesetzt werden, Unterschiede zwischen Energiesystemmodellen und Partialmodellen, Optimierungsprobleme in Energiesystemmodellen und deren Einsatzbereiche:<br>Energiesystemanalyse und -design<br>Auslegung von Energiesystemen einschließlich Netzen (Versorgungsaufgabe)<br>Optimaler Betrieb von Energiesystemen und Energienetzen (Versorgungsaufg.)<br>Dabei werden konkret folgende Methoden und Lösungsansätze in der Anwendung auf o. a. Probleme vermittelt:<br>Definition Versorgungsaufgabe und Systemabgrenzung<br>Kapazitätsbilanz<br>Speicher |

| | |
|---|---|
| | Preisbildung (Schattenpreise)<br>Parametrische Optimierung als Option der Sensititvitätsanalyse<br>Auslegung von Wärmeversorgungssystemen<br>Umgang mit Unsicherheiten einschließlich stochastischer Optimierungsansätze<br>Netzmodellierung<br>Modellierung von Politikinstrumenten<br>Agenten und multikriterielle Entscheidungsoptionen<br>Lernkurven<br>Lokale Energiesystemmodelle und räumlich detaillierte Modellierung |
| 14. Literatur: | Online-Manuskript<br>Josef Kallrath, Gemischt-ganzzahlige Optimierung: Modellierung in der Praxis, Springer Spectrum Verlag, 2. Auflage, Heidelberg, 2013<br>Markos Papageorgiou, Optimierung: Statische, Dynamische, Stochastische Verfahren für die Anwendung, Springer Vieweg, 2012 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 672401 Vorlesung Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung<br>• 672402 Übung Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung<br>• 672403 Planspiel Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:56 h<br>Selbststudium / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 67241 Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# 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<br>Jörg Starflinger |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden<br><br>- 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,<br><br>- kennen die Grundlagen der Monte-Carlo-Methode und haben gelernt, diese anhand praktischer Beispiele zur Lösung numerischer Problemstellungen anzuwenden,<br><br>- wissen, wie probabilistische Methoden im Rahmen einer Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse eingesetzt werden können, um die Ergebnisse komplexer Simulationsmodelle besser zu verstehen,<br><br>- 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,<br><br>- wissen wie die Monte-Carlo-Methode zur Modellierung physikalischer Prozesse mit stochastischer Natur z.B. in der Kernphysik angewendet werden kann.<br><br>-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)<br>- Monte-Carlo-Methode als Basis numerischer Werkzeuge: Integration über komplexe Gebiete, Optimierung (simulated annealing, genetische Algorithmen)<br>- Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse komplexer mathematisch-physikalischer Modelle<br>- Probabilistische Risikoanalyse (PRA)<br>- Anwendungen der Monte-Carlo-Methode in der Kernphysik, beispielweise Strahlungstransport, Teilchen- und Materie-Wechselwirkungen und in anderen Gebieten der Ingenieurtechnik<br>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.<br>pdf der Vorlesung ausschließlich über ILIAS |
| 14. Literatur: | Bedford und Cooke, Probabilistic Risk Analysis: Foundations and Methods, Cambridge University Press (30. April 2001).<br>Rubinstein und Kroese, Simulation and the Monte Carlo Method, Wiley Series in Probability and Statistics, /SBN: 978-0-470-17794-5, February 2008<br>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<br>36h Vor-/Nacharbeitungszeit<br>88h Prüfungsvorbereitung und Prüfung<br>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: 68390 Energiemärkte und Energiehandel

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210090 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse der Energiewirtschaft (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/-innen kennen die Grundbegriffe und Grundzüge von Energiemärkten, insbesondere die Märkte für Öl, Erdgas, Kesselkohle, Strom und Emissionsrechte. Dabei lernen Sie die Eigenschaften und Zusammenhänge von Commodity-Märkten (Warenmärkten) kennen: Märkte, Produkte, Marktplätze, Preisbildungsmechanismen, Eigenschaften von Angebot und Nachfrage, Rahmenbedingungen. Dabei werden die Mechanismen an Börsen und anderen Marktplätzen betrachtet.<br><br>Sie lernen die Aufgabe solcher Märkte, Grundlagen für deren Effizienz und die Interessen der unterschiedlichen Akteure kennen. Sie setzen sich intensiv mit marktbasierten Risiken, |

| | |
|---|---|
| | insbesondere Preis- und Counterparty Risiken auseinander, lernen Methoden zur Messung und Konzepte zum Management solcher Risiken sowie Handelsstrategien kennen. Sie wissen, wie eine Handelsposition zu bestimmen ist, können diese bewerten und zielgerichtet verändern. Der Zusammenhang zwischen Märkten, Preiserwartungen, Risikomanagement und Investitionen ist ihnen geläufig sowie Vermarktungsstrategien für Energieerzeugungsanlagen und Speicher.<br><br>Darüber hinaus lernen Sie die Organisation von Handelshäusern kennen, die in Commodity-Märkten agieren.<br><br>Die in den Vorlesungen vermittelten theoretischen Grundlagen werden mittels eines Planspiels zum Thema Energiehandel interaktiv getestet.. |
| 13. Inhalt: | • Aufbau und Funktion von Energiemärkten<br>• Rolle von Energiemärkten im Energiesystem<br>• Produkte auf Energiemärkten<br>• Regulierung von Märkten<br>• Marktmacht von Unternehmen<br>• Zusammenhang zwischen Information, Marktspielregeln, Marktstrukturen und Preisbildung<br>• Aufgabe und Funktion von Risikomanagement und Risiko Controlling<br>• Positionsbestimmung, Mark-to-Market, Risikomaße wie Value at Risk und ihre Aufgabe<br>• Handels- und Risikomanagementstrategien wie Spekulation und Hedging<br>• Konzept der Deltaposition und des Deltahedging<br>• Eigenschaften von Derivaten und Grundzüge deren Bewertung<br>• Detaillierte Betrachtung der Märkte für Rohöl und Ölprodukte, Erdgas, Kesselkohlen und Seefrachten, Emissionsrechten sowie Strom in Europa<br>• Bewertung von Investitionen in wettbewerblichen Märkten und Entscheidungsmechanismen<br>• Modellierung und Analyse von Märkten<br>• Organisation und Verantwortung von Handelshäusern |
| 14. Literatur: | • Online-Unterlagen zur Vorlesung<br>• Schwintowski, H.-P. (Hrsg): Handbuch Energiehandel. Erich Schmidt Verlag und Co., 2014.<br>• Stoft, S.: Power System Economics. IEEE Press, Wiley-Interscience, 2002.<br>• Burger, M., Schindmayr, G., Graeber, B.: Managing Energy Risk. 2nd ed., Wiley, 2014. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 683901 Vorlesung Energiemärkte und Energiehandel<br>• 683902 Projektseminar Planspiel Energiehandel |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 68391 Energiemärkte und Energiehandel (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |

## 20. Angeboten von:

# Modul: 69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211010 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Alois Kessler<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>→ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>→ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul "Energiewirtschaft und Energieversorgung") |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis hinsichtlich der Struktur des Energieverbrauchs in Industrie, Handel und Gewerbe. Sie kennen Definitionen, Begriffe und Methoden im Zusammenhang mit Energieeffizienz. Sie haben ein Verständnis für die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und Kenntnisse in Bezug auf Hemmnisse bei der Umsetzung in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Sie verfügen über Kenntnisse im Bereich der Messtechnik und die Fähigkeit zur wirtschaftlichen Bewertung von Energieeffizienzinvestitionen. Sie kennen die wesentlichen Querschnitts- und Branchentechnologien mit energetischer Bedeutung.<br>Ergänzend wird in jedem Semester eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale<br>• Einflussfaktoren des Energieverbrauchs<br>• Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren)<br>• Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren)<br>• Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse |
| 14. Literatur: | • Skript<br>• Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013<br>• Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 694801 Vorlesung Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien<br>• 694802 Vorlesung Energieeffizienz II - Branchentechnologien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69481 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>schriftlich 120 min oder mündlich 40 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 72350 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Kai Hufendiek<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik, Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Studierenden kennen die Grundlagen der rationellen Energieanwendung und können die wichtigsten Methoden zur quantitativen Bilanzierung und Analyse von Energiesystemen anwenden und sind damit in der Lage, Energiesysteme zu bewerten. |
| 13. Inhalt: | • Konzepte der Nachhaltigkeit<br>• Analysemethoden des energetischen Zustandes von Anlagen und Systemen<br>• Pinch-Analyse<br>• Exergoökonomische Methode<br>• Abwärmenutzungsoptimierung<br>• Wärmerückgewinnung<br>• Einsatz von Wärmepumpen<br>• Systemvergleiche von Energieanlagen<br>• Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung<br>• Energiemanagementsysteme und Energie-Audits, Organisation von Energieeffizienz in Unternehmen |
| 14. Literatur: | line-Manuskript,<br>Daten- und Arbeitsblätter |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 723501 Vorlesung und Übung Techniken der rationellen Energieanwendung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 72351 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 35990 Industriepraktikum Energietechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 12 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 0 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>→ Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>→ Compulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>→ Pflichtfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>→ Compulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester<br>→ Compulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Im Verlauf des Studiengangs soll das Industriepraktikum das Studium ergänzen und erworbene theoretische Kenntnisse in ihrem Praxisbezug vertiefen. Die Praktikanten haben im Fachpraktikum die Möglichkeit, einzelne der Fertigung vor- bzw. nachgeschaltete Bereiche kennenzulernen und dabei ihr im Studium erworbenes Wissen, beispielsweise durch Einbindung in Projektarbeit, umzusetzen. Ein weiterer Aspekt liegt im Erfassen der soziologischen Seite des Betriebsgeschehens. Die Praktikanten müssen den Betrieb auch als Sozialstruktur verstehen und das Verhältnis zwischen Führungskräften und Mitarbeitern kennenlernen, um so ihre künftige Stellung und Wirkungsmöglichkeit richtig einzuordnen. |
| 13. Inhalt: | Siehe Praktikantenrichtlinien Maschinenbau |
| 14. Literatur: | keine |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 359901 Industriepraktikum |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 360 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 35991 Industriepraktikum Energietechnik (USL), Sonstige, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb |

# 200 Spezialisierungsmodule

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 210 | Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach |
| | 220 | Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter |

# 210 Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 211 | Erneuerbare thermische Energiesysteme |
| 212 | Feuerungs- und Kraftwerkstechnik |
| 213 | Gebäudeenergetik |
| 214 | Kernenergietechnik |
| 215 | Strömungsmechanik und Wasserkraft |
| 216 | Techniken zur effizienten Energienutzung |
| 217 | Thermische Turbomaschinen |
| 218 | Windenergie |

# 211 Erneuerbare thermische Energiesysteme

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2111 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2112 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2113 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 30560 | Praktikum Erneuerbare Thermische Energiesysteme |

# 2111 Kernfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 12440 | Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse |
| | 15440 | Firing Systems and Flue Gas Cleaning |
| | 30420 | Solarthermie |
| | 30460 | Biologische und chemische Verfahren für die industrielle Nutzung von Biomasse (Energieträger und Chemierohstoffe) |

# Modul: 12440 Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500002 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Ludger Eltrop<br>Günter Scheffknecht<br>Uwe Schnell |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Technische Thermodynamik I und II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden haben die Grundlagen der Nutzung von Biomasse verstanden. Sie kennen Qualität, Verfügbarkeit und Potentiale von Biomasse, die wichtigsten Umwandlungsverfahren Verbrennung, Vergasung und Fermentation, die damit verbundenen Emissionen sowie die nachgeschalteten Prozesse zur Strom- und/oder Wärmeerzeugung. Sie können ihre erlangten Kenntnisse für die Beurteilung des verstärkten Einsatzes von Biomasse zur Energieerzeugung einsetzen. Des weiteren können sie Anlagen- und Nutzungskonzepte energetisch beurteilen und vergleichend gegenüberstellen. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | **I: Bereitstellung von biogenen Energieträgern**<br>• Biologische und verfahrenstechnische Grundlagen zur Produktion und Bereitstellung von Biomasse als Brennstoff zur energetischen Nutzung<br>• technisch-wirtschaftliche Entwicklungsperspektiven und ökologische Auswirkungen<br>• Einordnung der systemanalytischen und energiewirtschaftlichen Zusammenhänge<br>• Rahmenbedingungen einer Nutzung in Energiesystem<br>• Einführung in physikalisch-chemische und biochemische Umwandlungsverfahren<br><br>**II: Energetische Nutzung von Biomasse**<br>• Brennstofftechnische Charakterisierung von Biomasse<br>• Einführung in Verbrennungs- und Vergasungstechnologien sowie die Fermentation<br>• Emissionsverhalten und Einführung in die Abgasreinigung<br>• Einführung in die Umwandlungsverfahren zur Erzeugung von Strom und/oder Wärme |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript<br>• Lehrbuch: Kaltschmitt, M., Hartmann, H. (Hrsg.) Energie aus Biomasse,. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2009 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 124401 Vorlesung und Übung Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt:180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 12441 Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Skripte zu den Vorlesungen, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules |

| | |
|---|---|
| | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Fundamentals of Engineering Science and Natural Science, fundamentals of Mechanical Engineering, Process Engineering, Reaction Kinetics as well as Air Quality Control |
| 12. Lernziele: | The students of the module have understood the principles of heat generation with combustion plants and can assess which combustion plants for the different fuels - oil, coal, natural gas, biomass and waste - and for different capacity ranges are best suited, and how furnaces and firing systems need to be designed that a high energy efficiency with low pollutant emissions could be achieved. In addition, they know which flue gas cleaning techniques have to be applied to control the remaining pollutant emissions. Thus, the students acquired the necessary competence for the application and evaluation of air quality control measures in combustion plants for further studies in the fields of Air Quality Control, Energy and Environment and, finally, they got the competence for combustion plants' manufactures, operators and supervisory authorities. |
| 13. Inhalt: | **I: Combustion and Firing Systems:** Characterisation of fuels, combustion fundamentals, gasification principles, design of firing and gasification systems<br>**II: Flue Gas Cleaning:** Methods for dust removal, nitrogen oxide reduction (catalytic/ non-catalytic), flue gas desulfurisation (dry and wet), processes for the separation of specific pollutants. |
| 14. Literatur: | **I:**<br>• Lecture notes "Combustion and Firing Systems<br>• Skript<br>• Notes for practical work<br><br>**II:**<br>• Lecture notes Flue gas cleaning<br>• Skript<br>• Notes for practical work |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 154402 Firing Systems and Flue Gas Cleaning |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h V<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 15441 Firing Systems and Flue Gas Cleaning (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PowerPoint Presentations, Black board, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 30420 Solarthermie

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042400023 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Harald Drück |
| 9. Dozenten: | Harald Drück |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Mathematik und Thermodynamik |
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br>Die Studierenden<br>• können die auf unterschiedlich orientierte Flächen auf der Erdoberfläche auftreffende Solarstrahlung berechnen<br>• kennen Methoden zur aktiven und passiven thermischen Solarenergienutzung im Niedertemperaturbereich<br>• kennen Solaranlagen und deren Komponenten zur Trinkwassererwärmung, Raumheizung und solaren Kühlung<br>• kennen unterschiedliche Technologien zur Speicherung von Solarwärme.<br>• kennen die Technologien konzentrierender Solartechnik zur Erzeugung von Strom und Hochtemperaturwärme |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | Es wird Fachwissen zum Aufbau und Funktion der Sonne sowie zur Solarstrahlung vermittelt. Wärmeübertragungsvorgänge an Sonnenkollektoren, Bauformen von Sonnenkollektoren, Wärmespeicher (Technologien, Bauformen, Beurteilung) werden ausführlich hinsichtlich Grundlagen und Anwendung behandelt. Der Einsatz sowie der Aufbau von Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung, zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung, zur Erwärmung von Freibädern und zur solaren Kühlung wird ausführlich diskutiert. Zusätzlich zur aktiven Solarenergienutzung sind die Grundlagen passiver Solarenergienutzung Gegenstand der Lehrveranstaltung.<br>Im Hinblick auf die Erzeugung von Strom mittels solarthermischen Prozessen werden die aktuellen Technologien wie Parabolrinnen- und Solarturmkraftwerke erläutert und über aktuelle Kraftwerksprojekte berichtet. |
| 14. Literatur: | • J.A. Duffie, W.A. Beckman: Solar Engineering ofThermal Processes, Wiley-Interscience, ISBN 0-471-51056<br>• Volker Quaschning: Regenerative Energiesysteme,Hanser Verlag. ISBN 978-3-446-40973-6<br>• Norbert Fisch / Bruno Möws / Jürgen Zieger:Solarstadt Konzepte, Technologien, Projekte,W. Kolhammer, 2001 ISBN 3-17-015418-4<br>• Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafel Anschrieb und Aufgabenblättern |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304202 Übung mit Workshop Solarthermie<br>• 304201 Vorlesung Solarthermie |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 48 Stunden<br>Selbststudium: 132 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30421 Solarthermie (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung als Powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Erläuterung und Anwendung des Vorlesungsstoffes ergänzend Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 30460 Biologische und chemische Verfahren für die industrielle Nutzung von Biomasse (Energieträger und Chemierohstoffe)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041400501 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr. Günter Tovar |
| 9. Dozenten: | Ursula Schließmann |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Empfohlen: Grundlagen Erneuerbare Energien Grundlagen der energetischen Nutzung von Biomasse |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden<br>• kennen die biogenen Rohstoffquellen, Aufbereitungs- und Konversionsprozesse und Produkte einer Bioraffinerie - kennen die biologischen Verfahren zur Herstellung von biogenen Energieträgern (Biogas, Bioethanol, Biobutanol, Algen) und Chemierohstoffen<br>• kennen die chemischen Verfahren zur Herstellung von biogenen Energieträgern (Biodiesel) und Chemierohstoffen<br>• wissen um Einsatz der Biomasse und Anwendungen der biobasierten Energieträger und Chemierohstoffe<br>• kennen die Auswirkungen der Konversionsprozesse im Hinblick auf Energieeffizienz und CO2- Reduktionsstrategie<br>• kennen die Problematik Biomasse zu Lebensmittel bzw. zu Energieträgern |
| 13. Inhalt: | • Nachhaltige Rohstoffversorgung |

| | |
|---|---|
| | • Aufbau einer Bioraffinerie - Rohstoffe, Prozesse und Produkte<br>• Biologische Verfahren zur Herstellung von Energieträgern und Chemierohstoffen<br>• Chemische Verfahren zur Herstellung von Energieträgern und Chemierohstoffen<br>• Auswirkungen von Konversionsprozessen auf die CO2 Bilanz |
| 14. Literatur: | • Hirth, Thomas, Von der Erdölraffinerie zur Bioraffinerie, Vorlesungsmanuskript.<br>• Trösch, Walter, Hirth, Thomas, Biologische und chemische Verfahren zur industriellen Nutzung von Biomasse (Energieträger und Chemierohstoffe), Vorlesungsmanuskript.<br>• Ulmann, Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH.<br>• Kamm, Gruber, Kamm Biorefineries - Industrial processes and products |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304601 Vorlesung Nachhaltige Rohstoffversorgung - Von der Erdölraffinerie zur Bioraffinerie<br>• 304602 Vorlesung Biologische und chemische Verfahren zur industriellen Nutzung von Biomasse (Energieträger und Chemierohstoffe)<br>• 304603 Exkursion |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenz: 70 h<br>Selbststudium: 110 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30461 Biologische und chemische Verfahren für die industrielle Nutzung von Biomasse (Energieträger und Chemierohstoffe) (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Präsentationsmaterial und Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Grenzflächenverfahrenstechnik |

# 2112 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 18160 | Berechnung von Wärmeübertragern |
| | 30470 | Thermische Energiespeicher |
| | 30490 | Grundlagen der Energiepflanzenproduktion I |
| | 38250 | Nachhaltigkeit und Produktionsökologie von rohstoffliefernden Pflanzen |

# Modul: 18160 Berechnung von Wärmeübertragern

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410030 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Wolfgang Heidemann |
| 9. Dozenten: | Wolfgang Heidemann |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |

| | |
|---|---|
| | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Wärme- und Stoffübertragung |
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br>Die Studierenden<br>• kennen die Grundgesetze derWärmeübertragung und der Strömungen<br>• sind in der Lage die Grundlagen inForm von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden<br>• kennen unterschiedliche Methodenzur Berechnung von Wärmeübertragern<br>• kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertragerbauformen |
| 13. Inhalt: | Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieursausbildung durch Vermittlung von Fachwissen für die Berechnung von Wärmeübertragern zu leisten.<br>Die Lehrveranstaltung<br>• zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis,<br>• vermittelt die Grundlagen zurBerechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode<br>• behandelt Sonderbauformen undSpezialprobleme(Wärmeverluste),<br>• vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und imMantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung,Kondensation, Verdampfung),<br>• führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände,Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren),<br>• behandelt die Bestimmung vonDruckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen<br>• vermittelt die Berechnung vonRegeneratoren |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript,<br>• empfohlene Literatur: VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern<br>• 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 18161 Berechnung von Wärmeübertragern (PL), Schriftlich, 70 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung: Beamerpräsentation<br>Übung: Overhead-Projektoranschrieb, Online-Demonstration von Berechnungssoftware |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 30470 Thermische Energiespeicher

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042400038 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Henner Kerskes |
| 9. Dozenten: | Henner Kerskes |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Mathematik, Thermodynamik und Wärme und Stoffübertragung |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br><br>Die Studierenden<br><br>• kennen die physikalischen Grundlagen zur thermischen Energiespeicherung<br><br>• kennen Verfahren zur thermischen Energiespeicherung im Gebäudesektor und für industrielle und Kraftwerks-Prozesse<br><br>• kennen Anlagen und deren Komponenten zur thermischen Energiespeicherung<br><br>• kennen Verfahren zur Prüfung thermischer Energiespeicher und zur Ermittlung von Bewertungskriterien<br><br>• können thermische Energiespeicher berechnen und auslegen. |
| 13. Inhalt: | Die Vorlesung vermittelt theoretisches und praktisches Wissen über die zur Speicherung von Wärme verfügbaren Technologien im Temperaturbereich von ca. - 10 ,C bis + 1000 ,C. Ausgehend von grundlegenden thermodynamischen und physikalischen Zusammenhängen wird die Energiespeicherung in Form von fühlbarer Wärme in Flüssigkeiten und Feststoffen, durch Phasenwechselvorgänge (Latentwärmespeicher incl. Eisspeicher) sowie Technologien für thermo-chemische Energiespeicher auf der Basis reversibler exo- und endothermischer chemischer Reaktionen behandelt. Ergänzend hierzu werden Druckluftspeicher vorgestellt. Algorithmen und Gleichungssysteme zur numerischen Beschreibung des thermischen Verhaltens ausgewählter Speicherkonzepte werden entwickelt. Unterschiedliche Varianten der Integration der diversen Speichertechnologien in Gesamtsysteme zur Energiebereitstellung werden, insbesondere im Hinblick auf solarthermische Anwendungen, präsentiert. |
| 14. Literatur: | • I: Vorlesungsmanuskript "Thermische Energiespeicher - Grundlagen und Niedertemperaturanwendungen<br><br>• II: Vorlesungsmanuskript "Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304701 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Grundlagen und Niedertemperaturanwendungen<br>• 304702 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: ca. 56 h<br>Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30471 Thermische Energiespeicher (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafel Anschrieb |

20. Angeboten von: Thermodynamik und Wärmetechnik

# Modul: 30490 Grundlagen der Energiepflanzenproduktion I

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

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Georg Cadisch |
| 9. Dozenten: | |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Organisationsfähigkeit, selbstständiges Arbeiten, abstraktes und vernetztes Denken, kritisch-analytisches Denken, Teambildung und Teamarbeit, Strukturierung von Wissen und Informationen, Wissenstransfer, Diskursfähigkeit, Visualisierung von Ergebnissen |
| 13. Inhalt: | - Geschichte und Entwicklung des Energiepflanzenanbaus<br>- Kriterien für die Wahl von Bioenergiepflanzen<br>- Keimung und Bestandesbegründung<br>- Inter- und intraspezifische Konkurrenz<br>- Wirkungen der Produktionsfaktoren Licht, CO2, Wasser auf die Substanzproduktion<br>- Entwicklung und Ertragsbildung<br>- Ertragsphysiologie<br>- Ernteverfahren, pflanzenbauliche Aspekte<br>- Fruchtfolgegestaltung<br>- Reinkultur und Mischanbau<br>- Bodenbearbeitungsverfahren, pflanzenbauliche Aspekte<br>- Agrarraumgestaltung<br>- Beziehungen zwischen Landschaftsstrukturelementen und Produktionsflächen<br>- Verfahren des Anbaus von Lignocellulose-, Öl-, Zucker- und Stärkepflanzen<br>- Wechselwirkungen zwischen Boden, Standort und Pflanzen |
| 14. Literatur: | Aufhammer, W. (1998): Getreide- und andere Körnerfruchtarten. (UTB, Ulmer/Stuttgart)<br>Bauemer, K. (1992): Allgemeiner Pflanzenbau. 3. Aufl.. (UTB, Ulmer/Stuttgart)<br>Diepenbrock, W. (1999): Spezieller Pflanzenbau. 3. neubearb. u. erg. Aufl.. (UTB, Ulmer/Stuttgart)<br>Diepenbrock, W., Ellmer, F. und J. Leon (2005): Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Grundwissen Batchelor. (UTB, Ulmer/Stuttgart)<br>Diercks, R. und R. Heitefuss (1994): Integrierter Landbau. (BLV/ München) |

Ehlers, W (2004): Water dynamics in plant production. (CABI)
Evans, L.T. (1993): Crop Evolution, Adaption and Yield. (Cambridge University Press/Cambridge)
Gardner, F.P., R.B. Pearce und R.L. Mitchell (1985): Physiology of Crop Plants. (Iowa State University Press/Iowa)
Geisler, G. (1988): Pflanzenbau. Ein Lehrbuch - Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. 2. Aufl.. (Paul Parey/Berlin)
Harlan, J.R. (1992): Crops und Man. 2. Aufl.. (ASA, CSSA/ Madison)
Kübler, E. (1994): Weizenanbau. (Ulmer/Stuttgart)
Keller, E.R., Hanus, H und K.-U. Heyland (1997): Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion. Handbuch des Pflanzenbaues 1. (Ulmer/Stuttgart)
Keller, E.R., Hanus, H. und K.-U. Heyland (1999): Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Handbuch desPflanzenbaues 3. (Ulmer/Stuttgart)
Lütke-Entrup, N. und J. Oehmichen (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaus. Band 1: Grundlagen. (Th. Mann/Gelsenkirchen)
Lütke-Entrup, N. und J. Oehmichen (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaus. Band 2: Kulturpflanzen. (Th. Mann/Gelsenkirchen)
Loomis, R.S. und D.J. Connor (1992): Crop Ecology. Productivity and management in agricultural systems. (Cambridge University Press/Cambridge).
Heyland, K.-U., Hanus, H. und E.R. Keller (2006): Ölfrüchte, Faserpflanzen, Arzneipflanzen und Sonerkulturen. Handbuch des Pflanzenbaus 4. (Ulmer/Stuttgart)
Körber-Grohne, U. (1987): Nutzpflanzen in Deutschland: Kulturgeschichte und Biologie. (K. Theiss/Stuttgart)
Oehmichen, J. (1983): Pflanzenproduktion. Band 1: Grundlagen. (Paul Parey/Berlin)
Oehmichen, J. (1986): Pflanzenproduktion. Band 2: Produktionstechnik. (Paul Parey/Berlin)

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 56 h Präsenz + 104 h Eigenanteil + Prüfung = **160 h Workload** |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30491 Grundlagen der Energiepflanzenproduktion I (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Universität Hohenheim |

# Modul: 38250 Nachhaltigkeit und Produktionsökologie von rohstoffliefernden Pflanzen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | Hohenheim | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 0 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Iris Lewandowski |
| 9. Dozenten: | Iris Lewandowski<br>Ulrich Thumm<br>Andreas Kiesel |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlegendes Wissen über pflanzenbauliche Maßnahmen wie Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung, Düngung und Pflanzenschutz sollten vorhanden sein, ebenso grundlegende Kenntnisse über Pflanzenphysiologie und prinzipielle Verfahren zur Energiegewinnung aus Biomasse und nachwachsenden Rohstoffen. |
| 12. Lernziele: | Nach erfolgreicher Teilnahme an<br>diesem Modul können die Studierenden die Aspekte der Nachhaltigkeit in der<br>Produktion von nachwachsenden Rohstoffen und Bioenergiepflanzen aufzählen und<br>die Zusammenhänge zwischen Pflanzenbauforschung, Ökologie, Ökonomie und<br>sozialen Aspekten beschreiben. Die Studierenden können die ökologischen Aspekte<br>und Potentiale des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen und Energiepflanzen<br>aufzeigen und definieren. Sie haben die Fähigkeit, daraus die Möglichkeit zur<br>Gestaltung nachhaltiger Biomasseproduktionssysteme abzuleiten. Die Studierenden<br>können die Ressourcennutzungs-effizienz einschätzen, Biomasseproduktions- sowie<br>-versorgungssysteme bewerten und Nährstoffbilanzen erstellen. Sie können die<br>Auswirkungen von Biomasseproduktionssystemen auf die Landschaftsnutzungsänderung und Biodiversität beurteilen. Weiterhin können sie<br>das nachhaltige Biomasseproduktionspotential erklären und in Ansätzen ermitteln |
| 13. Inhalt: | •Ökologische Aspekte einer nachhaltigen Biomasseerzeugung<br>#Ressourcennutzungseffizienz<br>#Nährstoffe und Recycling |

| | |
|---|---|
| | #Landnutzungssysteme<br>#Biodiversität<br>•Nachhaltige Landwirtschaft<br>#Nachhaltige Produktionsverfahren<br>#Indikatoren der Nachhaltigkeit<br>#Zertifizierungen<br>#Soziale Aspekte der Nachhaltigkeit<br>•Ausarbeitung und Präsentation eines Biomasseversorgungskonzepts |
| 14. Literatur: | *Vorlesungsunterlagen (ILIAS)*<br>*Lehrbuch: Kaltschmitt, M., Hartmann, H., Hofbauer, H. (Hrsg.) Energie aus Biomasse,. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2009* |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 382501 Vorlesung Nachhaltigkeit und Produktionsökologie von rohstoffliefernden Pflanzen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 140 - 180 Std. |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 38251 Nachhaltigkeit und Produktionsökologie von rohstoffliefernden Pflanzen (PL), Sonstige, Gewichtung: 1<br>Prüfungsleistung besteht aus Klausur 60 Minuten (50 %), Bericht und Präsentation (50 %). |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energietechnik (Hohenheim) |

# 2113 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 30520 | Sonderprobleme der Gebäudeenergetik |
| 30530 | Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe |
| 30540 | Dampfturbinentechnologie |
| 30550 | Kraftstoffe aus Erneuerbaren Energien |
| 36750 | Rationelle Wärmeversorgung |
| 36880 | Solartechnik II |

# Modul: 30520 Sonderprobleme der Gebäudeenergetik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310005 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Heiz- und Raumlufttechnik |
| 12. Lernziele: | Im Modul Sonderprobleme der Gebäudeenergetik haben die Studenten die Losung gebäudetechnischer<br>Aufgaben speziell im Hinblick auf Sonderund Spezialräume bzw. -gebäude kennen gelernt.<br>Auf dieser Basis können sie Sonderlösungen konzipieren, eschreiben und grundlegend auslegen.<br>Erworbene **Kompetenzen** :<br><br>Die Studenten<br>sind mit Lösungen für Spezial- und Sonderfälle vertraut<br>können methodisch Lösungen für solche fälle entwickeln und auslegen |
| 13. Inhalt: | Sonderräume in der Heiz- und Raumlufttechnik<br>spezielle technische Lösungen in der Anlagentechnik<br>alternative und regenerative Energien<br>energieeinsparendes Bauen |
| 14. Literatur: | Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimatechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994<br>Rietschel, H., Raumklimatechnik Band 3: Modulhandbuch M.Sc. Maschinenbau Seite 714 Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004<br>Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller- Verlag, 1981 |

| | |
|---|---|
| | Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998<br>Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305201 Vorlesung Sonderprobleme der Gebäudeenergetik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30521 Sonderprobleme der Gebäudeenergetik (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# Modul: 30530 Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042200003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Kronenburg |
| 9. Dozenten: | Andreas Kronenburg |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Thermodynamik |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer kennen die chemisch-physikalischen Grundlagen der Verbrennung und der Entstehung von Schadstoffen beim Verbrennungsprozess. Die Teilnehmer erwerben die Kompetenz, Umweltauswirkungen von Energiewandlungen quantitativ ermitteln und bewerten zu können. |
| 13. Inhalt: | **Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe:**<br>• Die chemischen und physikalische Grundlagen der Verbrennung<br>• Laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:<br>• Flammenstruktur und -geschwindigkeit<br>• Erhaltungsgleichungen für Masse, Energie und Geschwindigkeit<br>• Turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:<br>• Gleichungssysteme<br>• Modellierungsstrategien<br>• Entstehung von Schadstoffen |
| 14. Literatur: | Vorlesungsmanuskript<br>S.R. Turns, An Introduction to Combustion, 2nd Edition, McGrawHill, 2000<br>J. Warnatz, U.Maas, R.W.Dibble Verbrennung, 3. Auflage, Springer, 2001 |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305301 Vorlesung Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 h<br>Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: 69 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30531 Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# Modul: 30540 Dampfturbinentechnologie

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042310016 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Norbert Sürken |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Technische Thermodynamik I+II,<br>Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br><br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der physikalischen und technischen Vorgänge in Dampfkraftwerken und Dampfturbinen<br>• beherrscht die Thermodynamik des zugrundeliegenden Clausius-Rankine-Prozesses<br>• ist in der Lage, die Funktionsprinzipen der wesentlichen Dampfturbinen- Komponenten und deren Zusammenwirken zu erkennen und zu analysieren<br>• erkennt die technischen Grenzen der verschieden Turbinen-Bauarten und kann diese begründen |
| 13. Inhalt: | • Energieressourcen<br><br>• Marktentwicklungen für Kraftwerke |

| | |
|---|---|
| | • Historische Entwicklung der Dampfturbine<br>• Dampfturbinenhersteller<br>• Einsatzspektrum<br>• Thermodynamischer Arbeitsprozess<br>• Arbeitsverfahren und Bauarten<br>• Leistungsregelung<br>• Beschaufelungen<br>• Betriebszustände<br>• Turbinenläufer und Turbinengehäuse<br>• Systemtechnik und Regelung<br>• Werkstofftechnik |
| 14. Literatur: | • Bell, R., Dampfturbinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>• Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, 4. Aufl., Bd. 1 u. 2, Springer 2001<br>• Dietzel, F., Dampfturbinen, 3. Aufl., Hanser 1980 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305401 Vorlesung Dampfturbinentechnologie |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30541 Dampfturbinentechnologie (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, Vorlesungsmanuskript |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 30550 Kraftstoffe aus Erneuerbaren Energien

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500053 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Michael Specht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Empfohlen: Grundkenntnisse in Chemie und Physik |
| 12. Lernziele: | Studierenden<br>• besitzen vertiefte Kenntnisse über diverse Pfade zur Herstellung von Kraftstoffen aus Erneuerbaren Energien.<br>• sind in der Lage, die energetischen Ressourcen (Biomasse, Strompotenziale aus Wind-, Solarenergie, etc.) und die stofflichen Ressourcen (Biomasse, Kohlendioxid, etc.) zur Herstellung von Sekundärenergieträgern zu bewerten.<br>• haben die Kompetenz, zukünftige Konzepte im Bereich der Mobilität zu beurteilen und nachhaltige Lösungswege zu generieren.<br>• wissen um die Möglichkeit der saisonalen Speicherung von Erneuerbarer Energie in Form von flüssigen und gasförmigen Kraftstoffen. |
| 13. Inhalt: | **I: Vorlesung Kraftstoffe aus Erneuerbaren Energien (2 SWS):**<br>Im Rahmen der Vorlesung werden die aussichtsreichsten Optionen regenerativ erzeugter Kraftstoffe, deren Herstellungspfade sowie die Vor- und Nachteile der verschiedenen Energieträger dargestellt.<br>Hierbei wird auf die vermiedenen CO2-Emissionen, die energetische Effizienz bei der Erzeugung der Sekundärenergieträger in Abhängigkeit von der Wahl der Ressourcen und der Prozessführung eingegangen.<br>**II: Exkursionen (8 h):**<br>1. Synthesegaserzeugung, diverse Gaskonditionierungsprozesse, Brennstoffsynthese aus<br>Synthesegas, Gaserzeugung für Brennstoffzellensysteme |

| | |
|---|---|
| | 2. Thermochemische Konversion von Biomasse, Erzeugung von Erdgassubstitut, Brennstoffzellensysteme für Erdgas und regenerative Brennstoffe |
| 14. Literatur: | • Renewable Carbon-Based Transportation Fuels, A. Bandi, M. Specht, in Landolt-Börnstein, Energy Technologies, Subvolume C: Renewable Energy, VIII/3C, p. 414 (2006)<br>• vollständiger ppt-Foliensatz<br>• ausgewählte Literatur für die Anfertigung der selbstständigen Hausarbeit |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305501 Vorlesung Kraftstoffe aus Erneuerbaren Energien<br>• 305503 Exkursion 1 zum ZSW, Abteilung Regenerative Energieträger und Verfahren: Besichtigung von Anlagen zur Erzeugung von Sekundärenergieträgern |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 36 h (= 28 h V + 8 h E)<br>Selbststudium: 54 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30551 Kraftstoffe aus Erneuerbaren Energien (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PowerPoint Präsentation |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 36750 Rationelle Wärmeversorgung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410031 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Klaus Spindler |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Technische Thermodynamik I/II<br>Wärmeübertragung |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur energieeffizienten Wärmeversorgung von Gebäuden. Sie sind mit den aktuellen Normen und Standards vertraut. Sie können den Wärme- und Feuchtetransport durch Wände berechnen und Dämmstärken durch Wirtschaftlich- keitsberechnungen optimieren. Sie können verschiedene Wärmeversorgungsanlagen energetisch, wirtschaftlich und ökologisch bewerten. Sie kennen die Vorgänge bei Verbrennungsprozessen und die Bewertungsgrößen von Heizkesseln. Sie haben einen Überblick über verschiedene Wärmeerzeugungsund Wärmerück-gewinnungssysteme und deren Effizienz. Sie können wärmetechnische Komponenten und Systeme bilanzieren und Vorschläge für einen geeigneten ressourcen-schonenden Einsatz machen. |
| 13. Inhalt: | Energiewandlungskette, Aufteilung des Endenergieeinsatzes, Treibhaus- Problematik, Klimabeeinflussung, Wärmedurchgang, Formkoeffizient, negative Isolierwirkung, Wasserdampfdiffusion, Diffusionswiderstandsfaktor, Dampfdiffusion durch geschichtete ebene Wand, Feuchtigkeitsausscheidung, Glaser- Verfahren, feuchte Luft, h,x- Diagramm, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Wärmekosten einer Zentralheizung, Kostenrechnung für Wärmedämmung, Verbrennungsprozesse, Heizwert, Brennwert, Brennstoffe, Luftüberschuss, Zusammensetzung des feuchten und trockenen Rauchgases, Rechenbeispiel für Gasheizkessel, Kennwerte für Heizkessel, Kesselwirkungsgrad, Betriebsbereitschaftsverluste, Jahresnutzungsgrad, Teillastnutzungsgrad, Wärmeerzeugungsanlagen, Brennwerttechnik, Holzpelletfeuerung, Wärme-Kraftkopplung, Wärmepumpen, Jahresheizwärme- und Jahresheizenergiebedarf, Wärmedurchgang durch Bauteile, Luftwechsel, Lüftungswärmebedarf, Fugendurchlasskoeffizient, solare Wärmegewinne, Gesamtenergiedurchlassgrad, Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen, Wärmedämmstandards, Wärmeschutzverordnung, Energieeinsparung in Gebäuden, Energieeinsparverordnung, |

| | |
|---|---|
| | Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung, Rekuperatoren, Regeneratoren, Wärmerohr, kreislaufverbundene Systeme, Rückwärmzahl, Rückfeuchtezahl, Rationelle Energienutzung in Schwimmbädern, Zentrale Wärmeversorgungskonzepte, Fernwärmeversorgung, Nahwärmeversorgung |
| 14. Literatur: | Powerpoint-Folien der Vorlesung, Datenu. Arbeitsblätter |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 367501 Vorlesung Rationelle Wärmeversorgung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium, Prüfungsvorber.: 62 h<br>Gesamt: 90h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36751 Rationelle Wärmeversorgung (BSL), Schriftlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung als powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Anwendung des Stoffes , ergänzend Tafelanschrieb u. Overhead-Folien |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 36880 Solartechnik II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410025 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Tobias Hirsch |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studenten besitzen Grundkenntnisse der Funktion konzentrierender Solartechnik zur Erzeugung von Strom und Hochtemperaturwärme, Kenntnisse der Auslegungskonzepte, Werkstoffe und Bauweisen der solarspezifischen Subkomponenten: Kollektoren, Heliostat, Absorber, Receiver und Speicher. |
| 13. Inhalt: | Einführung und allgemeine Technikübersicht<br>Potential und Markt solarthermischer Kraftwerke<br>Grundlagen der Umwandlung konzentrierter Solarstrahlung<br>Übersicht zur Parabol-Rinnen Kraftwerkstechnik<br>Übersicht zur Solar Turm Kraftwerkstechnik<br>Auslegungskonzepte für Rinnenkollektoren und Absorber<br>Auslegungskonzepte für Receiver<br>Grundlagen von Hochtemperatur-Wärmespeicher<br>Auslegungskonzepte ausgewählter Speichertechniken<br>Übersichtzu aktuellen Kraftwerksprojekten |
| 14. Literatur: | Kopie der Powerpoint-Präsentation |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 368801 Vorlesung Solartechnik II<br>• 368802 Seminar Solarkraftwerke |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:62 h<br>Gesamt: 90h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36881 Solartechnik II (BSL), Schriftlich, Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafel Anschrieb |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 30560 Praktikum Erneuerbare Thermische Energiesysteme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042400016 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Klaus Spindler<br>Thomas Brendel |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Empfohlen: Vorlesungen Thermodynamik, Solarthermie, Berechnung von Wärmeübertragern, Wärmepumpen, Brennstoffzellentechnik, Firing systems and fluegas cleaning |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | • Solarkollektor: Die Studierenden untersuchen die thermische Leistung eines Solarkollektors. Dabei werden bei unterschiedlichen Bestrahlungsstärken Messgrößen erfasst und daraus die Wirkungsgradkennlinie bestimmt.<br>• Wärmeübertrager: Es wird die Leistung eines Wärmeübertragers im Gleich- und Gegenstrombetrieb ermittelt.<br>• Wärmepumpe: Es wird die Leistungszahl einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe bei verschiedenen Betriebszuständen bestimmt.<br>• IR-Kamera: Es wird das Oberflächentemperaturfeld und der Emissionsgrad einer Modellfassade ermittelt.<br>• Brennstoffzelle: Es wird das Betriebsverhalten eines PEM-Brennstoffzellen-Hybridsystems näher untersucht.<br>• Kompressionskälteanlage: Es wird die Funktion und das Betriebsverhalten einer Kompressionskälteanlage mit verschiedenen Expansionsorganen untersucht.<br>• Diffusions- Absorptionskältemaschine: Es wird der NH3/ H2O-Absorptionsprozess mit dem Hilfsgas H2 und einer Thermosiphonpumpe untersucht.<br>• Mini-Blockheizkraftwerk: Es wird die Funktion der Kraft-Wärme-Kopplung an einem Mini-BHKW bei verschiedenen Lastzuständen untersucht. Es wird eine Gesamtenergiebilanz für das BHKW erstellt. |

| | |
|---|---|
| | • Holzverbrennung. Es werden in zwei Versuchen die Qualität der Verbrennung und die Abgasemissionen an verschiedenen Feuerungen untersucht (Partikel und Gase) |
| 14. Literatur: | • Praktikumsunterlagen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305604 Spezialisierungsfachversuch 4<br>• 305608 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 4<br>• 305607 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 3<br>• 305605 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 1<br>• 305603 Spezialisierungsfachversuch 3<br>• 305602 Spezialisierungsfachversuch 2<br>• 305601 Spezialisierungsfachversuch 1<br>• 305606 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 2 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 Stunden<br>Selbststudium: 62 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30561 Praktikum Erneuerbare Thermische Energiesysteme (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>Unbenotete Studienleistung (USL):<br>Art und Umfang der USL werden jeweils zu Beginn des Praktikums bekannt gegeben. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# 212 Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2121 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2122 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2123 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 30620 | Praktikum Feuerungs- und Kraftwerkstechnik |

# 2121 Kernfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 15440 | Firing Systems and Flue Gas Cleaning |
| 15960 | Kraftwerksanlagen |
| 30570 | Dampferzeugung |

# Modul: 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules |

| | |
|---|---|
| | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Fundamentals of Engineering Science and Natural Science, fundamentals of Mechanical Engineering, Process Engineering, Reaction Kinetics as well as Air Quality Control |
| 12. Lernziele: | The students of the module have understood the principles of heat generation with combustion plants and can assess which combustion plants for the different fuels - oil, coal, natural gas, biomass and waste - and for different capacity ranges are best suited, and how furnaces and firing systems need to be designed that a high energy efficiency with low pollutant emissions could be achieved. In addition, they know which flue gas cleaning techniques have to be applied to control the remaining pollutant emissions. Thus, the students acquired the necessary competence for the application and evaluation of air quality control measures in combustion plants for further studies in the fields of Air Quality Control, Energy and Environment and, finally, they got the competence for combustion plants' manufactures, operators and supervisory authorities. |
| 13. Inhalt: | **I: Combustion and Firing Systems:** Characterisation of fuels, combustion fundamentals, gasification principles, design of firing and gasification systems<br>**II: Flue Gas Cleaning:** Methods for dust removal, nitrogen oxide reduction (catalytic/ non-catalytic), flue gas desulfurisation (dry and wet), processes for the separation of specific pollutants. |
| 14. Literatur: | **I:**<br>• Lecture notes "Combustion and Firing Systems<br>• Skript<br>• Notes for practical work<br><br>**II:**<br>• Lecture notes Flue gas cleaning<br>• Skript<br>• Notes for practical work |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 154402 Firing Systems and Flue Gas Cleaning |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h V<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 15441 Firing Systems and Flue Gas Cleaning (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PowerPoint Presentations, Black board, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 15960 Kraftwerksanlagen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Uwe Schnell |
| 9. Dozenten: | Uwe Schnell<br>Arnim Wauschkuhn |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Thermodynamik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden des Moduls haben die Energieerzeugung mit Kohle und/oder Erdgas in Kraftwerken verstanden. Sie kennen die verschiedenen Kraftwerks-, Kombiprozesse und $CO_2$-Abscheideprozesse. Sie sind in der Lage, die Klimawirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Kraftwerksprozesse zu beurteilen und für den jeweiligen Fall die optimierte Technik anzuwenden. |
| 13. Inhalt: | **Kraftwerksanlagen I (Schnell):**<br>• Energie und $CO_2$-Emissionen, Energiebedarf und -ressourcen, $CO_2$-Anreicherungs- und Abscheideverfahren, Referenzkraftwerk auf der Basis von Stein- und Braunkohle, Wirkungsgradsteigerung durch fortgeschrittene Dampfparameter, Prinzipien des Gas- und Dampfturbinenkraftwerks. |

| | |
|---|---|
| | **Kraftwerksanlagen II (Schnell):**<br>• Erdgas-/Kohle-Kombi- und Verbundkraftwerke, Kombinierte Kraftwerksprozesse (insbes. Kohledruckvergasung), Vergleich von Kraftwerkstechnologien.<br><br>**Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik (Wauschkuhn):**<br>• Grundlagen und Methoden der Investitionsrechnung, Investitions- und Betriebskosten von Kraftwerken, Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von Kraftwerken und Beispiele zur Anwendung der Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik. |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript "Kraftwerksanlagen I"<br>• Vorlesungsmanuskript "Kraftwerksanlagen II"<br>• Vorlesungsmanuskript "Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik"<br>• Weiterführende Literaturhinweise in den Vorlesungen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 159601 Vorlesung Kraftwerksanlagen I<br>• 159602 Vorlesung Kraftwerksanlagen II<br>• 159603 Vorlesung Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 70 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 110 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 15961 Kraftwerksanlagen (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Skripte zu den Vorlesungen, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 30570 Dampferzeugung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500006 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Maschinenbau bzw. Energietechnik, Grundlagen der Wärmeübertragung |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden verstehen die Komponente "Dampferzeuger in energietechnischen Anlagen. Sie sind in der Lage, verschiedene Typen von Dampferzeugern, ihre spezifischen Eigenschaften sowie ihre Eignung für unterschiedliche energie- und kraftwerkstechnische Prozesse zu unterscheiden und zu bewerten. Ferner sind die Studierenden in der Lage, Dampferzeuger zu konzipieren und zu berechnen. |
| 13. Inhalt: | • Einführung: Historischer Überblick, Entwicklung des Wärmekraftwerks, Eigenschaften von Wasser bzw. Dampf, Kreisprozesse<br>• Übersicht Dampferzeugerbauarten: Rauchrohr- und Wasserrohr- Dampferzeuger, Verdampferprinzipien (Umlauf- und Zwangdurchlaufverdampfer, Einsatzgebiet), Ausführungsbeispiele, Abhitzedampferzeuger, Sonderbauarten<br>• Feuerungen für Dampferzeuger: Übersicht über Brennstoffe und Feuerungssysteme einschließlich Nebensysteme, elementare Verbrennungsrechnung, Stoffwerte von Rauchgasen |

| | |
|---|---|
| | • Wärme- und Strömungstechnik: Energiebilanz und Wirkungsgrad, Wärmebilanz des Wasser/Dampfsystems und der Brennkammer, Luftvorwärmung, Brennkammerdimensionierung (Belastungskennzahlen, Wärmeübertragung durch Strahlung), Bilanzierung eines Heizflächenabschnitts, Heizflächenanordnung und -gestaltung, Verdampfungsvorgang (Wärmeübergang, Siedekrisen, Druckverlust, Stabilität, Strömungsverteilung, Komponentenauslegung), Wärmeübergang durch Konvektion, Druckverlust, Möglichkeiten der Dampftemperaturregelung, rauchgasseitige Schwingungen<br>• Komponenten und Nebenanlagen: Druckteile, Tragkonstruktion, Luft- und Rauchgassystem, Komponenten zur Brennstoffzerkleinerung und -zuteilung, Komponenten der Feuerungsanlage, Systeme zur Rauchgasreinigung, Wärmeverschiebesysteme<br>• Werkstoffe und Festigkeit: Berechnung der maximalen Drücke und Temperaturen, Spannungskategorien, Spannungshypothesen und Kesselformel, Spannungsbegrenzung, Werkstoffe, Erschöpfungsrechnung<br>• Betriebsweisen, Anfahren und Dynamik: Schaltungsvarianten (für Dampfkraftwerke), Belastungsweise, dynamische Merkmale eines Kraftwerksblocks, Blockregelung und Betriebsweisen, Laständerungsvermögen, Einzelregelungen, Anlagenschutz<br>• Speisewasserchemie und Korrosion: Chemie des Arbeitsmittels Wasser/Dampf, Korrosionen an von Wasser bzw. Dampf berührten Bauteilen, Korrosionen auf der Rauchgasseite<br>• Neuere Entwicklungen: senkrechte Verdampferberohrung für Zwangdurchlaufdampferzeuger, Kohlevortrocknung, höhere Dampfzustände und Werkstoffentwicklungen, alternative Dampferzeugerkonzepte, Abwärmenutzung, Konzepte mit CO2-Abscheidung |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript "Dampferzeugung<br>• Übungsunterlagen "Dampferzeugung |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305701 Vorlesung und Übung Dampferzeugung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30571 Dampferzeugung (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen und Übungen, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# 2122 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 12440 | Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse |
| 15440 | Firing Systems and Flue Gas Cleaning |
| 15960 | Kraftwerksanlagen |
| 15970 | Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen |
| 16020 | Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme |
| 18160 | Berechnung von Wärmeübertragern |
| 28550 | Regelung von Kraftwerken und Netzen |
| 30570 | Dampferzeugung |
| 30580 | Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen |
| 30590 | Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen |

# Modul: 12440 Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500002 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Ludger Eltrop<br>Günter Scheffknecht<br>Uwe Schnell |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Technische Thermodynamik I und II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden haben die Grundlagen der Nutzung von Biomasse verstanden. Sie kennen Qualität, Verfügbarkeit und Potentiale von Biomasse, die wichtigsten Umwandlungsverfahren Verbrennung, Vergasung und Fermentation, die damit verbundenen Emissionen sowie die nachgeschalteten Prozesse zur Strom- und/oder Wärmeerzeugung. Sie können ihre erlangten Kenntnisse für die Beurteilung des verstärkten Einsatzes von Biomasse zur Energieerzeugung einsetzen. Des weiteren können sie Anlagen- und Nutzungskonzepte energetisch beurteilen und vergleichend gegenüberstellen. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | **I: Bereitstellung von biogenen Energieträgern**<br>• Biologische und verfahrenstechnische Grundlagen zur Produktion und Bereitstellung von Biomasse als Brennstoff zur energetischen Nutzung<br>• technisch-wirtschaftliche Entwicklungsperspektiven und ökologische Auswirkungen<br>• Einordnung der systemanalytischen und energiewirtschaftlichen Zusammenhänge<br>• Rahmenbedingungen einer Nutzung in Energiesystem<br>• Einführung in physikalisch-chemische und biochemische Umwandlungsverfahren<br><br>**II: Energetische Nutzung von Biomasse**<br>• Brennstofftechnische Charakterisierung von Biomasse<br>• Einführung in Verbrennungs- und Vergasungstechnologien sowie die Fermentation<br>• Emissionsverhalten und Einführung in die Abgasreinigung<br>• Einführung in die Umwandlungsverfahren zur Erzeugung von Strom und/oder Wärme |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript<br>• Lehrbuch: Kaltschmitt, M., Hartmann, H. (Hrsg.) Energie aus Biomasse,. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2009 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 124401 Vorlesung und Übung Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt:180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 12441 Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Skripte zu den Vorlesungen, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules |

| | |
|---|---|
| | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Fundamentals of Engineering Science and Natural Science, fundamentals of Mechanical Engineering, Process Engineering, Reaction Kinetics as well as Air Quality Control |
| 12. Lernziele: | The students of the module have understood the principles of heat generation with combustion plants and can assess which combustion plants for the different fuels - oil, coal, natural gas, biomass and waste - and for different capacity ranges are best suited, and how furnaces and firing systems need to be designed that a high energy efficiency with low pollutant emissions could be achieved. In addition, they know which flue gas cleaning techniques have to be applied to control the remaining pollutant emissions. Thus, the students acquired the necessary competence for the application and evaluation of air quality control measures in combustion plants for further studies in the fields of Air Quality Control, Energy and Environment and, finally, they got the competence for combustion plants' manufactures, operators and supervisory authorities. |
| 13. Inhalt: | **I: Combustion and Firing Systems:** Characterisation of fuels, combustion fundamentals, gasification principles, design of firing and gasification systems<br>**II: Flue Gas Cleaning:** Methods for dust removal, nitrogen oxide reduction (catalytic/ non-catalytic), flue gas desulfurisation (dry and wet), processes for the separation of specific pollutants. |
| 14. Literatur: | **I:**<br>• Lecture notes "Combustion and Firing Systems<br>• Skript<br>• Notes for practical work<br><br>**II:**<br>• Lecture notes Flue gas cleaning<br>• Skript<br>• Notes for practical work |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 154402 Firing Systems and Flue Gas Cleaning |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h V<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 15441 Firing Systems and Flue Gas Cleaning (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PowerPoint Presentations, Black board, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 15960 Kraftwerksanlagen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Uwe Schnell |
| 9. Dozenten: | Uwe Schnell<br>Arnim Wauschkuhn |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Thermodynamik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden des Moduls haben die Energieerzeugung mit Kohle und/oder Erdgas in Kraftwerken verstanden. Sie kennen die verschiedenen Kraftwerks-, Kombiprozesse und $CO_2$-Abscheideprozesse. Sie sind in der Lage, die Klimawirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Kraftwerksprozesse zu beurteilen und für den jeweiligen Fall die optimierte Technik anzuwenden. |
| 13. Inhalt: | **Kraftwerksanlagen I (Schnell):**<br>• Energie und $CO_2$-Emissionen, Energiebedarf und -ressourcen, $CO_2$-Anreicherungs- und Abscheideverfahren, Referenzkraftwerk auf der Basis von Stein- und Braunkohle, Wirkungsgradsteigerung durch fortgeschrittene Dampfparameter, Prinzipien des Gas- und Dampfturbinenkraftwerks. |

| | |
|---|---|
| | **Kraftwerksanlagen II (Schnell):**<br>• Erdgas-/Kohle-Kombi- und Verbundkraftwerke, Kombinierte Kraftwerksprozesse (insbes. Kohledruckvergasung), Vergleich von Kraftwerkstechnologien.<br><br>**Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik (Wauschkuhn):**<br>• Grundlagen und Methoden der Investitionsrechnung, Investitions- und Betriebskosten von Kraftwerken, Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von Kraftwerken und Beispiele zur Anwendung der Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik. |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript "Kraftwerksanlagen I"<br>• Vorlesungsmanuskript "Kraftwerksanlagen II"<br>• Vorlesungsmanuskript "Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik"<br>• Weiterführende Literaturhinweise in den Vorlesungen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 159601 Vorlesung Kraftwerksanlagen I<br>• 159602 Vorlesung Kraftwerksanlagen II<br>• 159603 Vorlesung Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 70 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 110 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 15961 Kraftwerksanlagen (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Skripte zu den Vorlesungen, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 15970 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500012 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Uwe Schnell |
| 9. Dozenten: | Uwe Schnell<br>Benedetto Risio<br>Oliver Thomas Stein |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen in Mathematik, Physik und Informatik.<br>Fundamentals of engineering sciences and profound knowledge of mathematics, physics, and information technology. |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden des Moduls haben die Prinzipien und Möglichkeiten der Modellierung und Simulation von Feuerungsanlagen sowie insbesondere der Turbulenzmodellierung verstanden. Sie können beurteilen für welchen Verwendungszweck, welche Simulationsmethode am besten geeignet ist. Sie können erste einfache Anwendungen der Verbrennungs- und Feuerungssimulation realisieren und verfügen über die Basis zur vertieften Anwendung der Methoden, z.B. in einer studentischen Arbeit.<br><br>Students will learn the principles and the possibilities of modelling and simulation of technical combustion systems. They will study which models and which simulation methods are suitable for different applications. They will be able to perform simple combustion simulations, and based on this knowledge they will have the prerequisites for applying these fundamentals, e.g. in the frame of a student's project. |
| 13. Inhalt: | I: Verbrennung und Feuerungen II (Schnell): |

| | |
|---|---|
| | Strömung, Strahlungswärmeaustausch, Brennstoffabbrand und Schadstoffentstehung in Flammen und Feuerräumen: Grundlagen, Berechnung und Modellierung.<br>II: Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik (Risio):<br>Einsatzfelder für technische Flammen in der Energie- und Verfahrenstechnik, Techniken zur Abbildung industrieller Feuerungssysteme, Aufbau und Funktion moderner Höchstleistungsrechner, Algorithmen und Programmiertechnik für die Beschreibung von technischen Flammen auf Höchstleistungsrechnern, Besuch des Virtual-Reality (VR)-Labors des HLRS und Demonstration der VR-Visualisierung für industrielle Feuerungen, Methoden zur Bestimmung der Verlässlichkeit feuerungstechnischer Vorhersagen (Validierung) an Praxis-Beispielen, Optimierung in der Feuerungstechnik: Gradientenverfahren, Evolutionäre Verfahren und Genetische Algorithmen<br>III: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge III (Stein):<br>Lösung nicht-linearer Gleichungssysteme<br>Verfahren zur Zeitdiskretisierung<br>Homogene Reaktoren<br>Eindimensionale Reaktoren/Flammen<br>I: Combustion and Firing Systems II (Schnell):<br>Fundamentals of model descriptions for turbulent reacting fluid flow, radiative heat transfer, combustion of fuels, and pollutant formation in flames and furnaces.<br>II: Simulation and Optimization Methods for Combustion Systems (Risio):<br>Applications of technical flames in energy technology and process engineering, techniques for mapping of industrial combustion systems on computers, design and operation of state-of-the art super computers at HLRS University of Stuttgart, algorithms and programming paradigms for modelling technical flames on super computers, visit of the Virtual Reality (VR) laboratory at HLRS, demonstration of VR visualization of industrial flames, methods for determining the reliability of predictions (validation) using exemplary technical flames, and optimization methods (gradient methods, evolutionary methods and genetic algorithms).<br>III: Fundamentals of Technical Combustion Processes III (Stein):<br>Solution of non-linear equation systems<br>Methods for temporal discretization<br>Homogeneous reactors<br>One-dimensional reactors/flames |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript "Verbrennung und Feuerungen II"<br>• Vorlesungsmanuskript "Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik"<br>• Vorlesungsfolien "Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge III<br>• S.R. Turns, An Introduction to Combustion: Concepts and Applications, 2nd Edition, McGraw Hill (2006)<br>• J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, Verbrennung, 4th Edition, Springer (2010)<br>• J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer (2002) |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 159701 Vorlesung Verbrennung und Feuerungen II<br>• 159702 Vorlesung Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik<br>• 159703 Vorlesung Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge III |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 62 h<br>Selbststudium: 118 h<br>Gesamt: 180 h<br>Time of attendance: 62 hrs<br>Time outside classes: 118 hrs<br>Total time: 180 hrs |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 15971 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen und Praktikum, ILIAS, Computeranwendungen |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410042 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Friedrich |
| 9. Dozenten: | Andreas Friedrich |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Abgeschlossenes Grundstudium und Grundkenntnisse Ingenieurwesen |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/-innen verstehen das Prinzip der elektrochemischen Energiewandlung und können austhermodynamischen Daten Zellspannungen und theoretische Wirkungsgrade ermitteln. Die Teilnehmer/-innen kennen die wichtigsten Werkstoffe und Materialien in der Brennstoffzellentechnik und können die Funktionsanforderungen benennen. Die Teilnehmer/innen beherrschen die mathematischen |

| | |
|---|---|
| | Zusammenhänge, um Verluste in Brennstoffzellen zu ermitteln und technische Wirkungsgrade zu bestimmen. Sie kennen die wichtigsten Untersuchungsmethoden für Brennstoffzellen und Brennstoffzellensystemen. Die Teilnehmer/-innen können die wichtigsten Anwendungsbereiche von Brennstoffzellensystemen und ihre Anforderungen benennen. Sie besitzen die Fähigkeit, typische Systemauslegungsaufgaben zu lösen. Die Teilnehmer/-innen verstehen die grundlegenden Veränderungen und Triebkräfte der relevanten Märkte, die zu der Entwicklung von Brennstoffzellen und der Einführung einer Wasserstoffinfrastruktur führen. |
| 13. Inhalt: | • **Einführung in die Energietechnik,** Entwicklung nachhaltiger Energietechnologien, Erscheinungsformen der Energie, Energieumwandlungsketten, Elektrochemische Energieerzeugung: - Systematik -<br>• **Thermodynamische Grundlagen** der elektrochemischen Energieumwandlung, Chemische Thermodynamik: Grundlagen und Zusammenhänge, Elektrochemische Potentiale und die freie Enthalpie DeltaG, Wirkungsgrad der elektrochemischen Stromerzeugung, Druckabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale / Zellspannungen,Temperaturabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale<br>• **Aufbau und Funktion von Brennstoffzellen,** Komponenten: Anforderungen und Eigenschaften, Elektrolyt: Eigenschaften verschiedener Elektrolyte, Elektrochemische Reaktionsschicht von Gasdiffusionselektroden, Gasdiffusionsschicht, Stromkollektor und Gasverteiler, Stacktechnologie<br>• **Technischer Wirkun gsgrad** , Strom-Spannungskennlinien von Brennstoffzellen, U(i)-Kennlinien, Transporthemmungen und Grenzströme, zweidimensionale Betrachtung der Transporthemmungen, Ohm`scher Bereich der Kennlinie, Elektrochemische Überspannungen: Reaktionskinetik und Katalyse, experimentelle Bestimmungeinzelner Verlustanteile<br><br>**Technik und Systeme (SS):**<br>• **Überblick:** Einsatzgebiete von Brennstoffzellensystemen, stationär, mobil, portabel<br>• **Brennstoffzellensysteme ,** Niedertemperaturbrennstoffzellen, Alkalische Brennstoffzellen, Phosphorsaure Brennstoffzellen, Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen, Direktmethanol-Brennstoffzellen, Hochtemperaturbrennstoffzellen, Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen, Oxidkeramische Brennstoffzellen<br>• **Einsatzbereiche von Brennstoffzellensystemen,** Verkehr: Automobilsystem, Auxiliary Power Unit (APU), Luftfahrt, stationäre Anwendung: Dezentrale Blockheizkraftwerke, Hausenergieversorgung, Portable Anwendung: Elektronik, Tragbare Stromversorgung, Netzunabhängige Stromversorgung<br>• **Brenngasbereitstellung und Systemtechnik** , Wasserstoffherstellung: Methoden, Reformierung, Systemtechnik und Wärmebilanzen,<br>• **Ganzheitliche Bilanzierung** , Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Perspektiven der Brennstoffzellentechnologien |
| 14. Literatur: | • Vorlesungszusammenfassungen,<br><br>empfohlene Literatur: |

| | |
|---|---|
| | • P. Kurzweil, Brennstoffzellentechnik, Vieweg Verlag Wiesbaden, ISBN 3-528-03965-5 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 160201 Vorlesung Grundlagen Brennstoffzellentechnik<br>• 160202 Vorlesung Brennstoffzellentechnik, Technik und Systeme |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 16021 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Kombination aus Multimediapräsentation, Tafelanschrieb und Übungen. |
| 20. Angeboten von: | Brennstoffzellentechnik |

# Modul: 18160 Berechnung von Wärmeübertragern

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410030 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Wolfgang Heidemann |
| 9. Dozenten: | Wolfgang Heidemann |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>→ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>→ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>→ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |

| | |
|---|---|
| | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Wärme- und Stoffübertragung |
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br>Die Studierenden<br>• kennen die Grundgesetze derWärmeübertragung und der Strömungen<br>• sind in der Lage die Grundlagen inForm von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden<br>• kennen unterschiedliche Methodenzur Berechnung von Wärmeübertragern<br>• kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertragerbauformen |
| 13. Inhalt: | Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieursausbildung durch Vermittlung von Fachwissen für die Berechnung von Wärmeübertragern zu leisten.<br>Die Lehrveranstaltung<br>• zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis,<br>• vermittelt die Grundlagen zurBerechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode<br>• behandelt Sonderbauformen undSpezialprobleme(Wärmeverluste),<br>• vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und imMantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung,Kondensation, Verdampfung),<br>• führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände,Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren),<br>• behandelt die Bestimmung vonDruckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen<br>• vermittelt die Berechnung vonRegeneratoren |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript,<br>• empfohlene Literatur: VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern<br>• 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 18161 Berechnung von Wärmeübertragern (PL), Schriftlich, 70 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung: Beamerpräsentation<br>Übung: Overhead-Projektoranschrieb, Online-Demonstration von Berechnungssoftware |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 28550 Regelung von Kraftwerken und Netzen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500042 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Hendrik Lens |
| 9. Dozenten: | Hendrik Lens |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Keine zwingenden Voraussetzungen.<br>Grundlagen der Systemdynamik und/oder der Regelungstechnik sind von Vorteil. |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Absolventen des Moduls kennen und verstehen die Zusammenhänge der Dynamik des Stromversorgungssystems in Bezug auf das Netz, die Erzeugung und die Verbraucher.<br>Sie kennen und verstehen die Regelungsaufgaben im Bereich der Stromerzeugung. Sie sind mit dem aktuellen Stand der Technik in Bezug auf die Standard-Regelaufgaben in der Stromerzeugung vertraut und können bestehende Regelungen und ihre Auswirkungen auf das Verbundsystem bewerten. |
| 13. Inhalt: | • Einführung<br>• Aufbau von elektrischen Energieversorgungssystemen<br>• Kontinentaleuropäisches Verbundsystem<br>• Kurzeinführung in dynamische Übertragungsglieder und Regelungen<br>• Leistungs-Frequenzregelung<br>• Spannungs-Blindleistungsregelung<br>• Lastflussrechnung<br>• Dynamik und Regelung von<br><br>• thermischen Kraftwerken<br>• Kernkraftwerken<br>• Wasserkraftwerken<br>• Windenergieanlagen<br>• solarthermischen Kraftwerken<br>• Verbrauchern<br>• Netzbetriebsmitteln<br><br>• Dezentrale Anlagen<br>• Speicherung von elektrischer Energie<br><br>Es werden im Rahmen der Vorlesungen drei Übungen angeboten, davon findet eine Übung am Rechner statt. |
| 14. Literatur: | Zur weiteren Vertiefung:<br>• VDI/VDE-Richtlinienreihe 35xx,<br>• Nationale und internationale Netzcodes (TransmissionCode, DistributionCode, UCTE Operation Handbook)<br>• Schwab, A. J.: Elektroenergiesysteme. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012<br>• Crastan, V.: Elektrische Energieversorgung (1-3). Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012<br>• Klefenz, G.: Die Regelung von Dampfkraftwerken. 4. Auflage, BI Wissenschaftsverlag, Mannheim 1991<br>• Kundur, Prabha S; Balu, Neal J: Power system stability and control. New York, NY: McGraw-Hill, 1994 (The EPRI power system engineering series) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 285501 Vorlesung Regelung von Kraftwerken und Netzen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 60 Stunden<br>Selbststudium: 120 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 28551 Regelung von Kraftwerken und Netzen (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Präsentation, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 30570 Dampferzeugung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500006 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Maschinenbau bzw. Energietechnik, Grundlagen der Wärmeübertragung |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden verstehen die Komponente "Dampferzeuger in energietechnischen Anlagen. Sie sind in der Lage, verschiedene Typen von Dampferzeugern, ihre spezifischen Eigenschaften sowie ihre Eignung für unterschiedliche energie- und kraftwerkstechnische Prozesse zu unterscheiden und zu bewerten. Ferner sind die Studierenden in der Lage, Dampferzeuger zu konzipieren und zu berechnen. |
| 13. Inhalt: | • Einführung: Historischer Überblick, Entwicklung des Wärmekraftwerks, Eigenschaften von Wasser bzw. Dampf, Kreisprozesse<br>• Übersicht Dampferzeugerbauarten: Rauchrohr- und Wasserrohr- Dampferzeuger, Verdampferprinzipien (Umlauf- und Zwangdurchlaufverdampfer, Einsatzgebiet), Ausführungsbeispiele, Abhitzedampferzeuger, Sonderbauarten<br>• Feuerungen für Dampferzeuger: Übersicht über Brennstoffe und Feuerungssysteme einschließlich Nebensysteme, elementare Verbrennungsrechnung, Stoffwerte von Rauchgasen |

| | |
|---|---|
| | • Wärme- und Strömungstechnik: Energiebilanz und Wirkungsgrad, Wärmebilanz des Wasser/Dampfsystems und der Brennkammer, Luftvorwärmung, Brennkammerdimensionierung (Belastungskennzahlen, Wärmeübertragung durch Strahlung), Bilanzierung eines Heizflächenabschnitts, Heizflächenanordnung und -gestaltung, Verdampfungsvorgang (Wärmeübergang, Siedekrisen, Druckverlust, Stabilität, Strömungsverteilung, Komponentenauslegung), Wärmeübergang durch Konvektion, Druckverlust, Möglichkeiten der Dampftemperaturregelung, rauchgasseitige Schwingungen<br>• Komponenten und Nebenanlagen: Druckteile, Tragkonstruktion, Luft- und Rauchgassystem, Komponenten zur Brennstoffzerkleinerung und -zuteilung, Komponenten der Feuerungsanlage, Systeme zur Rauchgasreinigung, Wärmeverschiebesysteme<br>• Werkstoffe und Festigkeit: Berechnung der maximalen Drücke und Temperaturen, Spannungskategorien, Spannungshypothesen und Kesselformel, Spannungsbegrenzung, Werkstoffe, Erschöpfungsrechnung<br>• Betriebsweisen, Anfahren und Dynamik: Schaltungsvarianten (für Dampfkraftwerke), Belastungsweise, dynamische Merkmale eines Kraftwerksblocks, Blockregelung und Betriebsweisen, Laständerungsvermögen, Einzelregelungen, Anlagenschutz<br>• Speisewasserchemie und Korrosion: Chemie des Arbeitsmittels Wasser/Dampf, Korrosionen an von Wasser bzw. Dampf berührten Bauteilen, Korrosionen auf der Rauchgasseite<br>• Neuere Entwicklungen: senkrechte Verdampferberohrung für Zwangdurchlaufdampferzeuger, Kohlevortrocknung, höhere Dampfzustände und Werkstoffentwicklungen, alternative Dampferzeugerkonzepte, Abwärmenutzung, Konzepte mit CO2-Abscheidung |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript "Dampferzeugung<br>• Übungsunterlagen "Dampferzeugung |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305701 Vorlesung und Übung Dampferzeugung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30571 Dampferzeugung (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen und Übungen, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 30580 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042200102 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Oliver Thomas Stein |
| 9. Dozenten: | Oliver Thomas Stein |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Fundierte Grundlagen in Thermodynamik, Chemie, Mathematik, Physik, Informatik<br>Vertiefungsmodul: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge I + II (begleitend) |
| 12. Lernziele: | Studierende kennen die Grundlagen der numerischen Simulation vereinfachter Verbrennungsprozesse. Sie haben erste Erfahrungen mit der Modellbildung von Verbrennungssystemen und deren Implementierung. Sie können selbstständig einfachste Verbrennungsreaktoren programmieren, und Simulationen durchführen und die Ergebnisse auswerten. Diese Fähigkeiten sind zur Vertiefung in Form von Studien-/Masterarbeiten geeignet. |
| 13. Inhalt: | - Wiederholung der Grundlagen der Verbrennung<br>- Vereinfachte Reaktormodelle: Durchflussreaktoren, Chargenreaktoren, ideale Rührreaktoren, konstante Druck-/ Volumenreaktoren |

| | |
|---|---|
| | - Grundlagen der numerischen Simulation: Modellbildung, Diskretisierung, Implementierung<br>- Orts-/Zeitdiskretisierung, Anfangs-/Randbedingungen, explizite/ implizite Lösungsverfahren<br>- Übung: Implementierung und Simulation einfacher Verbrennungssysteme in Matlab |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsfolien<br>• S.R. Turns, An Introduction to Combustion: Concepts and Applications, 2nd Edition, McGraw Hill (2006)<br>• J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, Verbrennung, 4th Edition, Springer (2010)<br>• J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer (2002) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305801 Vorlesung Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen<br>• 305802 Computerübungen in Kleingruppen Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:<br>1) Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Vorlesung: 2.0 SWS = 28 Stunden<br>2) Computerübungen in Kleingruppen Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Computerübungen (in Kleingruppen): 3.0 SWS = 42 Stunden<br>- Summe Präsenzzeit: 70 Stunden<br>- Selbststudium: 110 Stunden<br>- Gesamt: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30581 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1<br>unbenotete Prüfungsvorleistung: Computerübungen |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Computeranwendungen |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# Modul: 30590 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042200103 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Oliver Thomas Stein |
| 9. Dozenten: | Oliver Thomas Stein |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Vertiefungsmodul: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge I + II<br>• Modul: Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden haben sich mit der Komplexität der Modellierung sowohl vereinfachter, als auch angewandter Verbrennungssysteme auseinandergesetzt. Sie sind mit den Grundzügen der Turbulenz und deren numerischer Simulation vertraut. Sie kennen verschiedene Ansätze zur Modellierung technischer Flammen und sind in der Lage dieses Wissen in vertiefenden Arbeiten umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | • Einführung in die Softwareumgebung: Linux, C++, OpenFOAM<br>• Einführung in CFD, Anwendungsbereiche<br>• Erhaltungsgleichungen: Herleitung, Bedeutung, Formen |

| | |
|---|---|
| | • Turbulenz: Phänomenologie und Modellierung (RANS, LES, DNS)<br>• Verbrennungsmodellierung: laminar/turbulent<br>• Numerische Verfahren: Finite Volumen Methode, Lösungsalgorithmen<br><br>Übung: Implementierung, Simulation und Ergebnisanalyse mit OpenFOAM |
| 14. Literatur: | • Lecture slides<br>• H.K. Versteeg, W. Malalasekera, „An Introduction to Computational Fluid Dynamics, The Finite Volume Method“, Pearson/Prentice Hall (2007)<br>• J.H. Ferziger, M. Peric, „Computational Methods for Fluid Dynamics“, Springer (2002) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305902 Computerübungen in Kleingruppen Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen<br>• 305901 Vorlesung Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:<br>1) Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen, Vorlesung: 2.0 SWS = 28 Stunden<br>2) Computerübungen Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen (in Kleingruppen): 3.0 SWS = 42 Stunden<br>• Summe Präsenzzeit: 70 Stunden<br>• Selbststudium: 110 Stunden<br>• Gesamt: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30591 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1<br>unbenotete Prüfungsvorleistung: Computerübungen |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Computeranwendungen |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# 2123 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 30530 | Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe |
| 30540 | Dampfturbinentechnologie |
| 30610 | Regelungstechnik für Kraftwerke |
| 36790 | Thermal Waste Treatment |
| 36860 | Konstruktion von Wärmeübertragern |
| 36880 | Solartechnik II |

# Modul: 30530 Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042200003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Kronenburg |
| 9. Dozenten: | Andreas Kronenburg |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Thermodynamik |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer kennen die chemisch-physikalischen Grundlagen der Verbrennung und der Entstehung von Schadstoffen beim Verbrennungsprozess. Die Teilnehmer erwerben die Kompetenz, Umweltauswirkungen von Energiewandlungen quantitativ ermitteln und bewerten zu können. |
| 13. Inhalt: | **Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe:**<br>• Die chemischen und physikalische Grundlagen der Verbrennung<br>• Laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:<br>• Flammenstruktur und -geschwindigkeit<br>• Erhaltungsgleichungen für Masse, Energie und Geschwindigkeit<br>• Turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:<br>• Gleichungssysteme<br>• Modellierungsstrategien<br>• Entstehung von Schadstoffen |
| 14. Literatur: | Vorlesungsmanuskript<br>S.R. Turns, An Introduction to Combustion, 2nd Edition, McGrawHill, 2000<br>J. Warnatz, U.Maas, R.W.Dibble Verbrennung, 3. Auflage, Springer, 2001 |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305301 Vorlesung Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 h<br>Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: 69 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30531 Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# Modul: 30540 Dampfturbinentechnologie

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042310016 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Norbert Sürken |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Technische Thermodynamik I+II,<br>Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br><br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der physikalischen und technischen Vorgänge in Dampfkraftwerken und Dampfturbinen<br>• beherrscht die Thermodynamik des zugrundeliegenden Clausius-Rankine-Prozesses<br>• ist in der Lage, die Funktionsprinzipen der wesentlichen Dampfturbinen- Komponenten und deren Zusammenwirken zu erkennen und zu analysieren<br>• erkennt die technischen Grenzen der verschieden Turbinen-Bauarten und kann diese begründen |
| 13. Inhalt: | • Energieressourcen<br><br>• Marktentwicklungen für Kraftwerke |

| | |
|---|---|
| | • Historische Entwicklung der Dampfturbine<br>• Dampfturbinenhersteller<br>• Einsatzspektrum<br>• Thermodynamischer Arbeitsprozess<br>• Arbeitsverfahren und Bauarten<br>• Leistungsregelung<br>• Beschaufelungen<br>• Betriebszustände<br>• Turbinenläufer und Turbinengehäuse<br>• Systemtechnik und Regelung<br>• Werkstofftechnik |
| 14. Literatur: | • Bell, R., Dampfturbinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>• Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, 4. Aufl., Bd. 1 u. 2, Springer 2001<br>• Dietzel, F., Dampfturbinen, 3. Aufl., Hanser 1980 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305401 Vorlesung Dampfturbinentechnologie |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30541 Dampfturbinentechnologie (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, Vorlesungsmanuskript |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 30610 Regelungstechnik für Kraftwerke

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500043 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Hendrik Lens |
| 9. Dozenten: | Hendrik Lens |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Empfohlen:<br>• Grundlagen der Thermodynamik<br>• Grundlagen der Systemdynamik und/oder Regelungstechnik |
| 12. Lernziele: | Die Absolventen des Moduls verstehen den Aufbau und die Funktionsweise des Automatisierungssystems eines komplexen verfahrenstechnischen thermischen Kraftwerksprozesses.<br>Neben den Grundlagen der Prozessautomatisierung erhalten sie Einblick in die Auslegung und Umsetzung moderner Regelungskonzepte in bestehenden thermischen und hydraulischen Kraftwerksanlagen. Sie kennen in diesem Zusammenhang den Einsatz von klassischen regelungstechnischen Methoden, von Zustandsreglern und -beobachtern sowie von modellprädiktiven Ansätzen und können diese zum Teil anwenden.<br>Sie sind außerdem vertraut mit der Regelung von Erzeugungsanlagen, die mittels Leistungselektronik mit dem Netz gekoppelt sind. |
| 13. Inhalt: | Die Vorlesung behandelt Konzepte für die Regelung von Kraftwerken. Dabei wird sowohl auf die Regelung der Leistung als auch auf unterlagerte Regelkreise eingegangen. Betrachtet werden sowohl Kraftwerke, die über eine Turbine und einen Generator am Netz angeschlossen sind, als auch Kraftwerke, die mit Leistungselektronik gekoppelt sind.<br>Inhalte:<br>• Thermische Kraftwerke<br>• Hydraulische Kraftwerke |

| | |
|---|---|
| | • Stromerzeugungsanlagen, die über Leistungselektronik am Netz angeschlossen sind<br>• Besuch des Heizkraftwerks |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsfolien<br>• Lehrbücher<br>• Richtlinien |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306101 Vorlesung Regelungstechnik für Kraftwerke |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30611 Regelungstechnik für Kraftwerke (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Präsentationsfolien und Tafelanschrieb, Führung durch das Heizkraftwerk |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 36790 Thermal Waste Treatment

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500031 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Hans-Joachim Gehrmann |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Knowledge of chemical and mechanical engineering, combustion and waste economics |
| 12. Lernziele: | The students know about the different technologies for thermal waste treatment which are used in plants worldwide: The functions of the facilities of thermal treatment plan and the combination for an efficient planning are present. They are able to select the appropriate treatment system according to the given frame conditions. They have the competence for the first calculation and design of a thermal treatment plant including the decision regarding firing system and flue gas cleaning. |
| 13. Inhalt: | In addition to an overview about the waste treatment possibilities, the students get a detailed insight to the different kinds of thermal waste treatment. The legal aspects for thermal treatment plants regarding operation of the plants and emission limits are part of the lecture as well as the basic combustion processes and calculations.<br>**I: Thermal Waste Treatment:**<br>Legal and statistical aspects of thermal waste treatment<br>Development and state of the art of the different technologies for thermal waste treatment<br>Firing system for thermal waste treatment |

| | |
|---|---|
| | Technologies for flue gas treatment and observation of emission limits<br>Flue gas cleaning systems<br>Calculations of waste combustion<br>Calculations for thermal waste treatment<br>Calculations for design of a plant<br>**II: Excursion:**<br>Thermal Waste Treatment Plant |
| 14. Literatur: | Lecture Script |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 367901 Vorlesung Thermal Waste Treatment<br>• 367902 Exkursion Thermal Waste Treatment Plant |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 36 h (=28 h V + 8 h E)<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 54 h<br>Gesamt: 90h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36791 Thermal Waste Treatment (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PowerPoint Presentations, Excursion, Black board, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 36860 Konstruktion von Wärmeübertragern

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410035 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Klaus Spindler<br>Wolfgang Heidemann |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Wärme- und Stoffübertragung |
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br><br>• Kenntnis der verschiedenen Bauformen von Wärmeübertragern und deren Einsatzmöglichkeiten<br>• Kenntnis der Werkstoffe Kupfer, Stähle, Aluminium, Glas, Kunststoffe, Graphit hinsichtlich Verarbeitbarkeit, Korrosion, Temperatur- und Druckbereich, Verschmutzung<br>• Konstruktive Detaillösungen für Rohrverbindungen, Mantel, Stutzen, Dichtungen, Dehnungsausgleich, etc.<br>• Kenntnis der Fertigungsverfahren<br>• Vorgehensweise für Auslegungen<br>• Kenntnis einschlägiger Normen und Standards |
| 13. Inhalt: | - Glatt- und Rippenrohre für Wärmeübertrager<br>- Rohrbündelwärmeübertrager<br>- Kupfer als Werkstoff im Apparatebau<br>- Technologie und Einsatzbereiche von Plattenwärmeübertrager<br>- Aussen- und innenberippte Aluminiumrohre für Wärmeübertrager<br>- Spezialwärmeübertrager für hochkorrosive Anwendungen<br>- Wärmeübertrager aus Kunststoff<br>- Graphit-Wärmeübertrager<br>- Auslegung und Anwendung von Lamellenrohrverdampfern<br>- Regenerative Wärmerückgewinnung<br>- Wärmeübertrager in Fahrzeugen<br>- Auslegung und Wirtschaftlichkeit von Kühltürmen |

| | |
|---|---|
| | - Fertigung von Wärmeübertragern<br>- Verschmutzung und Reinigung von Wärmeübertragern |
| 14. Literatur: | Vorlesungsunterlagen,<br>VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 368601 Vorlesung Konstruktion von Wärmeübertragern |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium/Nacharbeitung 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36861 Konstruktion von Wärmeübertragern (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Powerpoint-Präsentation ergänzt um Tafelskizzen und Overheadfolien |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 36880 Solartechnik II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410025 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Tobias Hirsch |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studenten besitzen Grundkenntnisse der Funktion konzentrierender Solartechnik zur Erzeugung von Strom und Hochtemperaturwärme, Kenntnisse der Auslegungskonzepte, Werkstoffe und Bauweisen der solarspezifischen Subkomponenten: Kollektoren, Heliostat, Absorber, Receiver und Speicher. |
| 13. Inhalt: | Einführung und allgemeine Technikübersicht<br>Potential und Markt solarthermischer Kraftwerke<br>Grundlagen der Umwandlung konzentrierter Solarstrahlung<br>Übersicht zur Parabol-Rinnen Kraftwerkstechnik<br>Übersicht zur Solar Turm Kraftwerkstechnik<br>Auslegungskonzepte für Rinnenkollektoren und Absorber<br>Auslegungskonzepte für Receiver<br>Grundlagen von Hochtemperatur-Wärmespeicher<br>Auslegungskonzepte ausgewählter Speichertechniken<br>Übersichtzu aktuellen Kraftwerksprojekten |
| 14. Literatur: | Kopie der Powerpoint-Präsentation |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 368801 Vorlesung Solartechnik II<br>• 368802 Seminar Solarkraftwerke |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:62 h<br>Gesamt: 90h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36881 Solartechnik II (BSL), Schriftlich, Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafel Anschrieb |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 30620 Praktikum Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500007 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 0 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014,<br>➞ Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Spezialisierungsfach Feuerungs- und Kraftwerkstechnik |
| 12. Lernziele: | Praktische Vertiefung der in den Vorlesungen vermittelten Lehrinhalte |
| 13. Inhalt: | Es sind folgende **4 Spezialisierungsfachversuche** zu belegen, dazu ist jeweils eine Ausarbeitung anzufertigen:<br>1) Bestimmung des Staubgehalts an einer Holzfeuerung (IFK)<br>2) Numerische Simulation einer Kraftwerksfeuerung (IFK)<br>3) Wirkungsgradberechnung des Heizkraftwerks der Universität Stuttgart (IFK)<br>4) Charakterisierung von Staubpartikeln mittels Laserbeugungsverfahren (IFK)<br><br>*Versuchsbeispiel:* Bestimmung des Staubgehalts an einer Holzfeuerung<br>Emissionen aus Feuerungen tragen neben dem Kraftfahrzeugverkehr und industriellen<br>Quellen zur anthropogenen Luftverunreinigung bei. Die Emissionen an Schadstoffen bestehen<br>hier aus Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Partikeln, Kohlenwasserstoffverbindungen und Stickstoffoxiden.<br>Zur Erfassung der Staubemissionen sind verschiedene diskontinuierlich und kontinuierlich arbeitende Messverfahren entwickelt worden, die in diesem Praktikumsversuch angewendet werden. Im Anschluss an die Messung wird ein Diagramm erstellt, in dem die Konzentrationswerte über der Abbrandzeit aufgetragen werden.<br>**4 weitere Versuche** sind aus dem Angebot des **Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB)** zu absolvieren: |

| | |
|---|---|
| | • APMB 1<br>• APMB 2<br>• APMB 3<br>• APMB 4 |
| 14. Literatur: | Praktikumsunterlagen (online verfügbar) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306207 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3<br>• 306208 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4<br>• 306206 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2<br>• 306205 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1<br>• 306204 Spezialisierungsfachversuch4<br>• 306203 Spezialisierungsfachversuch3<br>• 306202 Spezialisierungsfachversuch2<br>• 306201 Spezialisierungsfachversuch1 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 30 Stunden<br>Selbststudium: 60 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30621 Praktikum Feuerungs- und Kraftwerkstechnik (USL), Sonstige, Gewichtung: 1<br>Schriftliche Ausarbeitung |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# 213 Gebäudeenergetik

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2131 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2132 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2133 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 30680 | Praktikum Gebäudeenergetik |

# 2131 Kernfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 13060 | Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik |
| 30630 | Heiz- und Raumlufttechnik |

# Modul: 13060 Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Compulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Pflichtfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Höhere Mathematik I + II<br>• Technische Mechanik I + II |
| 12. Lernziele: | Im Modul Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik haben die Studenten die Anlagen und deren Systematik der Heizung, Lüftung und Klimatisierung von Räumen kennen gelernt und die zugehörigen ingenieurwissenschaftlichen Grundkenntnisse erworben. Auf dieser Basis können Sie grundlegende Auslegungen der Anlagen vornehmen.<br>Erworbene **Kompetenzen:**<br>Die Studenten<br>• sind mit den grundlegenden Methoden zur Anlagenauslegung vertraut,<br>• kennen die thermodynamischen Grundoperationen der Behandlung feuchter Luft, der Verbrennung und des Wärme- und Stofftransportes<br>• verstehen den Zusammenhang zwischen Anlagenauslegung und<br>• funktion und den Innenlasten, den meteorologischen Randbedingungen und der thermischen sowie lufthygienischen Behaglichkeit |
| 13. Inhalt: | • Systematik der heiz- und rumlufttechnischen Anlagen<br>• Strömung in Kanälen und Räumen<br>• Wärmeübergang durch Konvektion und Temperaturstrahlung<br>• Wärmeleitung<br>• Thermodynamik feuchter Luft<br>• Verbrennung<br>• meteorologische Grundlagen<br>• Anlagenauslegung<br>• thermische und lufthygienische Behaglichkeit |
| 14. Literatur: | • Recknagel, H., Sprenger, E., Schramek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, Oldenbourg Industrieverlag,München, 2007<br>• Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimatechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994 |

| | |
|---|---|
| | • Rietschel, H., Raumklimatechnik Band 3: Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004<br>• Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3.Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1981<br>• Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998<br>• Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik: Lehrbuch der Klimatechnik, Bd.1-Grundlagen. Bd.2-berechnung und Regelung. Bd.3-Bauelemente. Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1974-1977<br>• Knabe,G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 130601 Vorlesung und Übung Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 13061 Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesungsskript |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# Modul: 30630 Heiz- und Raumlufttechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Pflichtfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik |
| 12. Lernziele: | Im Modul Heiz- und Raumlufttechnik haben die Studenten alle Anlagenkomponenten der Heizund<br>Raumlufttechnik kennen gelernt und die zugehörigen ingenieurwissenschaftlichen Grundkenntnisse<br>erworben. Auf der Basis können sie die Komponenten und Apparate auswählen und auslegen.<br><br>Erworbene **Kompetenzen** :<br>Die Studenten<br>Sind mit den Systemlösungen und Auslegungen der Komponenten vertraut<br>Können für gegebene Anforderungen die Systemlösung konzipieren, die Anlagenkomponenten auswählen und auslegen |
| 13. Inhalt: | Berechnung, Konstruktion und Betriebsverhalten von Anlagenelementen<br>Raumheiz- und -kühlflächen<br>Luftdurchlässe, Luftkanäle<br>Apparate zur Luftbehandlung<br>Rohrnetz, Armaturen, Pumpen |

| | |
|---|---|
| | Kessel, Wärmepumpe, Kältemaschine<br>Aufbau, Betriebsverhalten und Energiebedarf von Heiz- und RLT-Anlagen sowie Solarsystemen<br>Abnahme von Leitungsmessungen |
| 14. Literatur: | - Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimatechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994<br>- Rietschel, H., Raumklimatechnik Band 3: Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004<br>- Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung,3. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1981<br>- Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag,1998<br>- Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306302 Praktikum Heiz- und Raumlufttechnik<br>• 306301 Vorlesung Heiz- und Raumlufttechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30632 Heiz- und Raumlufttechnik mündlich (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesungsskript |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# 2132 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 30630 | Heiz- und Raumlufttechnik |
| | 30640 | Energetische Anlagenbewertung und Lüftungskonzepte |

# Modul: 30630 Heiz- und Raumlufttechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Pflichtfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik |
| 12. Lernziele: | Im Modul Heiz- und Raumlufttechnik haben die Studenten alle Anlagenkomponenten der Heizund<br>Raumlufttechnik kennen gelernt und die zugehörigen ingenieurwissenschaftlichen Grundkenntnisse<br>erworben. Auf der Basis können sie die Komponenten und Apparate auswählen und auslegen.<br><br>Erworbene **Kompetenzen** :<br>Die Studenten<br>Sind mit den Systemlösungen und Auslegungen der Komponenten vertraut<br>Können für gegebene Anforderungen die Systemlösung konzipieren, die Anlagenkomponenten auswählen und auslegen |
| 13. Inhalt: | Berechnung, Konstruktion und Betriebsverhalten von Anlagenelementen<br>Raumheiz- und -kühlflächen<br>Luftdurchlässe, Luftkanäle<br>Apparate zur Luftbehandlung<br>Rohrnetz, Armaturen, Pumpen |

| | |
|---|---|
| | Kessel, Wärmepumpe, Kältemaschine<br>Aufbau, Betriebsverhalten und Energiebedarf von Heiz- und RLT-Anlagen sowie Solarsystemen<br>Abnahme von Leitungsmessungen |
| 14. Literatur: | - Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimatechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994<br>- Rietschel, H., Raumklimatechnik Band 3: Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004<br>- Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung,3. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1981<br>- Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag,1998<br>- Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306302 Praktikum Heiz- und Raumlufttechnik<br>• 306301 Vorlesung Heiz- und Raumlufttechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30632 Heiz- und Raumlufttechnik mündlich (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesungsskript |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# Modul: 30640 Energetische Anlagenbewertung und Lüftungskonzepte

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310008 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Im Modul Energetische Anlagenbewertung und Lüftungskonzepte haben die Studenten im Teil 1<br>die Systematik energetischer Anlagen differenziert nach Ein- und Mehrwegeprozesse und die Methoden<br>zu deren energetischer Bewertung kennen gelernt. Im Teil 2 die Systematik der Lösungen zur<br>Luftreinhaltung am Arbeitsplatz sowie dazu erforderlichen Anlagen kennen gelernt und die zugehörigen<br>ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen erworben.<br><br>Erworbene **Kompetenzen** :<br>Die Studenten<br>sind mit den Anlagen der Energiewandlung vertraut,<br>beherrschen die Methoden zur Bewertung<br>kennen die Einbettung in übergeordnete gekoppelte und entkoppelte Versorgungssysteme<br>sind mit den Methoden zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz vertraut,<br>können für die jeweiligen Anforderungen die technischen Lösungen konzipieren,<br>können die notwendigen Anlagen auslegene |
| 13. Inhalt: | Energietechnische Begriffe<br>Energietechnische Bewertungsverfahren<br>Einwegprozess zur Wärme- und Stromerzeugung<br>Mehrwegprozesse zur gekoppelten Erzeugung und zur Nutzung von Umweltenergien<br>Arten, Ausbreitung und Grenzwerte von Luftfremdstoffen<br>Bewertung der Schadstofferfassung<br>Luftströmung an Erfassungseinrichtungen<br>Luftführung, Luftdurchlässe<br>Auslegung nach Wärme- und Stofflasten<br>Bewertung der Luftführung |
| 14. Literatur: | Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimatechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994 |

| | |
|---|---|
| | Rietschel, H., Raumklimatechnik Band 3: Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004<br>Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag,1998<br>Industrial Ventilation Design Guidebook, Edited by Howard D. Goodfellow, Esko Tähti, ISBN: 0-12-289676-9, Academic Press |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306401 Vorlesung Ausgewählte Energiesysteme und Anlagen<br>• 306402 Vorlesung Luftreinhaltung am Arbeitsplatz |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30641 Energetische Anlagenbewertung und Lüftungskonzepte (PL), Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesungsskript |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# 2133 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 30520 | Sonderprobleme der Gebäudeenergetik |
| 30650 | Ausgewählte Energiesysteme und Anlagen |
| 30660 | Luftreinhaltung am Arbeitsplatz |
| 30670 | Simulation in der Gebäudeenergetik |
| 33160 | Planung von Anlagen der Heiz- und Raumlufttechnik |
| 69500 | Energiemanagement nach ISO 50001 |
| 71950 | Druckluft und Pneumatik |
| 72150 | Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme |

# Modul: 30520 Sonderprobleme der Gebäudeenergetik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310005 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Heiz- und Raumlufttechnik |
| 12. Lernziele: | Im Modul Sonderprobleme der Gebäudeenergetik haben die Studenten die Losung gebäudetechnischer<br>Aufgaben speziell im Hinblick auf Sonderund Spezialräume bzw. -gebäude kennen gelernt.<br>Auf dieser Basis können sie Sonderlösungen konzipieren, eschreiben und grundlegend auslegen.<br>Erworbene **Kompetenzen** :<br><br>Die Studenten<br>sind mit Lösungen für Spezial- und Sonderfälle vertraut<br>können methodisch Lösungen für solche fälle entwickeln und auslegen |
| 13. Inhalt: | Sonderräume in der Heiz- und Raumlufttechnik<br>spezielle technische Lösungen in der Anlagentechnik<br>alternative und regenerative Energien<br>energieeinsparendes Bauen |
| 14. Literatur: | Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimatechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994<br>Rietschel, H., Raumklimatechnik Band 3: Modulhandbuch M.Sc. Maschinenbau Seite 714 Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004<br>Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller- Verlag, 1981 |

| | |
|---|---|
| | Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998<br>Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305201 Vorlesung Sonderprobleme der Gebäudeenergetik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30521 Sonderprobleme der Gebäudeenergetik (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# Modul: 30650 Ausgewählte Energiesysteme und Anlagen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310007 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Im Modul ausgewählte Energiesysteme und Anlagen haben die Studenten die Systematik energetischer<br>Anlagen differenziert nach Ein- und Mehrwegeprozesse und die Methoden zu deren energetischer<br>Bewertung kennengelernt.<br><br>Erworbene **Kompetenzen** :<br>Die Studenten<br>sind mit den Anlagen der Energiewandlung vertraut,<br>beherrschen die Methoden zur Bewertung<br>kennen die Einbettung in übergeordnete gekoppelte und entkoppelte Versorgungssysteme |
| 13. Inhalt: | Energietechnische Begriffe<br>Energietechnische Bewertungsverfahren<br>Einwegprozess zur Wärme- und Stromerzeugung<br>Mehrwegprozesse zur gekoppelten Erzeugung und zur Nutzung von Umweltenergien |
| 14. Literatur: | Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimatechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994<br>Rietschel, H., Raumklimatechnik Band 3: Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004<br>Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306501 Vorlesung Ausgewählte Energiesysteme und Anlagen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30651 Ausgewählte Energiesysteme und Anlagen (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesungsskript |

20. Angeboten von: Heiz- und Raumlufttechnik

# Modul: 30660 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310004 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Im Modul Luftreinhaltung am Arbeitsplatz haben die Studenten die Systematik der Lösungen zur<br>Luftreinhaltung am Arbeitsplatz sowie dazu erforderlichen Anlagen kennen gelernt und die zugehörigen<br>ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen erworben.<br>Erworbene Kompetenzen:<br><br>Die Studenten<br>sind mit den Methoden zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz vertraut,<br>können für die jeweiligen Anforderungen die technischen Lösungen konzipieren,<br>können die notwendigen Anlagen auslegen |
| 13. Inhalt: | Arten, Ausbreitung und Grenzwerte von Luftfremdstoffen<br>Bewertung der Schadstofferfassung<br>Luftströmung an Erfassungseinrichtungen<br>Luftführung, Luftdurchlässe<br>Auslegung nach Wärme- und Stofflasten<br>Bewertung der Luftführung<br>Abnahme von Leitungsmessungen |
| 14. Literatur: | Industrial Ventilation Design Guidebook, Edited by Howard D. Goodfellow, Esko Tähti, ISBN: 0-12-289676-9, Academic Press |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306601 Vorlesung Luftreinhaltung am Arbeitsplatz |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden |

| | |
|---|---|
| | Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30661 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesungsskript |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# Modul: 30670 Simulation in der Gebäudeenergetik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310006 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Michael Bauer |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Heiz- und Raumlufttechnik |
| 12. Lernziele: | Im Modul Simulation der Gebäudeenergetik haben die Studenten die Simulationsansätze der Gebäude-<br>und Anlagensimulation - sowohl gekoppelt als auch entkoppelt - sowie die Simulation von Gebäudedurchströmungund von Raumströmung kennen gelernt und die dazu notwendigen Kenntnisse<br>der Modellierungsmethoden erworben.<br><br>Erworbene **Kompetenzen** :<br>Die Studenten<br>sind mit den Simulationsmethoden vertraut,<br>können grundlegende Fragen zum Gebäudeund Anlagenverhalten sowie zur Gebäude und Raumdurchströmung per Simulation lösen. |
| 13. Inhalt: | Simulationsmodelle<br>notwendige Eingabedaten<br>Anwendungsfälle<br>thermisch-energetische Simulation von Gebäuden und Anlagen<br>Strömungssimulation |
| 14. Literatur: | Michael Bauer, Peter Mösle, Michael Schwarz Green Building - Konzepte für nachhaltige Architektur, EAN: 9783766717030, ISBN: 3766717030, Callwey Georg D.W. GmbH, Mai 2007 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306701 Vorlesung Simulation in der Gebäudeenergetik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30671 Simulation in der Gebäudeenergetik (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |

| | |
|---|---|
| 19. Medienform: | Präsentation |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# Modul: 33160 Planung von Anlagen der Heiz- und Raumlufttechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik |
| 12. Lernziele: | Aufbauend auf den Grundlagen, die im Modul "Grundlagen der Heiz- und Raumlufttechnik vermittelt<br>wurden, haben die Studenten weiterführende wesentliche Aspekte der Planung von heizund<br>raumlufttechnischen Anlagen von Gebäuden ennengelernt. An einer praktischen Entwurfsübung<br>haben die Studenten auf Basis einer Heizlastberechnung die gebäudetechnischen Anlagen<br>(Heizflächen, Rohrnetz, Wärmeerzeuger, Speicher dimensioniert und ausgewählt.<br><br>Erworbene **Kompetenzen** :<br>Die Studenten<br>sind mit der praktischen Anwendung der Anlagenauslegung vertraut,<br>kennen die Grundzüge der Heizlastberechnung<br>können Heizflächen, Rohnetze, Wärmeerzeuger und Wärmespeicher dimensionieren und auswählen |
| 13. Inhalt: | Pflichtenhefterstellung<br>Heizlastberechnung<br>Heizflächendimensionierung<br>Rohrnetzberechnung<br>Wärmeerzeugerdimensionierung<br>Wärmespeicherdimensionierung<br>Auswahl geeigneter Komponenten auf Basis der Berechnungen<br>Anfertigen von Skizzen und Zeichnungen der heiz- und raumlufttechnischen Anlagen |
| 14. Literatur: | Recknagel, H., Sprenger, E., Schramek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, Oldenbourg Industrieverlag, München, 2007<br>Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimatechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994 |

| | |
|---|---|
| | Rietschel, H., Raumklimatechnik Band 3: Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer- Verlag, 2004<br>Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1981<br>Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag,1998<br>Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik: Lehrbuch der Klimatechnik, Bd.1-Grundlagen. Bd.2-Berechnung und Regelung. Bd.3- Bauelemente. Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1974-1977<br>Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 331601 Vorlesung Planung von Anlagen der Heiz- und Raumlufttechnik<br>• 331602 Übung Planung von Anlagen der Heiz- und Raumlufttechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 33161 Planung von Anlagen der Heiz- und Raumlufttechnik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelaufschrieb, Handout, Overheadfolien |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# Modul: 69500 Energiemanagement nach ISO 50001

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211031 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Vorlesung Energiemanagement nach ISO 50001 beschäftigt sich mit dem Aufbau und der Implementierung von Energiemanagementsystemen nach der Norm DIN EN ISO 50001. |

| | |
|---|---|
| | Ziel eines EnMS ist die Gestaltung der organisatorischen Abläufe in einem Unternehmen, die zu einer effizienten Energienutzung führen. Aufgrund gesetzlicher Regeln ist die Einführung von Energiemanagementsystem für Unternehmen verpflichtend die von den finanziellen Vorteilen der besonderen Ausgleichregelung des Stromsteuergesetzes und Spitzenausgleichsverordnung (SpaEfV) profitieren wollen oder sich von der Energieauditpflicht gem EDL-G §8 befreien lassen wollen.<br><br>Durch eine Kooperation mit einer Zertifizierungsorganisation wird angestrebt, dass Studenten das Zertifikat zum Energiemanagementbeauftragen erwerben können.<br>Nähere Informationen dazu gibt es in der ersten Vorlesung.<br>Vorraussetzung ist in diesem Fall zusätzlich die Teilnahme an der Vorlesung Energieeffizienz I. |
| 13. Inhalt: | Einführung zur Bedeutung der Energieeffizienz im Hinblick auf Emissionsminderung und Kostensenkung<br>Managementnormen ISO 9001, 14001, 50001<br>Ziel und Aufgaben der ISO 50001<br>Grundsätzlicher Aufbau von EnMS<br>Erklärungen und Erfassung Ist-Situation<br>Maßnahmenplan<br>Fortschreibung EnMS<br>Rechtlicher Rahmen |
| 14. Literatur: | Geilhausen Marko: Kompakter Leitfaden für Energiemanager. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015<br>UBA: Energiemanagementsysteme in der Praxis. Umweltbundesamt, Dessau, Juni 2012 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 695001 Vorlesung Energiemanagement nach ISO 50001 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69501 Energiemanagement nach ISO 50001 (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>mündlich 20 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 71950 Druckluft und Pneumatik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211032 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Vorlesung Druckluft und Pneumatik beschäftigt sich mit der Konzeption, Planung, Betrieb und Optimierung von Druckluftsystemen in Industrie und Gewerbe unter dem Aspekt von Energieeffizienz, Emissionminderung und Kostenoptimierung. |

| | |
|---|---|
| | Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Verdichtertypen, verstehen die Stärken und Schwächen der eingesetzten Kompressoren und sind in der Lage die geeigneten Verdichtungsverfahren in Abhängigkeit von den Anforderungen auszuwählen.<br>Sie verstehen die Anforderungen an die Druckluftqualität und sind in der Lage geeignete Komponenten für die Druckluftaufbereitung zu spezifizieren und diese Qualitäten zu erreichen.<br>Die Studierenden sind befähigt den Druckluftverbrauch von Betrieben zu analysieren, Schwachstellen zu identifizieren und Verbesserungsmaßnahmen zu verbesserung der Energieeffizienz von Druckluftsystemen zu erarbeiten.<br>Die Studierenden kennen die typischen Schwachstellen in der Druckluftversorgung und sind in der Lage die Auswirkungen der Schwachstellen zu bewerten, insbesondere in Hinblick auf Energieverbrauch, Energieeinsparpotentiale und Umweltauswirkungen. Sie sind in der Lage die komplexen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Teilsystemen und den Druckluftverbrauchern einzuschätzen und ganzheitliche Konzepte für die energieeffiziente Druckluftversorgung zu erarbeiten.<br>Sie verstehen die unterschiedlichen Steuerungen von Kompressoren und kennen die verfügbare Messtechnik für die Analyse des Ist-Zustandes von Druckluftanlagen.<br>Sie können die Ergebnisse messtechnischer Analysen bewerten und daraus den erforderlichen Handlungsbedarf für die Optimierung ableiten |
| 13. Inhalt: | • Bedeutung der Druckluft als Energieträger im Unternehmen<br>• Thermodynamische Grundlagen<br>• Drucklufterzeugung<br>• Druckluftaufbereitung (trocknen, filtern, Ölentfernung)<br>• Kondensat Aufbereitung<br>• Druckluftspeicherung<br>• Steuerungskonzepte für Druckluftanlagen<br>• Druckluftverteilung (Dimensionierung, Rohrleitungsmaterialien,<br>• Leckagen und Leckage Beseitigung<br>• Druckluftanwendungen (steuern, schrauben, bewegen, spannen, reinigen, Vakuum erzeugen, kühlen)<br>• Auditierung von Druckluftsystemen<br><br>Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 14. Literatur: | • Ruppelt, E. (Hrsg.): Drucklufthandbuch, Vulkanverlag<br>• Bierbaum: Druckluftkompendium, Espelkamp: Leidorf, 1997<br>• Radgen, Blaustein: Compressed Air Systems in the European Union, 2001<br>• Mohrig, W.: Druckluft-Praxis: erzeugen - aufbereiten - verteilen - anwenden. Gräfelfing/München: Resch, 1988<br>• www.druckluft.ch |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 719501 Vorlesung Druckluft und Pneumatik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 71951 Druckluft und Pneumatik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| | mündliche Prüfung 20 Minuten |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamer gestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, begleitendes Manuskript, Exkursion |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 72150 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211033 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der energetischen Analyse industrieller Energiesysteme. Sie kennen die verfügbare Messtechnik zur Aufnahme der relevanten Prozessgrößen und sind in der Lage die Zuverlässigkeit und Robustheit der Messwerte zu beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage sich eigenständig die Energieeffizienzpotentiale von Querschnittstechnologien zu erarbeiten und können die Effizienzpotentiale dieser Technologien bewerten. |

| | |
|---|---|
| | Sie kennen die mit dem Energieverbrauch und den Produktionsprozessen verbundenen Umweltauswirkungen in Bezug auf Abluft, Abwasser und Abfall.<br>Die Studierenden sind in der Lage das erlernte Wissen über Effizienzpotentiale in der Praxis in einem realen Unternehmen anzuwenden. Sie können die energetische Ist-Situation in einem realen Unternehmen erfassen, dokumentieren, Messwerte beurteilen und Optimierungspotentiale identifizieren.<br>Die Studierenden können eine wirtschaftliche Bewertung von Effizienzmaßnahmen durchführen und die Wechselwirkungen zwischen einzelnen Maßnahmen abschätzen.<br>Die Studierenden sind in der Lage in einem Team zusammenzuarbeiten und gemeinsam eine Fragestellung zu bearbeiten. Sie können die Arbeitsergebnisse überzeugend präsentieren und in auch für nicht Techniker verständlicher Form dokumentieren.<br>Die Studierenden erkennen die nicht technischen Herausforderungen bei der realen Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen und sind in der Lage Lösungen zu entwickeln und Entscheider von der Vorteilhaftigkeit der Maßnahmen zu überzeugen. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauchstrukturen in Unternehmen<br>• Energiekosten und Kosteneinsparpotentiale<br>• Erarbeitung von Checklisten für die Identifikation von Einsparoptionen in Betrieben<br>• Überschlägige Abschätzung von Effizienzpotentialen<br>• Messtechnik für Temperatur, Druck, Volumen<br>• Einsatz von Datenloggern zur Erfassung von Messwertzeitreihen<br>• Hemmnisse und Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen<br><br>Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 14. Literatur: | Die Studenten recherchieren und nutzen verfügbare Quellen (Fachbücher, Internet) um Effizienzpotentiale für Querschnitts- und Prozesstechnologien zu identifizieren und zu beurteilen. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 721501 Seminar Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 72151 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1<br>mündliche Prüfung: 20 Minuten, Ergebnisbericht der Gruppenarbeit; Gewichtung jeweils 50 % |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 30680 Praktikum Gebäudeenergetik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310009 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 0 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Spezialisierungsfach Gebäudeenergetik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | Nähere Informationen zu den Praktischen Übungen: APMB erhalten Sie zudem unter http://www.uni-stuttgart.de/mabau/msc/msc_mach/linksunddownloads.html<br>Aus den folgenden **Spezialisierungsfachversuchen sind 4** auszuwählen dazu ist jeweils eine Ausarbeitung anzufertigen:<br>• Wärmeerzeuger<br>• Simulation<br>• Thermostatventile<br>• Heizkörper<br>• Rohrhydraulik<br>• Thermokamera<br>• Maschinelle Lüftung<br>• Freie Lüftung<br><br>Beispiele:<br>1. Versuch Wärmeerzeuger:<br>Zur Wärmeerzeugung werden hauptsächlich zentrale Wärmeerzeuger eingesetzt. Dabei stellen die öl- bzw. gasgefeuerten Warmwasser-Heizkessel den größten Anteil. Die nachfolgenden Untersuchungen werden daher an einem Warmwasser-Kessel durchgeführt. Es werden der Wirkungsgrad und Nutzungsgrad eines Wärmeerzeugers, sowie dessen Abgas-Emission bestimmt.<br>2. Versuch Maschinelle Lüftung:<br>Aufgabe der Lüftungstechnik ist es, Räume zu klimatisieren bzw. zu belüften. Die Raumluftströmung ist dabei so einzustellen, dass Anforderungen an die thermische Umgebung und / oder die Stoffgrenzwerte eingehalten werden. Dazu ist es notwendig, die sich einstellende Raumluftströmung abhängig vom Zuluftstrom und der Art der Luftführung zu kennen. Bei der Konzeption und Planung raumlufttechnischer Anlagen behilft man sich damit, die Raumluftströmung im Labor nachzubilden. Für vorgegebene Randbedingungen wird die günstigste |

| | |
|---|---|
| | Anordnung und Auslegung der Luftdurchlässe ermittelt. Es werden verschiedene Lüftführungen vorgestellt und anhand eines Beispiels demonstriert.<br>**4 weitere Versuche** sind aus dem Angebot des **Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB)** zu absolvieren:<br>• APMB 1<br>• APMB 2<br>• APMB 3<br>• APMB 4 |
| 14. Literatur: | Praktikums - Unterlagen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306804 Spezialisierungsfachversuch 4<br>• 306808 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4<br>• 306805 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1<br>• 306802 Spezialisierungsfachversuch 2<br>• 306801 Spezialisierungsfachversuch 1<br>• 306806 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2<br>• 306803 Spezialisierungsfachversuch 3 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 30 Std. Präsenz<br>Selbststudiumszeit/ Nacharbeitszeit: 60 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30681 Praktikum Gebäudeenergetik (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>USL. Art und Umfang der USL werden jeweils zu Beginn des Praktikums bekannt gegeben |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Handout |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# 214 Kernenergietechnik

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2141 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2142 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2143 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 30730 | Praktikum Kernenergietechnik |

# 2141 Kernfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 14110 | Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung |
| | 30690 | Thermofluiddynamik kerntechnischer Anlagen |
| | 31450 | Simulation kerntechnischer Anlagen (Anlagendynamik) |

# Modul: 14110 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung

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

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger |
| 9. Dozenten: | |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | |
| 13. Inhalt: | |
| 14. Literatur: | a. Ziegler, H.-J. Allelein (Hrsg.) Reaktortechnik Physikalisch-technische Grundlagen. 2., neu überarbeitete Auflage, 2003. pdf verfügbar über Springerlink |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 141101 Vorlesung und Übung Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14111 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Kernenergetik und Energiesysteme |

# Modul: 30690 Thermofluiddynamik kerntechnischer Anlagen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041610003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | Eckart Laurien<br>Rudi Kulenovic |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen aus Modulen "Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung" und "Numerischer Strömungssimulation" |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden besitzen Kenntnisse über den Aufbau und die Thermohydraulik von Siede- und Druckwasserreaktoren, die Gundlagen der Thermofluiddynamik sowie in die für Auslegung und den Sicherheitsnachweis erforderlichen Vorhersage- und Analysemethoden und Messmethoden. Des Weiteren besitzen die Teilnehmer spezielle in der Energietechnik benötigte Ansätze und Methoden der mehrdimensionalen, numerischen Modellierung von Zweiphasenströmungen mit Berücksichtigung von Verdampfungs- und Kondensationsvorgängen. |
| 13. Inhalt: | **I Vorlesungsteil Thermohydraulik der Kernreaktoren**<br>1. Einführung<br>1.1 Der Europäische Druckwasserreaktor EPR<br>1.2 Aufgaben<br>1.3 Modellierung eines Druckwasserreaktors<br>1.4 Siedewasserreaktoren<br>1.5 Simulation eines Siedewasserreaktors<br>2. Primärkreislauf<br>2.1 Berechnung ein es Kühlkreislaufs<br>2.2 Systemcodes zur Simulation kerntechnischer Anlagen<br>2.3 Anwendungsbeispiel: Station Blackout<br>2.4 Versuchsanlagen: PKL, UPTF, Frecon |

| | |
|---|---|
| | 2.5 Berechnung von Vorgängen im Kühlkreislauf mit CFD<br>2.6 Gegengerichtete Schichtenströmung im heißen Strang<br>2.7 Thermische Ermüdung: Theorie und Experiment<br>3. Reaktorkern<br>3.1 Modellierung als poröses Medium<br>3.2 Strömungssieden: LFD und DNB<br>3.3 Unterkanalanaylse<br>3.4 CFD der Strömungsvorgänge im Kern<br>3.5 Modellierung der Kühlbarkeit eines fragmentierten Kerns<br>3.6 Debris-Bed Experiment<br>4. Sicherheitsbehälter<br>4.1 Thermohydraulische Phänomene im Sicherheitsbehälter<br>4.2 Versuchsanlagen: Thal, Panda<br>4.3 CFD-Anwendung im Sicherheitsbehälter<br>4.4 Ähnlichkeit und Dimensionsanalyse<br>**II Vorlesungsteil Modellierung von Zweiphasenströmung**<br>1. Einführung<br>1.1 Charakterisierung von Zweiphasenströmungen<br>1.2 Mehrdimensionale Modellierung einer Blasenfahne<br>1.3 Modellierung aufwärts gerichtete Rohrströmung<br>2. Strömungen mit Wärme- und Stoffübergang<br>2.1 Beispiele<br>2.2 Direktkontaktwärme- und -stoffübergang<br>2.3 Anwendungen<br>3. Strömungen mit freier Oberfläche<br>3.1 Mikroskopische Vorgänge in Zweiphasenströmungen<br>3.2 Schichtenströmungen<br>4. Theorie<br>4.1 Modellgleichungen<br>4.2 Zweiphasen-Turbulenzmodellierung |
| 14. Literatur: | Alle Vorlesungsfolien online verfügbar:<br>- http://www.ike.uni-stuttgart.de/lehre/TKRindex.html<br>- http://www.ike.unistuttgart.de/lehre/M2P-index.html<br>- E. Laurien und H. Oertel jr.: Numerische Strömungsmechanik, 3. Auflage, Vieweg+Teubner, 2010 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306901 Vorlesung Thermofluidddynamik kerntechnischer Anlagen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumzeit: 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30691 Thermofluiddynamik kerntechnischer Anlagen (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen und Praktikum, Computeranwendungen |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# Modul: 31450 Simulation kerntechnischer Anlagen (Anlagendynamik)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041610099 | 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: | Jörg Starflinger<br>Michael Buck |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen in Mathematik, Physik, Informatik.<br>Es wird empfohlen, die Vorlesung Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung gehört zu haben, da Aufbau und Funktion der simulierten Druckwasserreaktoren bekannt sein sollte. |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden des Moduls haben die Prinzipien und Möglichkeiten der Modellierung und Simulation von Kerntechnischen Anlagen, insbesondere der Thermohydraulik sowie der Neutronenkinetik, verstanden. Sie haben Einblick in wesentliche Simulationswerkzeuge, die für Auslegung und Genehmigung von Kernkraftwerken in Deutschland herangezogen werden. Sie können erste einfache Anlagenmodelle realisieren und auf ihrer Grundlage Simulationen zur Anlagendynamik durchführen. Sie verfügen damit über die Basis zur vertieften Anwendung der Methoden, z.B. in einer Studien- oder in der Masterarbeit. |
| 13. Inhalt: | I: Vorlesung "Simulation kerntechnischer Anlagen:<br>• Aufbau und Funktion von Leichtwasserreaktoren, wesentliche Komponenten<br>• Grundlagen der Modellierung thermohydraulischer Netzwerke: Massen- Impuls- und Energiebilanzen, Zweiphasenströmungen, Wärmeübertragung mit Phasenwechsel<br>• Numerische Lösungsmethoden: örtliche und zeitliche Diskretisierung, Löser für (nicht-)lineare Gleichungssysteme, Differentialgleichungen<br>• Überblick über die international eingesetzten Systemcodes für die kerntechnische Anlagensimulation<br>• Einführung in die Simulation mit dem deutschen Systemcode ATHLET: Modellierung der Anlagenkomponenten, Modellierung der Neutronenkinetik, Modellierung logischer Komponenten |

| | |
|---|---|
| | (Steuerung, Reaktorschutzsystem), Durchführung einer Simulation, Visualisierung von Ergebnissen<br>• Beispiele für Transienten und Störfallszenarien als Auslegungsgrundlage der Sicherheitssysteme von Kernkraftwerken<br>• Ausblick auf die Simulation schwerer Störfälle: Integralcode ASTEC<br>• Ansätze zur Simulation mit detaillierteren Methoden für spezielle Fragestellungen (z.B. CFD-Analysen)<br><br>II: Praktische Übungen am Computer:<br>• Erstellung einfacher Simulationsmodelle für Einzelkomponenten mit MATLAB<br>• Aufbau eines Anlagenmodells für einen Druckwasserreaktor auf Basis des Simulationssystems ATHLET und Visualisierung mit ATLAS<br>• Untersuchungen zum dynamischen Anlagenverhalten durch Simulation von Transienten und Leckstörfällen mit dem ATHLET-Anlagenmodell |
| 14. Literatur: | I: Vorlesungsmanuskript "Simulation kerntechnischer Anlagen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 314501 Vorlesung und Übung Simulation kerntechnischer Anlagen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: ca. 48 h<br>Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 132 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 31451 Simulation kerntechnischer Anlagen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen und Übungen, Computeranwendungen |
| 20. Angeboten von: | Kernenergetik und Energiesysteme |

# 2142 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 14110 | Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung |
| | 30690 | Thermofluiddynamik kerntechnischer Anlagen |
| | 30700 | Reaktorphysik und -sicherheit |
| | 68050 | Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden |

# Modul: 14110 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung

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

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger |
| 9. Dozenten: | |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | |
| 13. Inhalt: | |
| 14. Literatur: | a. Ziegler, H.-J. Allelein (Hrsg.) Reaktortechnik Physikalisch-technische Grundlagen. 2., neu überarbeitete Auflage, 2003. pdf verfügbar über Springerlink |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 141101 Vorlesung und Übung Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14111 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Kernenergetik und Energiesysteme |

# Modul: 30690 Thermofluiddynamik kerntechnischer Anlagen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041610003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | Eckart Laurien<br>Rudi Kulenovic |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen aus Modulen "Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung" und "Numerischer Strömungssimulation" |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden besitzen Kenntnisse über den Aufbau und die Thermohydraulik von Siede- und Druckwasserreaktoren, die Gundlagen der Thermofluiddynamik sowie in die für Auslegung und den Sicherheitsnachweis erforderlichen Vorhersage- und Analysemethoden und Messmethoden. Des Weiteren besitzen die Teilnehmer spezielle in der Energietechnik benötigte Ansätze und Methoden der mehrdimensionalen, numerischen Modellierung von Zweiphasenströmungen mit Berücksichtigung von Verdampfungs- und Kondensationsvorgängen. |
| 13. Inhalt: | **I Vorlesungsteil Thermohydraulik der Kernreaktoren**<br>1. Einführung<br>1.1 Der Europäische Druckwasserreaktor EPR<br>1.2 Aufgaben<br>1.3 Modellierung eines Druckwasserreaktors<br>1.4 Siedewasserreaktoren<br>1.5 Simulation eines Siedewasserreaktors<br>2. Primärkreislauf<br>2.1 Berechnung ein es Kühlkreislaufs<br>2.2 Systemcodes zur Simulation kerntechnischer Anlagen<br>2.3 Anwendungsbeispiel: Station Blackout<br>2.4 Versuchsanlagen: PKL, UPTF, Frecon |

| | |
|---|---|
| | 2.5 Berechnung von Vorgängen im Kühlkreislauf mit CFD<br>2.6 Gegengerichtete Schichtenströmung im heißen Strang<br>2.7 Thermische Ermüdung: Theorie und Experiment<br>3. Reaktorkern<br>3.1 Modellierung als poröses Medium<br>3.2 Strömungssieden: LFD und DNB<br>3.3 Unterkanalanaylse<br>3.4 CFD der Strömungsvorgänge im Kern<br>3.5 Modellierung der Kühlbarkeit eines fragmentierten Kerns<br>3.6 Debris-Bed Experiment<br>4. Sicherheitsbehälter<br>4.1 Thermohydraulische Phänomene im Sicherheitsbehälter<br>4.2 Versuchsanlagen: ThaI, Panda<br>4.3 CFD-Anwendung im Sicherheitsbehälter<br>4.4 Ähnlichkeit und Dimensionsanalyse<br>**II Vorlesungsteil Modellierung von Zweiphasenströmung**<br>1. Einführung<br>1.1 Charakterisierung von Zweiphasenströmungen<br>1.2 Mehrdimensionale Modellierung einer Blasenfahne<br>1.3 Modellierung aufwärts gerichtete Rohrströmung<br>2. Strömungen mit Wärme- und Stoffübergang<br>2.1 Beispiele<br>2.2 Direktkontaktwärme- und -stoffübergang<br>2.3 Anwendungen<br>3. Strömungen mit freier Oberfläche<br>3.1 Mikroskopische Vorgänge in Zweiphasenströmungen<br>3.2 Schichtenströmungen<br>4. Theorie<br>4.1 Modellgleichungen<br>4.2 Zweiphasen-Turbulenzmodellierung |
| 14. Literatur: | Alle Vorlesungsfolien online verfügbar:<br>- http://www.ike.uni-stuttgart.de/lehre/TKRindex.html<br>- http://www.ike.unistuttgart.de/lehre/M2P-index.html<br>- E. Laurien und H. Oertel jr.: Numerische Strömungsmechanik, 3. Auflage, Vieweg+Teubner, 2010 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306901 Vorlesung Thermofluidddynamik kerntechnischer Anlagen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumzeit: 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30691 Thermofluiddynamik kerntechnischer Anlagen (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen und Praktikum, Computeranwendungen |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# Modul: 30700 Reaktorphysik und -sicherheit

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041610004 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger |
| 9. Dozenten: | Jörg Starflinger<br>Michael Buck |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Es wird dringend empfohlen, die Vorlesung Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung vorher belegt zu haben. Die Grundlagen aus dieser Vorlesung werden nicht wiederholt. |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden<br>- verstehen den Kernaufbau und die Bindungsenergie. Sie verstehen den Massendefekt und den Zusammengang mit der Einstein‘schen Formel.<br>- verstehen Radioaktivität und kennen das Gesetz des radioaktiven Zerfalls. Sie verstehen den Aufbau der Nuklidkarte und die Zerfallsketten.<br>- können die Modellvorstellung der Kernspaltung nachvollziehen, kennen die Spaltproduktausbeutekurve, die Energiefreisetzung bei der Spaltung.<br>- wissen, was Wirkungsquerschnitte sind. Sie verstehen die Stoßrate und Neutronenstromdichte. Sie kennen den Verlauf der Wirkungsquerschnitte verschiedener Materialien über der Neutronenenergie. Sie verstehen, was Resonanzen sind, können die Breit-Wigner-Formel anwenden und die Näherungen für verschiedene Fälle der Neutronenenergie.<br>- können Stoßgesetze der klassischen Mechanik auf Neutronen anwenden, den maximalen und minimalen Energieverlust pro Stoß herleiten, die Lethargie definieren, sowie das Bremsvermögen und Bremsverhältnis angeben.<br>- verstehen den Transportquerschnitt, die Eingruppen-Neutronen-Diffusionstheorie, können die Reaktorgleichung herleiten.<br>- verstehen den Einfluss des Neutronenreflektors.<br>- verstehen den Einfluss der verzögerten Neutronen auf die Reaktivität. Sie können Reaktivitätsrückwirkungen (Void-Effekt, Doppler-Effekt, Dichte-Effekt) anhand von Beispielen erläutern.<br>- den Einfluss von Reaktorgiften auf die Reaktivität nachvollziehen.<br>- verstehen den Abbrand von Kernbrennstoff und die daraus resultierenden Bauweisen von Reaktoren. |

| | |
|---|---|
| | - erkennen das Gefährdungspotenzial von Radioaktivität. Sie können die zwölf Sicherheitsprinzipien erläutern.<br>- verstehen das Prinzip der gestaffelten Sicherheit, können das Barrierenprinzip erklären.<br>- können das Sicherheitssystem des DWR/SWR anschaulich erläutern.<br>- verstehen die Phänomene im Kern bei Ausfall der Kühlung und können diese erläutern. Sie unterscheiden die frühe und späte Phase voneinander.<br>- verstehen die Ausbreitung von radioaktiven Schadstoffen im Falle einer Freisetzung sowie die Depositionsmechanismen und –pfade bis hin zur Aufnahme in den Körper erläutern.<br>- verstehen die Ansätze zu Risiko und Sicherheitsanalysen, kennen die INES-Skala.<br>- verstehen die Wirkprinzipien passiver Systeme und können diese anhand von Beispielen erläutern. |
| 13. Inhalt: | Die o.g. Lernziele werden in zwei Vorlesungsteilen vermittelt:<br>**I Reaktorphysik**<br>- Grundlagen der Kernspaltung<br>- Kernreaktionen/Wirkungsquerschnitte<br>- Neutronenbremsung<br>- Neutronendiffusion in elementarer Behandlung<br>- Eingruppen-Näherung<br>- Transiente Vorgänge<br>- Langzeitverhalten, Abbrand, Xenondynamik<br>**II Reaktorsicherheit**<br>- Grundzüge der Reaktorsicherheit, Sicherheitsprinzipen, Barrienenprinzip, Defense-in-Depth<br>- Sicherheitssystem von DWR und SWR inkl. passiver Wirkmechanismen<br>- Ablauf und physikalische Phänomene bei schweren Störfällen mit Kernschmelzen<br>- Sicherheitsanalysen: Probabilistische Sicherheitsanalysen, Deterministische Sicherheitsanalysen, Risiko<br>**III Demonstrationsversuch am SUR Nullleistungsreaktor**<br>**-** Beispiele aus der Neutronenphysik werden bei einem Demonstrationsversuch am SUR-Nullleistungsreaktor anschaulich erläutert. |
| 14. Literatur: | Skript der verwendeten PPT-Materialien zur Vorlesung Reaktorphysik und Reaktorsicherheit<br>Literatur:<br>• Emendörfer, Höcker: Theorie der Kernreaktoren. Band -1 der stationäre Reaktor. BI Wissenschaftsverlag<br>• Emendörfer, Höcker: Theorie der KernreakModulhandbuch M.Sc. Maschinenbau Seite 731 toren. Band -2 der instationäre Reaktor. BI Wissenschaftsverlag.<br>• Smidt: Reaktortechnik. Band 1+2. Verlag Wissenschaft + Technik<br>• Lederer/Wildberg: Reaktorhandbuch. Hanser-Verlag München Wien<br>• Ziegler:Lehrbuch der Reaktortechnik Bd 1+2. Springer Verlag<br>• Henry: Nuclear Reactor Analysis<br>• Lamarsh: Introduction to Nuclear Engineering. Addison Wesley |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 307001 Vorlesung Reaktorphysik und -sicherheit |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumzeit: 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30701 Reaktorphysik und -sicherheit (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen, Computeranwendungen mit MATLAB |
| 20. Angeboten von: | Kernenergetik und Energiesysteme |

# 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<br>Jörg Starflinger |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden<br><br>- 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,<br><br>- kennen die Grundlagen der Monte-Carlo-Methode und haben gelernt, diese anhand praktischer Beispiele zur Lösung numerischer Problemstellungen anzuwenden,<br><br>- wissen, wie probabilistische Methoden im Rahmen einer Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse eingesetzt werden können, um die Ergebnisse komplexer Simulationsmodelle besser zu verstehen,<br><br>- 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,<br><br>- wissen wie die Monte-Carlo-Methode zur Modellierung physikalischer Prozesse mit stochastischer Natur z.B. in der Kernphysik angewendet werden kann.<br><br>-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)<br>- Monte-Carlo-Methode als Basis numerischer Werkzeuge: Integration über komplexe Gebiete, Optimierung (simulated annealing, genetische Algorithmen)<br>- Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse komplexer mathematisch-physikalischer Modelle<br>- Probabilistische Risikoanalyse (PRA)<br>- Anwendungen der Monte-Carlo-Methode in der Kernphysik, beispielweise Strahlungstransport, Teilchen- und Materie-Wechselwirkungen und in anderen Gebieten der Ingenieurtechnik<br>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.<br>pdf der Vorlesung ausschließlich über ILIAS |
| 14. Literatur: | Bedford und Cooke, Probabilistic Risk Analysis: Foundations and Methods, Cambridge University Press (30. April 2001).<br>Rubinstein und Kroese, Simulation and the Monte Carlo Method, Wiley Series in Probability and Statistics, /SBN: 978-0-470-17794-5, February 2008<br>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<br>36h Vor-/Nacharbeitungszeit<br>88h Prüfungsvorbereitung und Prüfung<br>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 |

# 2143 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module: 30710 Strahlenschutz

# Modul: 30710 Strahlenschutz

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041610005 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger |
| 9. Dozenten: | Talianna Schmidt<br>Jörg Starflinger |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Mathematik, Physik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden können<br>- die verschiedenen Arten ionisierender Strahlung benennen und nach ihren Eigenschaften bewerten.<br>- die Erzeugung verschiedener Arten ionisierender Strahlung erläutern und daraus die Eigenschaften der Strahlung ableiten.<br>- eine Eigenschaften von Nukliden anhand von grundlegenden physikalischen Zusammenhängen erklären und weitergehende Informationen aus Nachschlagewerken extrahieren.<br>- Messprinzipien von Strahlenmessgeräten verstehen und Messgeräte auf ihre Tauglichkeit für verschiedene Anwendungen beurteilen.<br>- die relevanten Größen und Einheiten zu Radioaktivität, ionisierender Strahlung und Strahlenexposition benennen und bewerten.<br>- Quellen und Dosisleistungen natürlicher und zivilisatorischer Strahlenxposition benennen.<br>- die gesetzlichen Regelwerke zum Strahlenschutz benennen und zuordnen, welche Regelungen wo stehen.<br>- die Ausbreitungswege von natürlicher sowie in Unfällen ausgetretener Radioaktivität erläutern.<br>- die konkreten Auswirkungen und Symptome von Strahlenexpositionen benennen, in verschiedene Schädigungskategorien einordnen sowie Dosis-Wirkbeziehungen benutzen.<br>- Wirkmechanismen von ionisierender Strahlung am Menschen benennen und die resultierenden Strahlenschäden bewerten. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | Physikalische Grundlagen zu ionisierender Strahlung<br>Strahlenmesstechnik<br>Gesetzliche Grundlagen zu Strahlenschutz<br>Natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung<br>Ausbreitung radioaktiver Stoffe in die Umwelt<br>Radiologische Auswirkung von Emissionen<br>Biologische Strahlenwirkung |
| 14. Literatur: | |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 307101 Vorlesung Strahlenschutz |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 h<br>Selbststudiumzeit: 69 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30711 Strahlenschutz (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, PPT-Skripte zu Vorlesungen |
| 20. Angeboten von: | Kernenergetik und Energiesysteme |

# Modul: 30730 Praktikum Kernenergietechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041610007 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/<br>Sommersemester |
| 4. SWS: | 0 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger |
| 9. Dozenten: | Talianna Schmidt<br>Jörg Starflinger<br>Rudi Kulenovic |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | Im Spezialisierungsfach Kernenergietechnik sind folgende 4 Spezialisierungsfachversuche am IKE zu belegen:<br>Kernreaktor SUR100Radioaktivität und StrahlenschutzKühlbarkeit von SchüttungenAlpha- und Gamma-Spektrometrie<br>4 weitere Versuche sind aus dem Angebot des Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) zu absolvieren:<br>APMB 1APMB 2APMB 3APMB 4<br>Die Anmeldung zu den einzelnen Praktika erfolgt über ILIAS. Dort sind auch Kurzbeschreibungen und Vorbereitungsunterlagen verfügbar.<br>In einem Kolloquium vor dem eigentlichen praktischen Versuch wird überprüft, ob die für den Versuch notwenigen Grundlagen vorhanden sind (Vorbereitungsunterlagen lesen und verstehen!).<br>Für jeden Praktikumsversuch ist eine Ausarbeitung anzufertigen und bei der Betreuerin bzw. beim Betreuer abzugeben. Erst danach wird das Testat ausgestellt.<br>Eine Übersicht zu den APMB erhalten Sie zudem unter http://www.uni-stuttgart.de/mabau/msc/msc_mach/linksunddownloads.html |
| 14. Literatur: | Praktikumsunterlagen (ILIAS) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 307305 Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) 1<br>• 307308 Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) 4<br>• 307306 Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) 2<br>• 307304 Spezialisierungsfachversuch 4<br>• 307303 Spezialisierungsfachversuch 3<br>• 307302 Spezialisierungsfachversuch 2<br>• 307301 Spezialisierungsfachversuch 1<br>• 307307 Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) 3 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 30 h<br>Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: 60 h |

| | |
|---|---|
| | Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30731 Praktikum Kernenergietechnik (USL), Mündlich, Gewichtung: 1<br>USL. Art und Umfang der USL werden jeweils zu Beginn des Praktikums bekannt gegeben. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Kernenergetik und Energiesysteme |

# 215 Strömungsmechanik und Wasserkraft

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2151 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2152 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2153 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 30780 | Praktikum Strömungsmechanik und Wasserkraft |

# 2151 Kernfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module: 14100 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft

# Modul: 14100 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042000100 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Riedelbauch |
| 9. Dozenten: | Stefan Riedelbauch |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Wahlpflichtmodul Gruppe 1 (Strömungsmechanik)<br>• Technische Strömungslehre (Fluidmechanik 1) oder Strömungsmechanik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden kennen die prinzipielle Funktionsweise von Wasserkraftanlagen und die Grundlagen der hydraulischen Strömungsmaschinen. Sie sind in der Lage, grundlegende Vorauslegungen von hydraulischen Strömungsmaschinen in Wasserkraftwerken durchzuführen sowie das Betriebsverhalten zu beurteilen. |
| 13. Inhalt: | Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen von Kraftwerken, Turbinen, Kreiselpumpen und Pumpenturbinen. Dabei werden die verschiedenen Bauarten und deren Kennwerte, Verluste sowie die dort auftretenden Kavitationserscheinungen vorgestellt. Es wird eine Einführung in die Auslegung von hydraulischen Strömungsmaschinen und die damit zusammenhängenden Kennlinien und Betriebsverhalten gegeben. Mit der Berechnung und Konstruktion einzelner Bauteile von Wasserkraftanlagen wird die Auslegung von hydraulischen Strömungsmaschinen vertieft. |

| | |
|---|---|
| | Zusätzlich werden noch weitere Komponenten in Wasserkraftanlagen wie beispielsweise "Hydrodynamische Getriebe und Absperr- und Regelorgane behandelt. |
| 14. Literatur: | • Skript Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft<br>• C. Pfleiderer, H. Petermann, Strömungsmaschinen, Springer Verlag<br>• W. Bohl, W. Elmendorf, Strömungsmaschinen 1 und 2, Vogel Buchverlag<br>• J. Raabe, Hydraulische Maschinen und Anlagen, VDI Verlag<br>• J. Giesecke, E. Mosonyi, Wasserkraftanlagen, Springer Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 141001 Vorlesung Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft<br>• 141002 Übung Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft<br>• 141003 Seminar Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 48h + Nacharbeitszeit: 132h = 180h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14101 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen |
| 19. Medienform: | Tafel, Tablet-PC, Powerpoint Präsentation |
| 20. Angeboten von: | Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen |

# 2152 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 14100 | Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft |
| | 17600 | Numerische Strömungsmechanik |
| | 29210 | Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen |
| | 51780 | Modeling of Two-Phase Flows |

# Modul: 14100 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042000100 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Riedelbauch |
| 9. Dozenten: | Stefan Riedelbauch |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Wahlpflichtmodul Gruppe 1 (Strömungsmechanik)<br>• Technische Strömungslehre (Fluidmechanik 1) oder Strömungsmechanik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden kennen die prinzipielle Funktionsweise von Wasserkraftanlagen und die Grundlagen der hydraulischen Strömungsmaschinen. Sie sind in der Lage, grundlegende Vorauslegungen von hydraulischen Strömungsmaschinen in Wasserkraftwerken durchzuführen sowie das Betriebsverhalten zu beurteilen. |
| 13. Inhalt: | Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen von Kraftwerken, Turbinen, Kreiselpumpen und Pumpenturbinen. Dabei werden die verschiedenen Bauarten und deren Kennwerte, Verluste sowie die dort auftretenden Kavitationserscheinungen vorgestellt. Es wird eine Einführung in die Auslegung von hydraulischen Strömungsmaschinen und die damit zusammenhängenden Kennlinien und Betriebsverhalten gegeben. Mit der Berechnung und Konstruktion einzelner Bauteile von Wasserkraftanlagen wird die Auslegung von hydraulischen Strömungsmaschinen vertieft. |

| | |
|---|---|
| | Zusätzlich werden noch weitere Komponenten in Wasserkraftanlagen wie beispielsweise "Hydrodynamische Getriebe und Absperr- und Regelorgane behandelt. |
| 14. Literatur: | • Skript Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft<br>• C. Pfleiderer, H. Petermann, Strömungsmaschinen, Springer Verlag<br>• W. Bohl, W. Elmendorf, Strömungsmaschinen 1 und 2, Vogel Buchverlag<br>• J. Raabe, Hydraulische Maschinen und Anlagen, VDI Verlag<br>• J. Giesecke, E. Mosonyi, Wasserkraftanlagen, Springer Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 141001 Vorlesung Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft<br>• 141002 Übung Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft<br>• 141003 Seminar Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 48h + Nacharbeitszeit: 132h = 180h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14101 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen |
| 19. Medienform: | Tafel, Tablet-PC, Powerpoint Präsentation |
| 20. Angeboten von: | Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen |

# Modul: 17600 Numerische Strömungsmechanik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042000300 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Albert Ruprecht |
| 9. Dozenten: | Albert Ruprecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen, Höhere Mathematik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erlernen die Grundlagen der numerischen Berechnung von Strömungen sowie das Vorgehen bei der Lösung von Strömungsproblemen mittels CFD. Sie sollten in der Lage sein, problemspezifische Modelle und Algorithmen auszuwählen und zu bewerten. Sie erhalten die Voraussetzung zu einer richtigen Anwendung von kommerzieller Berechnungssoftware. |
| 13. Inhalt: | • Einführung in die numerische Strömungsmechanik,<br>• Navier-Stokes-Gleichungen,<br>• Turbulenzmodelle,<br>• Finite Differenzen, Finite Volumen, Finite Elemente,<br>• Lineare Gleichungslöser,<br>• Algorithmen zur Strömungsberechnungen,<br>• CFD-Anwendungen. |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript "Numerische Strömungsmechanik" |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 176001 Vorlesung Numerische Strömungsmechanik<br>• 176002 Übung Numerische Strömungsmechanik |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 17601 Numerische Strömungsmechanik (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Computerübungen |
| 20. Angeboten von: | Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen |

# Modul: 29210 Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042000400 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Riedelbauch |
| 9. Dozenten: | Stefan Riedelbauch |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen in Mathematik, Strömungslehre und Regelungstechnik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden des Moduls erlernen die physikalischen Aspekte und Grundlagen des transienten<br>Verhaltens von Wasserkraftanlagen sowie die Methoden zur Simulation dieser Vorgänge. Sie erlernen die Grundlagen der Kraftwerksregelung und den Einsatz von Wasserkraftwerken für die Regelung elektrischer Netze. |
| 13. Inhalt: | Instationäre Vorgänge in Rohrleitungssystemen<br>Numerische Verfahren zur Lösung transienter Strömungsvorgänge<br>Oszillierende Strömungen<br>Kraftwerksregelung<br>Netzregelung mit Wasserkraftanlagen |
| 14. Literatur: | Skript Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 292102 Übung Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen<br>• 292101 Vorlesung Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 29211 Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen (PL), Schriftlich oder Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |

| | |
|---|---|
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen |

# Modul: 51780 Modeling of Two-Phase Flows

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041600615 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | Eckart Laurien |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Numerische Strömungssimulation |
| 12. Lernziele: | The students have special knowledge about the three-dimensional methods using multifluid models for two- or three-dimensional two-phase flows in energy-, process, and environmental engineering. Bubbly, stratified and droplet flows will be modeled using statistical averaging in an application-oriented way. The emphasis is on gas-liquid systems with momentum transfer, two-phase turbulence as well as boiling, cavitation and condensation. The quality and accuracy of those models is discussed in view of experimental observations and measurements. An example software (CFX) is presented and used in practical exercises. |
| 13. Inhalt: | 1 Introduction<br>1.1 Characterization of Two-Phase Flows<br>1.1.1 Two-Phase Flows, Examples<br>1.1.2 Classification of Two-Phase Flows<br>1.1.3 Stokes Number |

| | |
|---|---|
| | 1.1.4 Turbulence in Two-Phase Flows<br>1.2 Euler-Lagrange Model<br>1.2.1 Model Equations<br>1.2.2 Computation of Particle-Laden Flow<br>1.2.3 Numerical Integration of Particle Trajectories<br>1.2.4 Lagrangian Turbulence Modeling<br>2 Adiabatic Two-Phase Flows (Gas-Liquid)<br>2.1 Bubble Plume<br>2.1.1 Mechanisms of Momentum Transfer<br>2.1.2 Fundamental Equations<br>2.1.3 Numerical Simulation of a Bubble Plume<br>2.2 Bubbly Pipe Flow<br>2.2.1 Experimental Observations<br>2.2.2 Numerical Simulation of Bubbly Pipe Flows<br>2.2.3 Bubble Dynamics<br>2.2.4 Derivation of the Two-Fluid Equations<br>2.2.5 Single-Phase Turbulence Modelling Overview<br>2.2.6 Prandtls Mixing-Length Model<br>2.2.7 The K-epsilon Turbulence Model<br>2.2.8 Two-Phase Turbulence Models<br>2.2.9 Extended Continuum Models<br>2.3 Stratified Flow<br>2.3.1 Countercurrent Flow Experiments<br>2.3.2 Forces at a Wavy Surface<br>2.3.3 Two-Phase Turbulence Transport Models<br>2.4 Direct Numerical Simulation<br>2.4.1 Volume-of-Fluid Method<br>2.4.2 Example: Determination of the Virtual Mass Coefficient<br>3 Two-Phase Flow with Heat and Mass Transfer<br>3.1 Examples<br>3.1.1 Boiling, Cavitation and Condensation of Water<br>3.2 Continuum Model with Heat and Mass Transfer<br>3.2.1 Direct-Contact Heat and Mass Transfer3.2.2 Number Density versus Particle Size<br>3.2.3 Thermal Cavitation in Gravity-Driven Pipe Flow<br>3.2.4 Nucleation Model<br>3.2.5 Wall-Boiling Model<br>3.3 Two-Phase Flows of Mixtures<br>3.3.1 Thermodynamics of Wet Air and Vapour<br>3.3.2 Two Fluid Model for Wet Air and Vapour<br>3.3.3 Wall-Condensation Model<br>4 Flow and Heat Transfer at Supercritical Pressure<br>4.1 Technical Applications of Supercritical Fluids<br>4.2 Experiments of Heat Transfer to Supercritical Water Pipe Flows<br>4.3 Empirical Correlations<br>4.4 Two-Layer Theory for Heat Transfer of Pipe Flows<br>4.5 One-Dimensional Theory<br>4.6 CFD and RANS Models for Supercritical-Pressure Flows |
| 14. Literatur: | complete lecture material can be downloaded from ILIAS in the form of slides (pdf-format)<br>E. Laurien und H. Oertel: Numerische Strömungsmechanik, 5. Auflage, Vieweg+Teubner, 2013 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 517801 Vorlesung Modeling of Two-Phase Flows Part I<br>• 517802 Vorlesung Modeling of Two-Phase Flows Part II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 6 x 30 h |

| | |
|---|---|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | • 51781 Modeling of Two-Phase Flows (PL), Mündlich, Gewichtung: 1<br>• 51782 Modeling of Two-Phase Flows (USL), Mündlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# 2153 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 30740 | Strömungsmesstechnik |
| 30750 | Meeresenergie |
| 30770 | Planung von Wasserkraftanlagen |

# Modul: 30740 Strömungsmesstechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042000500 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Oliver Kirschner |
| 9. Dozenten: | Oliver Kirschner |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen in Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden des Moduls erlernen die Grundlagen der Strömungsmesstechnik. Sie sind in der<br>Lage grundlegende Messungen in der Strömungsmechanik und an hydraulischen Strömungsmaschinen<br>durchzuführen und die Qualität von Messergebnissen zu beurteilen. |
| 13. Inhalt: | Die Vorlesung vermittelt die geeignete Auswahl und Anwendung von Ähnlichkeitsgesetzen für die Durchführung von Modellversuchen. Neben der Visualisierung von Strömungen wird die Durchführung von Druck-, Geschwindigkeits- und Durchflussmessungen behandelt. Speziell wird auf die Besonderheiten der Messtechnik in hydraulischen Anlagen und der Messung von Komponenten in Kraftwerken und Laboren eingegangen. |
| 14. Literatur: | Vorlesungsmanuskript Messverfahren in der Strömungsmechanik<br>zur Vertiefung:<br>Nitsche,W.: Strömungsmesstechnik, Springer-Verlag, zweite Auflage, 2006<br>Ruck, B.: Lasermethoden in der Strömungsmeßtechnik, ATFachverlag, Stuttgart, 1990<br>Raffel, M., Willert, C., Wereley, S., Kompenhans J.: "Particle Image Velocimetry, A practical guide", Springer-Verlag, Second Edition, 2007 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 307401 Vorlesung Strömungsmesstechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 h<br>Selbststudium: 69 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30741 Strömungsmesstechnik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Präsentation mit Beamer, Tafel, Vorführung von Messgeräten, Ausstellungsstücke |
| 20. Angeboten von: | Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen |

# Modul: 30750 Meeresenergie

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042000600 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Albert Ruprecht |
| 9. Dozenten: | Albert Ruprecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | keine |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Nutzung der Meeresenergie. Sie erlernen den<br>Stand der Technik in den einzelnen Teilbereichen und sie erhalten einen Einblick in die einzelnen<br>Technologien und technischen Herausforderungen bei der Nutzung der Meeresenergie. |
| 13. Inhalt: | -Einführung in Meeresenergie<br>-Gezeitenkraftwerke<br>-Strömungskraftwerke<br>-Wellenenergienutzung<br>-Osmose-Kraftwerke<br>-Nutzung thermischer Meeresenergie<br>-Projektbeispiele |
| 14. Literatur: | Vorlesungsmanuskript "Meeresenergie |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 307501 Vorlesung Meeresenergie<br>• 307502 Seminar Meeresenergie (1Tag) |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 h<br>Selbststudium: 69 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30751 Meeresenergie (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen |

# Modul: 30770 Planung von Wasserkraftanlagen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042000700 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Riedelbauch |
| 9. Dozenten: | Stephan Heimerl |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | keine |
| 12. Lernziele: | Der Studierende erlernt anhand von Beispielen aus der Praxis die wesentlichen Aspekte von Planung, Bau und Betrieb von Wasserkraftanlagen in Deutschland und im Ausland aus der Sicht des Wasserbauingenieurs. Auf diese Weise ist der Studierende in Verbindung mit den im Hauptstudium erlernten maschinentechnischen Grundlagen als Kernelement derartiger Energieerzeugungsanlagen in der Lage, das Umfeld von Wasserkraftanlagen zu beurteilen, dies in die Projektierungsüberlegungen einfliessen zu lassen und so über eine gesamtheitliche Sichtweise der komplexen Strukturen zu verfügen. |
| 13. Inhalt: | Die Vorlesung stellt die für die Planung von Wasserkraftanlagen erforderliche Ermittlung der natürlichen Grundlagen sowie die notwendigen Planungsschritte bis hin zur Realisierung anhand konkreter Beispiele vor. Schwerpunkte sind dabei die komplexen genehmigungsrechtlichen Randbedingungen sowie die damit eng zusammenhängende Festlegung umweltrelevanter Maßnahmen im Umfeld der Wasserkraftanlage, wie z. B. Fischaufstiegs- und Fischabstiegsanlagen.<br>Des Weiteren werden die unterschiedlichen Randbedingungen und Ansätze bei Wasserkraftplanungen in unterschiedlichen Ländern mittels Fallbeispielen in Deutschland, der Türkei sowie Zentralafrika dargestellt. Hierbei wird auch auf die international üblichen Standards zur Bewertung von Wasserkraftprojekten im Rahmen von vertieften Prüfungen, den sog. "Due Diligences, eingegangen. |
| 14. Literatur: | Vorlesungsmitschrift "Planung von Wasserkraftanlagen<br>Giesecke, J, Mosonyi, E., Heimerl, S.: Wasserkraftanlagen - Planung, Bau und Betrieb. 5. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 2009, 924 S. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 307702 Exkursion Planung von Wasserkraftanlagen (1Tag)<br>• 307701 Verlesung Planung von Wasserkraftanlagen |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30771 Planung von Wasserkraftanlagen (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen |

# Modul: 30780 Praktikum Strömungsmechanik und Wasserkraft

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042000900 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Oliver Kirschner |
| 9. Dozenten: | Oliver Kirschner |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen in Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Messungen in der Strömungsmechanik und an hydraulischen Strömungsmaschinen durchzuführen. |
| 13. Inhalt: | Nähere Informationen zu den Praktischen Übungen: APMB erhalten Sie zudem unter http://www.uni-stuttgart.de/mabau/msc/msc_mach/linksunddownloads.html<br>Im Rahmen des Praktikums werden sowohl Strömungsmessgrößen als auch Leistungs- und Wirkungsgraddaten<br>von hydraulischen Strömungsmaschinen gemessen. |
| 14. Literatur: | Versuchsunterlagen, Versuchsbeschreibung |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 307805 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1<br>• 307807 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3<br>• 307808 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4<br>• 307806 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2<br>• 307803 Spezialisierungsfachversuch 3<br>• 307801 Spezialisierungsfachversuch 1<br>• 307802 Spezialisierungsfachversuch 2<br>• 307804 Spezialisierungsfachversuch 4 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30781 Praktikum Strömungsmechanik und Wasserkraft (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>USL. Art und Umfang der USL werden jeweils zu Beginn des Praktikums bekannt gegeben. |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Einführung mit Beamer-Präsentation, Vorführung der verwendeten Messgeräte, Versuchsaufbau |
| 20. Angeboten von: | Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen |

# 216 Techniken zur effizienten Energienutzung

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2161 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2162 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2163 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 30810 | Praktikum: Techniken zur effizienten Energienutzung |

# 2161 Kernfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 30790 | Optimale Energiewandlung und Wärmeversorgung |
| | 69480 | Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung |
| | 72350 | Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung |

# Modul: 30790 Optimale Energiewandlung und Wärmeversorgung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410027 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Klaus Spindler |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Empfohlen: Grundlagen Technischer Thermodynamik und Wärmeübertragung |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der optimalen Energiewandlung. Sie können, energetische und exergetische Analysen von technisch wichtigen Energiewandlungsprozessen durchführen. Sie kennen die Ansätze zur Optimierung von Wärmeübertragern, Wärmepumpen- und Kältekreisläufen, Dampf- und Gasturbinen-Prozessen. Sie können Niedrig-Exergie-Heizsysteme auslegen und bewerten. Sie haben Kenntnis über verschiedene Koppelprozesse zur Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung und deren Bewertungsgrößen. Sie kennen die Verfahren zur geothermischen Energiewandlung. Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur energieeffizienten Wärmeversorgung von Gebäuden. Sie sind mit den aktuellen Normen und Standards vertraut. Sie können den Wärme- und Feuchtetransport durch Wände berechnen und Dämmstärken durch Wirtschaftlich-keitsberechnungen optimieren. Sie können verschiedene Wärmeversorgungsanlagen energetisch, wirtschaftlich und ökologisch bewerten. Sie kennen die Vorgänge bei Verbrennungsprozessen und die Bewertungsgrößen von Heizkesseln. Sie haben einen Überblick über verschiedene Wärmeerzeugungs- und Wärmerückgewinnungssysteme und deren Effizienz. Sie können wärme-technische Komponenten und Systeme bilanzieren und Vorschläge für einen geeigneten ressourcen-schonenden Einsatz machen. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | I. Optimale Energiewandlung Energiewandlungskette, Exergieverlust-analysen für Wärmepumpen und Kältemaschinen nach dem Kompressions- und Absorptionsverfahren, Brennstoffzelle, Dampfkraftprozess, offener Gasturbinenprozess, Gasturbinen-Dampfturbinen-Anlage, Wärme- Kraft- bzw. Kraft-Wärmekopplung, Wärme-Kälte- Kopplung, ORC- und Kalina-Prozess<br>II. Rationelle Wärmeversorgung Wärmedurchgang und Wasserdampfdiffusion durch geschichtete ebene Wände, Feuchtigkeitsausscheidung, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Wärmekosten einer Zentralheizung, Kostenrechnung für Wärmedämmung, Verbrennungsprozesse, Rechenbeispiel für Gasheizkessel, Kennwerte für Heizkessel, Kesselwirkungsgrad, Jahresnutzungsgrad, Teillastnutzungsgrad, Brennwerttechnik, Holzpelletfeuerung, Jahresheizwärme- und Jahresheizenergiebedarf, Luftwechsel, Lüftungswärmebedarf, Fugendurchlasskoeffizient, solare Wärmegewinne, Gesamt- energiedurchlassgrad, Energetische Bewertung heiz- u. raumlufttechn. Anlagen, Wärmedämmstandards, Wärmeschutzverordnung, Energieeinsparung in Gebäuden, Kontrollierte Lüftung mit Wärme-rückgewinnung, Zentrale Wärmeversorgungskonzepte. |
| 14. Literatur: | Powerpoint-Folien der Vorlesungen, Daten- u. Arbeitsblätter |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 307901 Vorlesung mit integrierten Übungen Optimale Energiewandlung<br>• 307902 Vorlesung mit integrierten Übungen Rationelle Wärmeversorgung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium, Prüfungsvorber.: 124 h<br>Gesamt: 180h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | • 30791 Optimale Energiewandlung (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1<br>• 30792 Rationelle Wärmeversorgung (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211010 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Alois Kessler<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul "Energiewirtschaft und Energieversorgung") |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis hinsichtlich der Struktur des Energieverbrauchs in Industrie, Handel und Gewerbe. Sie kennen Definitionen, Begriffe und Methoden im Zusammenhang mit Energieeffizienz. Sie haben ein Verständnis für die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und Kenntnisse in Bezug auf Hemmnisse bei der Umsetzung in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Sie verfügen über Kenntnisse im Bereich der Messtechnik und die Fähigkeit zur wirtschaftlichen Bewertung von Energieeffizienzinvestitionen. Sie kennen die wesentlichen Querschnitts- und Branchentechnologien mit energetischer Bedeutung.<br>Ergänzend wird in jedem Semester eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale<br>• Einflussfaktoren des Energieverbrauchs<br>• Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren)<br>• Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren)<br>• Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse |
| 14. Literatur: | • Skript<br>• Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013<br>• Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 694801 Vorlesung Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien<br>• 694802 Vorlesung Energieeffizienz II - Branchentechnologien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69481 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>schriftlich 120 min oder mündlich 40 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 72350 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Kai Hufendiek<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik, Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Studierenden kennen die Grundlagen der rationellen Energieanwendung und können die wichtigsten Methoden zur quantitativen Bilanzierung und Analyse von Energiesystemen anwenden und sind damit in der Lage, Energiesysteme zu bewerten. |
| 13. Inhalt: | • Konzepte der Nachhaltigkeit<br>• Analysemethoden des energetischen Zustandes von Anlagen und Systemen<br>• Pinch-Analyse<br>• Exergoökonomische Methode<br>• Abwärmenutzungsoptimierung<br>• Wärmerückgewinnung<br>• Einsatz von Wärmepumpen<br>• Systemvergleiche von Energieanlagen<br>• Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung<br>• Energiemanagementsysteme und Energie-Audits, Organisation von Energieeffizienz in Unternehmen |
| 14. Literatur: | line-Manuskript,<br>Daten- und Arbeitsblätter |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 723501 Vorlesung und Übung Techniken der rationellen Energieanwendung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 72351 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# 2162 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 18160 | Berechnung von Wärmeübertragern |
| | 30790 | Optimale Energiewandlung und Wärmeversorgung |
| | 30800 | Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte |
| | 68390 | Energiemärkte und Energiehandel |
| | 69480 | Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung |
| | 72350 | Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung |

# Modul: 18160 Berechnung von Wärmeübertragern

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410030 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Wolfgang Heidemann |
| 9. Dozenten: | Wolfgang Heidemann |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |

| | |
|---|---|
| | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Wärme- und Stoffübertragung |
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br>Die Studierenden<br>• kennen die Grundgesetze derWärmeübertragung und der Strömungen<br>• sind in der Lage die Grundlagen inForm von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden<br>• kennen unterschiedliche Methodenzur Berechnung von Wärmeübertragern<br>• kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertragerbauformen |
| 13. Inhalt: | Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieursausbildung durch Vermittlung von Fachwissen für die Berechnung von Wärmeübertragern zu leisten.<br>Die Lehrveranstaltung<br>• zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis,<br>• vermittelt die Grundlagen zurBerechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode<br>• behandelt Sonderbauformen undSpezialprobleme(Wärmeverluste),<br>• vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und imMantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung,Kondensation, Verdampfung),<br>• führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände,Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren),<br>• behandelt die Bestimmung vonDruckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen<br>• vermittelt die Berechnung vonRegeneratoren |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript,<br>• empfohlene Literatur: VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern<br>• 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 18161 Berechnung von Wärmeübertragern (PL), Schriftlich, 70 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung: Beamerpräsentation<br>Übung: Overhead-Projektoranschrieb, Online-Demonstration von Berechnungssoftware |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 30790 Optimale Energiewandlung und Wärmeversorgung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410027 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Klaus Spindler |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Empfohlen: Grundlagen Technischer Thermodynamik und Wärmeübertragung |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der optimalen Energiewandlung. Sie können, energetische und exergetische Analysen von technisch wichtigen Energiewandlungsprozessen durchführen. Sie kennen die Ansätze zur Optimierung von Wärmeübertragern, Wärmepumpen- und Kältekreisläufen, Dampf- und Gasturbinen-Prozessen. Sie können Niedrig-Exergie-Heizsysteme auslegen und bewerten. Sie haben Kenntnis über verschiedene Koppelprozesse zur Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung und deren Bewertungsgrößen. Sie kennen die Verfahren zur geothermischen Energiewandlung. Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur energieeffizienten Wärmeversorgung von Gebäuden. Sie sind mit den aktuellen Normen und Standards vertraut. Sie können den Wärme- und Feuchtetransport durch Wände berechnen und Dämmstärken durch Wirtschaftlich-keitsberechnungen optimieren. Sie können verschiedene Wärmeversorgungsanlagen energetisch, wirtschaftlich und ökologisch bewerten. Sie kennen die Vorgänge bei Verbrennungsprozessen und die Bewertungsgrößen von Heizkesseln. Sie haben einen Überblick über verschiedene Wärmeerzeugungs- und Wärmerückgewinnungssysteme und deren Effizienz. Sie können wärme-technische Komponenten und Systeme bilanzieren und Vorschläge für einen geeigneten ressourcen-schonenden Einsatz machen. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | I. Optimale Energiewandlung Energiewandlungskette, Exergieverlust-analysen für Wärmepumpen und Kältemaschinen nach dem Kompressions- und Absorptionsverfahren, Brennstoffzelle, Dampfkraftprozess, offener Gasturbinenprozess, Gasturbinen-Dampfturbinen-Anlage, Wärme- Kraft- bzw. Kraft-Wärmekopplung, Wärme-Kälte- Kopplung, ORC- und Kalina-Prozess<br>II. Rationelle Wärmeversorgung Wärmedurchgang und Wasserdampfdiffusion durch geschichtete ebene Wände, Feuchtigkeitsausscheidung, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Wärmekosten einer Zentralheizung, Kostenrechnung für Wärmedämmung, Verbrennungsprozesse, Rechenbeispiel für Gasheizkessel, Kennwerte für Heizkessel, Kesselwirkungsgrad, Jahresnutzungsgrad, Teillastnutzungsgrad, Brennwerttechnik, Holzpelletfeuerung, Jahresheizwärme- und Jahresheizenergiebedarf, Luftwechsel, Lüftungswärmebedarf, Fugendurchlasskoeffizient, solare Wärmegewinne, Gesamt- energiedurchlassgrad, Energetische Bewertung heiz- u. raumlufttechn. Anlagen, Wärmedämmstandards, Wärmeschutzverordnung, Energieeinsparung in Gebäuden, Kontrollierte Lüftung mit Wärme-rückgewinnung, Zentrale Wärmeversorgungskonzepte. |
| 14. Literatur: | Powerpoint-Folien der Vorlesungen, Daten- u. Arbeitsblätter |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 307901 Vorlesung mit integrierten Übungen Optimale Energiewandlung<br>• 307902 Vorlesung mit integrierten Übungen Rationelle Wärmeversorgung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium, Prüfungsvorber.: 124 h<br>Gesamt: 180h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | • 30791 Optimale Energiewandlung (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1<br>• 30792 Rationelle Wärmeversorgung (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 30800 Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210009 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/<br>Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Markus Blesl |
| 9. Dozenten: | Markus Blesl<br>Kai Hufendiek<br>Eric Jennes |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik,<br>Ingenieurwissenschaftliche und betriebswirtschaftliche Grundlagen |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/-innen beherrschen die physikalisch-technischen Grundlagen der gekoppelten<br>Kraft-Wärme-Erzeugung in KWK-Anlagen. Die Teilnehmer/-innen können energetische Auslegungen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für diese Anlagen durchführen.<br><br>Sie kennen unterschiedliche Wärmeversorgungssysteme und -strukturen mit ihren technischen, ökonomischen und ökologischen Parametern und können verschiedene Wärmeversorgungskonzepte technisch-wirtschaftlich vergleichen. Die Teilnehmer haben die Kompetenz, KWK-Anlagen und Wärmeversorgungssysteme zu analysieren und zu konzipieren. |
| 13. Inhalt: | • Begriffe und Begriffsdefinitionen<br>• Thermodynamische Grundlagen und Prozesse der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) |

| | |
|---|---|
| | • Konfiguration und Systemintegration von KWK-Anlagen anhand praktischer Beispiele<br>• Wirtschaftlichkeitsrechnungen bei KWK-Anlagen<br>• Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland<br>• Begriffliche und methodische Grundlagen der Wärmeversorgung<br>• Grundlagen, Aufbau und Funktion von Wärmeversorgungssystemen<br>• Vergleich von Wärmeversorgungssystemen<br>• Verbindungen zwischen Wärme- und Energieversorgungssystemen<br>• Wärmeversorgung im Kontext der Energiewende |
| 14. Literatur: | Online-Manuskript |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308001 Vorlesung Kraft-Wärme-Kopplung: Anlagen und Systeme<br>• 308002 Vorlesung Wärmeversorgungskonzepte |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:56 h<br>Selbststudium:124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30801 Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung, begleitendes Manuskript |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 68390 Energiemärkte und Energiehandel

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210090 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse der Energiewirtschaft (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/-innen kennen die Grundbegriffe und Grundzüge von Energiemärkten, insbesondere die Märkte für Öl, Erdgas, Kesselkohle, Strom und Emissionsrechte. Dabei lernen Sie die Eigenschaften und Zusammenhänge von Commodity-Märkten (Warenmärkten) kennen: Märkte, Produkte, Marktplätze, Preisbildungsmechanismen, Eigenschaften von Angebot und Nachfrage, Rahmenbedingungen. Dabei werden die Mechanismen an Börsen und anderen Marktplätzen betrachtet.<br><br>Sie lernen die Aufgabe solcher Märkte, Grundlagen für deren Effizienz und die Interessen der unterschiedlichen Akteure kennen. Sie setzen sich intensiv mit marktbasierten Risiken, |

| | |
|---|---|
| | insbesondere Preis- und Counterparty Risiken auseinander, lernen Methoden zur Messung und Konzepte zum Management solcher Risiken sowie Handelsstrategien kennen. Sie wissen, wie eine Handelsposition zu bestimmen ist, können diese bewerten und zielgerichtet verändern. Der Zusammenhang zwischen Märkten, Preiserwartungen, Risikomanagement und Investitionen ist ihnen geläufig sowie Vermarktungsstrategien für Energieerzeugungsanlagen und Speicher.<br><br>Darüber hinaus lernen Sie die Organisation von Handelshäusern kennen, die in Commodity-Märkten agieren.<br><br>Die in den Vorlesungen vermittelten theoretischen Grundlagen werden mittels eines Planspiels zum Thema Energiehandel interaktiv getestet.. |
| 13. Inhalt: | • Aufbau und Funktion von Energiemärkten<br>• Rolle von Energiemärkten im Energiesystem<br>• Produkte auf Energiemärkten<br>• Regulierung von Märkten<br>• Marktmacht von Unternehmen<br>• Zusammenhang zwischen Information, Marktspielregeln, Marktstrukturen und Preisbildung<br>• Aufgabe und Funktion von Risikomanagement und Risiko Controlling<br>• Positionsbestimmung, Mark-to-Market, Risikomaße wie Value at Risk und ihre Aufgabe<br>• Handels- und Risikomanagementstrategien wie Spekulation und Hedging<br>• Konzept der Deltaposition und des Deltahedging<br>• Eigenschaften von Derivaten und Grundzüge deren Bewertung<br>• Detaillierte Betrachtung der Märkte für Rohöl und Ölprodukte, Erdgas, Kesselkohlen und Seefrachten, Emissionsrechten sowie Strom in Europa<br>• Bewertung von Investitionen in wettbewerblichen Märkten und Entscheidungsmechanismen<br>• Modellierung und Analyse von Märkten<br>• Organisation und Verantwortung von Handelshäusern |
| 14. Literatur: | • Online-Unterlagen zur Vorlesung<br>• Schwintowski, H.-P. (Hrsg): Handbuch Energiehandel. Erich Schmidt Verlag und Co., 2014.<br>• Stoft, S.: Power System Economics. IEEE Press, Wiley-Interscience, 2002.<br>• Burger, M., Schindmayr, G., Graeber, B.: Managing Energy Risk. 2nd ed., Wiley, 2014. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 683901 Vorlesung Energiemärkte und Energiehandel<br>• 683902 Projektseminar Planspiel Energiehandel |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 68391 Energiemärkte und Energiehandel (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |

## 20. Angeboten von:

# Modul: 69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211010 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Alois Kessler<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul "Energiewirtschaft und Energieversorgung") |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis hinsichtlich der Struktur des Energieverbrauchs in Industrie, Handel und Gewerbe. Sie kennen Definitionen, Begriffe und Methoden im Zusammenhang mit Energieeffizienz. Sie haben ein Verständnis für die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und Kenntnisse in Bezug auf Hemmnisse bei der Umsetzung in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Sie verfügen über Kenntnisse im Bereich der Messtechnik und die Fähigkeit zur wirtschaftlichen Bewertung von Energieeffizienzinvestitionen. Sie kennen die wesentlichen Querschnitts- und Branchentechnologien mit energetischer Bedeutung.<br>Ergänzend wird in jedem Semester eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale<br>• Einflussfaktoren des Energieverbrauchs<br>• Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren)<br>• Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren)<br>• Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse |
| 14. Literatur: | • Skript<br>• Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013<br>• Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 694801 Vorlesung Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien<br>• 694802 Vorlesung Energieeffizienz II - Branchentechnologien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69481 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>schriftlich 120 min oder mündlich 40 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 72350 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Kai Hufendiek<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik, Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Studierenden kennen die Grundlagen der rationellen Energieanwendung und können die wichtigsten Methoden zur quantitativen Bilanzierung und Analyse von Energiesystemen anwenden und sind damit in der Lage, Energiesysteme zu bewerten. |
| 13. Inhalt: | • Konzepte der Nachhaltigkeit<br>• Analysemethoden des energetischen Zustandes von Anlagen und Systemen<br>• Pinch-Analyse<br>• Exergoökonomische Methode<br>• Abwärmenutzungsoptimierung<br>• Wärmerückgewinnung<br>• Einsatz von Wärmepumpen<br>• Systemvergleiche von Energieanlagen<br>• Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung<br>• Energiemanagementsysteme und Energie-Audits, Organisation von Energieeffizienz in Unternehmen |
| 14. Literatur: | line-Manuskript,<br>Daten- und Arbeitsblätter |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 723501 Vorlesung und Übung Techniken der rationellen Energieanwendung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 72351 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# 2163 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 36760 | Wärmepumpen |
| 36860 | Konstruktion von Wärmeübertragern |
| 36870 | Kältetechnik |
| 68280 | Energetische Optimierung der Produktion |
| 69470 | Energieeffizienz II - Branchentechnologien |
| 69490 | Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien |
| 69500 | Energiemanagement nach ISO 50001 |
| 71950 | Druckluft und Pneumatik |
| 72150 | Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme |

# Modul: 36760 Wärmepumpen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410028 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Klaus Spindler |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik, Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der verschiedenen Wärmepumpenprozesse. Die Teilnehmer haben einen Überblick über die verwendeten Anlagenkomponenten und deren Funktion. Sie können Wärmepumpenanlagen mit unterschiedlichen Wärmequellen auslegen. Sie können die Wärmepumpen energetisch, ökologisch und ökonomisch bewerten. Sie kennen die geltenden Regeln und Normen zur Prüfung von Wärmepumpenanlagen. Sie haben Grundkenntnisse zur hydraulischen Integration und zur Regelung der Wärmepumpe. |
| 13. Inhalt: | Wärmepumpen:<br>Thermodynamische Grundlagen, Ideal- Prozess, Theoretischer Vergleichsprozess der Kompressionswärmepumpe<br>Realer Prozess der Kaltdampfkompressionswärmepumpe, Idealisierter Absorptionsprozess, Dampfstrahlwärmepumpe, Thermoelektrische Wärmepumpe Bewertungsgrößen, Leistungszahl COP, Jahresarbeitszahl JAZ, exergetischer Wirkungsgrad<br>Arbeitsmittel und Komponenten für Kompressionswärmepumpen und Absorptionswärmepumpen<br>Auslegungsbeispiele für Wärmepumpen Wirtschaftlichkeit und Vergleich mit anderen Wärmeerzeugungsanlagen<br>Heiz-/Kühlbetrieb von Wärmepumpen, Kühlen mit Erdsonden |
| 14. Literatur: | Manuskript |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 367601 Vorlesung Wärmepumpen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium, Prüfungsvorbereitung: 62 h |

| | |
|---|---|
| | Gesamt 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36761 Wärmepumpen (BSL), Schriftlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung als powerpoint-Präsentation, ergänzend Tafelanschrieb und Overhead- Folien, Begleitendes Manuskript |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 36860 Konstruktion von Wärmeübertragern

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410035 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Klaus Spindler<br>Wolfgang Heidemann |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Wärme- und Stoffübertragung |
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br><br>• Kenntnis der verschiedenen Bauformen von Wärmeübertragern und deren Einsatzmöglichkeiten<br>• Kenntnis der Werkstoffe Kupfer, Stähle, Aluminium, Glas, Kunststoffe, Graphit hinsichtlich Verarbeitbarkeit, Korrosion, Temperatur- und Druckbereich, Verschmutzung<br>• Konstruktive Detaillösungen für Rohrverbindungen, Mantel, Stutzen, Dichtungen, Dehnungsausgleich, etc.<br>• Kenntnis der Fertigungsverfahren<br>• Vorgehensweise für Auslegungen<br>• Kenntnis einschlägiger Normen und Standards |
| 13. Inhalt: | - Glatt- und Rippenrohre für Wärmeübertrager<br>- Rohrbündelwärmeübertrager<br>- Kupfer als Werkstoff im Apparatebau<br>- Technologie und Einsatzbereiche von Plattenwärmeübertrager<br>- Aussen- und innenberippte Aluminiumrohre für Wärmeübertrager<br>- Spezialwärmeübertrager für hochkorrosive Anwendungen<br>- Wärmeübertrager aus Kunststoff<br>- Graphit-Wärmeübertrager<br>- Auslegung und Anwendung von Lamellenrohrverdampfern<br>- Regenerative Wärmerückgewinnung<br>- Wärmeübertrager in Fahrzeugen<br>- Auslegung und Wirtschaftlichkeit von Kühltürmen |

| | |
|---|---|
| | - Fertigung von Wärmeübertragern<br>- Verschmutzung und Reinigung von Wärmeübertragern |
| 14. Literatur: | Vorlesungsunterlagen,<br>VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 368601 Vorlesung Konstruktion von Wärmeübertragern |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium/Nacharbeitung 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36861 Konstruktion von Wärmeübertragern (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Powerpoint-Präsentation ergänzt um Tafelskizzen und Overheadfolien |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 36870 Kältetechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410034 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Thomas Brendel<br>Klaus Spindler |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Physik und Thermodynamik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden<br><br>• kennen die Grundlagen der Kälteerzeugung<br>• können Kälte- und (Klima-) Anlagen berechnen und bewerten<br>• kennen alle Komponenten einer Kälteanlage<br>• verstehen die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kältetechnik und die Zusammenhänge zwischen Umweltpolitik und Kälteanwendung |
| 13. Inhalt: | Es wird die Anwendung der Kältetechnik im globalen Umfeld erläutert. Der Einfluss der Kälteerzeugung auf die Umwelt wird betrachtet und Folgen und Maßnahmen besprochen. Die Verfahren zur Kälteerzeugung werden vorgestellt. Kennzahlen und Wirkungsgrade erklärt, Anlagenbeispiele gezeigt und Anlagen komponenten erklärt. Auf die Kältemittel und die Verdichter wird besonders eingegangen. Der Abschluss bildet eine Übersicht über alternative Kälteerzeugungsverfahren, wie z.B. Absorptionstechnik. |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsskript<br>• H.L. von Cube u.a.: Lehrbuch der Kältetechnik Bd. 1 u. 2, C.F. Müller Verlag, 4. Aufl. 1997 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 368701 Vorlesung Kältetechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36871 Kältetechnik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung als Powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Erläuterung und Anwendung des Vorlesungsstoffes, ergänzend Tafelanschrieb u. Overhead-Folien |

20. Angeboten von: Thermodynamik und Wärmetechnik

# Modul: 68280 Energetische Optimierung der Produktion

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042610001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer |
| 9. Dozenten: | Alexander Sauer |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen der Investitionsrechnung |
| 12. Lernziele: | Der Studierende kennt:<br><br>• die verschiedenen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zur Förderung von industriellen Effizienzmaßnahmen<br>• Methoden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von Investitionsprojekten in Energieeffizienzmaßnahmen und kann die geeignetste davon auswählen<br>• unterschiedliche Methoden zur Steigerung der betrieblichen Energieeffizienz und kann entsprechend den Gegebenheiten im Unternehmen eine geeignete Methode wählen, anwenden und Ergebnisse richtig deuten<br>• die grundlegenden Begriffe zur Beurteilung der energetischen Qualität<br>• verschiedene Effizienztechnologien (z.B.: Wärmepumpe, BHKW, usw) und versteht es diese unter Nutzung von Synergieeffekten geschickt in Produktionsprozesse zu integrieren<br>• die Vorteile einer intelligent verschalteten Produktion<br>• die Eigenschaften und Anwendungsbereiche verschiedener Energiespeichertechnologien und wie diese in Kombination mit erneuerbaren Energien verwendet werden können<br>• den Unterschied zwischen Lastmanagement, -verschiebung, -verzicht und -abwurf |
| 13. Inhalt: | Behandelte Inhalte:<br>• Energieeffizienz im internationalen Kontext |

| | |
|---|---|
| | • Programme, Geschäftsmodelle und Finanzierung von Energieeffizienz<br>• Im Rahmen der Vorlesung führen die Vorlesungsteilnehmer eigenständig eine Energieeffizienzanalyse im Haushalt durch.<br>• Methoden zur Steigerung der Energieeffizienz<br>• Technologische Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz<br>• Ausgewählte Energiespeichertechnologien in der Produktion<br>• Lastmanagement ("Demand Side Management")<br>• Industrial Smart Grids |
| 14. Literatur: | Online-Manuskript<br>Neugebauer, R., Handbuch Ressourcenorientierte Produktion, Carl Hanser Verlag<br>Bauernhansl, T., Energieeffizienz in Deutschland - eine Metastudie |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 682801 Vorlesung Energetische Optimierung der Produktion |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium incl. Prüfungsvorbereitung: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 68281 Energetische Optimierung der Produktion (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>schriftlich (60 min), eventuell oral (20 min.) |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energieeffizienz in der Produktion |

# Modul: 69470 Energieeffizienz II - Branchentechnologien

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211012 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Alois Kessler<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul "Energiewirtschaft und Energieversorgung") |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis hinsichtlich der Struktur des Energieverbrauchs in Industrie, Handel und Gewerbe. Sie kennen Definitionen, Begriffe und Methoden im Zusammenhang mit Energieeffizienz. Sie haben ein Verständnis für die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und Kenntnisse in Bezug auf Hemmnisse bei der Umsetzung in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Sie verfügen über Kenntnisse im Bereich der Messtechnik und die Fähigkeit zur wirtschaftlichen Bewertung von Energieeffizienzinvestitionen. Sie kennen die wesentlichen Branchentechnologien mit energetischer Bedeutung.<br>Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale<br>• Einflussfaktoren des Energieverbrauchs<br>• Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren)<br>• Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse<br>• Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 14. Literatur: | • Skript |

| | |
|---|---|
| | • Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013<br>• Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 694701 Vorlesung Energieeffizienz II - Branchentechnologien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69471 Energieeffizienz II - Branchentechnologien (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>schriftlich 60 min oder mündlich 20 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 69490 Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul "Energiewirtschaft und Energieversorgung") |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis hinsichtlich der Struktur des Energieverbrauchs in Industrie, Handel und Gewerbe. Sie kennen Definitionen, Begriffe und Methoden im Zusammenhang mit Energieeffizienz. Sie haben ein Verständnis für die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und Kenntnisse in Bezug auf Hemmnisse bei der Umsetzung in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Sie verfügen über Kenntnisse im Bereich der Messtechnik und die Fähigkeit zur wirtschaftlichen Bewertung von Energieeffizienzinvestitionen.<br>Sie kennen die wesentlichen Querschnitts mit energetischer Bedeutung. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale<br>• Einflussfaktoren des Energieverbrauchs<br>• Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren) |
| 14. Literatur: | Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013<br>Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 694901 Vorlesung Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h |

| | |
|---|---|
| | Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69491 Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>schriftlich 60 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 69500 Energiemanagement nach ISO 50001

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211031 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Vorlesung Energiemanagement nach ISO 50001 beschäftigt sich mit dem Aufbau und der Implementierung von Energiemanagementsystemen nach der Norm DIN EN ISO 50001. |

| | |
|---|---|
| | Ziel eines EnMS ist die Gestaltung der organisatorischen Abläufe in einem Unternehmen, die zu einer effizienten Energienutzung führen. Aufgrund gesetzlicher Regeln ist die Einführung von Energiemanagementsystem für Unternehmen verpflichtend die von den finanziellen Vorteilen der besonderen Ausgleichregelung des Stromsteuergesetzes und Spitzenausgleichsverordnung (SpaEfV) profitieren wollen oder sich von der Energieauditpflicht gem EDL-G §8 befreien lassen wollen.<br><br>Durch eine Kooperation mit einer Zertifizierungsorganisation wird angestrebt, dass Studenten das Zertifikat zum Energiemanagementbeauftragen erwerben können.<br>Nähere Informationen dazu gibt es in der ersten Vorlesung.<br>Vorraussetzung ist in diesem Fall zusätzlich die Teilnahme an der Vorlesung Energieeffizienz I. |
| 13. Inhalt: | Einführung zur Bedeutung der Energieeffizienz im Hinblick auf Emissionsminderung und Kostensenkung<br>Managementnormen ISO 9001, 14001, 50001<br>Ziel und Aufgaben der ISO 50001<br>Grundsätzlicher Aufbau von EnMS<br>Erklärungen und Erfassung Ist-Situation<br>Maßnahmenplan<br>Fortschreibung EnMS<br>Rechtlicher Rahmen |
| 14. Literatur: | Geilhausen Marko: Kompakter Leitfaden für Energiemanager. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015<br>UBA: Energiemanagementsysteme in der Praxis. Umweltbundesamt, Dessau, Juni 2012 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 695001 Vorlesung Energiemanagement nach ISO 50001 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69501 Energiemanagement nach ISO 50001 (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>mündlich 20 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 71950 Druckluft und Pneumatik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211032 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Vorlesung Druckluft und Pneumatik beschäftigt sich mit der Konzeption, Planung, Betrieb und Optimierung von Druckluftsystemen in Industrie und Gewerbe unter dem Aspekt von Energieeffizienz, Emissionminderung und Kostenoptimierung. |

| | |
|---|---|
| | Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Verdichtertypen, verstehen die Stärken und Schwächen der eingesetzten Kompressoren und sind in der Lage die geeigneten Verdichtungsverfahren in Abhängigkeit von den Anforderungen auszuwählen.<br>Sie verstehen die Anforderungen an die Druckluftqualität und sind in der Lage geeignete Komponenten für die Druckluftaufbereitung zu spezifizieren und diese Qualitäten zu erreichen.<br>Die Studierenden sind befähigt den Druckluftverbrauch von Betrieben zu analysieren, Schwachstellen zu identifizieren und Verbesserungsmaßnahmen zu verbesserung der Energieeffizienz von Druckluftsystemen zu erarbeiten.<br>Die Studierenden kennen die typischen Schwachstellen in der Druckluftversorgung und sind in der Lage die Auswirkungen der Schwachstellen zu bewerten, insbesondere in Hinblick auf Energieverbrauch, Energieeinsparpotentiale und Umweltauswirkungen. Sie sind in der Lage die komplexen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Teilsystemen und den Druckluftverbrauchern einzuschätzen und ganzheitliche Konzepte für die energieeffiziente Druckluftversorgung zu erarbeiten.<br>Sie verstehen die unterschiedlichen Steuerungen von Kompressoren und kennen die verfügbare Messtechnik für die Analyse des Ist-Zustandes von Druckluftanlagen.<br>Sie können die Ergebnisse messtechnischer Analysen bewerten und daraus den erforderlichen Handlungsbedarf für die Optimierung ableiten |
| 13. Inhalt: | • Bedeutung der Druckluft als Energieträger im Unternehmen<br>• Thermodynamische Grundlagen<br>• Drucklufterzeugung<br>• Druckluftaufbereitung (trocknen, filtern, Ölentfernung)<br>• Kondensat Aufbereitung<br>• Druckluftspeicherung<br>• Steuerungskonzepte für Druckluftanlagen<br>• Druckluftverteilung (Dimensionierung, Rohrleitungsmaterialien,<br>• Leckagen und Leckage Beseitigung<br>• Druckluftanwendungen (steuern, schrauben, bewegen, spannen, reinigen, Vakuum erzeugen, kühlen)<br>• Auditierung von Druckluftsystemen<br><br>Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 14. Literatur: | • Ruppelt, E. (Hrsg.): Drucklufthandbuch, Vulkanverlag<br>• Bierbaum: Druckluftkompendium, Espelkamp: Leidorf, 1997<br>• Radgen, Blaustein: Compressed Air Systems in the European Union, 2001<br>• Mohrig, W.: Druckluft-Praxis: erzeugen - aufbereiten - verteilen - anwenden. Gräfelfing/München: Resch, 1988<br>• www.druckluft.ch |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 719501 Vorlesung Druckluft und Pneumatik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 71951 Druckluft und Pneumatik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| | mündliche Prüfung 20 Minuten |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamer gestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, begleitendes Manuskript, Exkursion |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 72150 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211033 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der energetischen Analyse industrieller Energiesysteme. Sie kennen die verfügbare Messtechnik zur Aufnahme der relevanten Prozessgrößen und sind in der Lage die Zuverlässigkeit und Robustheit der Messwerte zu beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage sich eigenständig die Energieeffizienzpotentiale von Querschnittstechnologien zu erarbeiten und können die Effizienzpotentiale dieser Technologien bewerten. |

| | |
|---|---|
| | Sie kennen die mit dem Energieverbrauch und den Produktionsprozessen verbundenen Umweltauswirkungen in Bezug auf Abluft, Abwasser und Abfall.<br>Die Studierenden sind in der Lage das erlernte Wissen über Effizienzpotentiale in der Praxis in einem realen Unternehmen anzuwenden. Sie können die energetische Ist-Situation in einem realen Unternehmen erfassen, dokumentieren, Messwerte beurteilen und Optimierungspotentiale identifizieren.<br>Die Studierenden können eine wirtschaftliche Bewertung von Effizienzmaßnahmen durchführen und die Wechselwirkungen zwischen einzelnen Maßnahmen abschätzen.<br>Die Studierenden sind in der Lage in einem Team zusammenzuarbeiten und gemeinsam eine Fragestellung zu bearbeiten. Sie können die Arbeitsergebnisse überzeugend präsentieren und in auch für nicht Techniker verständlicher Form dokumentieren.<br>Die Studierenden erkennen die nicht technischen Herausforderungen bei der realen Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen und sind in der Lage Lösungen zu entwickeln und Entscheider von der Vorteilhaftigkeit der Maßnahmen zu überzeugen. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauchstrukturen in Unternehmen<br>• Energiekosten und Kosteneinsparpotentiale<br>• Erarbeitung von Checklisten für die Identifikation von Einsparoptionen in Betrieben<br>• Überschlägige Abschätzung von Effizienzpotentialen<br>• Messtechnik für Temperatur, Druck, Volumen<br>• Einsatz von Datenloggern zur Erfassung von Messwertzeitreihen<br>• Hemmnisse und Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen<br><br>Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 14. Literatur: | Die Studenten recherchieren und nutzen verfügbare Quellen (Fachbücher, Internet) um Effizienzpotentiale für Querschnitts- und Prozesstechnologien zu identifizieren und zu beurteilen. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 721501 Seminar Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 72151 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1<br>mündliche Prüfung: 20 Minuten, Ergebnisbericht der Gruppenarbeit; Gewichtung jeweils 50 % |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 30810 Praktikum: Techniken zur effizienten Energienutzung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210024 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen<br>Klaus Spindler |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>→ Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>→ Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Kenntnisse in der Energietechnik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | Es sind insgesamt 8 Versuche zu belegen. Aus den folgenden Spezialisierungsfachversuchen (SFV) sind 4 auszuwählen, für die jeweils ein Praktikumsbericht von mindestens ausreichender Qualität angefertigt werden muss:<br>• Brennstoffzellentechnik (IER / IES)<br>• Stirlingmotor (IER)<br>• Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW) (IER / ITW)<br>• Wärmepumpe (ITW)<br>• Sonnenkollektor (ITW)<br>• Wärmeübertrager (ITW)<br>• Kompressions-Kälteanlage (ITW)<br>• IR-Kamera (ITW)<br>• Diffusions-Absorptionskältemaschine (ITW)<br>• Energieeffizienzvergleich (IER)<br>• Messen elektrischer Arbeit und Leistung (IER)<br>• Online-Praktikum: Stromverbrauchsanalyse und elektrisches Lastmanagement (IER)<br><br>und 4 weitere Versuche aus dem Angebot des Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) |
| 14. Literatur: | Praktikumsunterlagen (online verfügbar) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308101 Praktikum: Auswahl von 8 Versuchen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:28 h<br>Selbststudium und Prüfungsvorbereitung:62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30811 Praktikum: Techniken zur effizienten Energienutzung (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>Zu den 4 Spezialisierungsfachversuchen sind Praktikumsberichte von mindestens ausreichender Qualität anzufertigen. |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamergestützte Einführung in das Thema, Praktische Übung an Exponaten und Maschinen im Labor |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# 217 Thermische Turbomaschinen

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2171 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2172 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2173 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 30870 | Praktikum Thermische Turbomaschinen |

# 2171 Kernfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 14070 | Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen |
| 30820 | Thermische Strömungsmaschinen |

# Modul: 14070 Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042310004 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Damian Vogt |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen<br>• Technische Thermodynamik I + II<br>• Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse in Thermodynamik und Strömungsmechanik mit dem Fokus auf der Anwendung bei Strömungsmaschinen<br>• kennt und versteht die physikalischen und technischen Vorgänge und Zusammenhänge in Thermischen Strömungsmaschinen (Turbinen, Verdichter, Ventilatoren)<br>• beherrscht die eindimensionale Betrachtung von Arbeitsumsetzung, Verlusten und Geschwindigkeitsdreiecken bei Turbomaschinen<br>• ist in der Lage, aus dieser analytischen Durchdringung die Konsequenzen für Auslegung und Konstruktion von axialen und radialen Turbomaschinen zu ziehen |
| 13. Inhalt: | • Anwendungsgebiete und wirtschaftliche Bedeutung<br>• Bauarten<br>• Thermodynamische Grundlagen |

| | |
|---|---|
| | • Fluideigenschaften und Zustandsänderungen<br>• Strömungsmechanische Grundlagen<br>• Anwendung auf Gestaltung der Bauteile<br>• Ähnlichkeitsgesetze<br>• Turbinen- und Verdichtertheorie<br>• Verluste und Wirkungsgrade, Möglichkeiten ihrer Beeinflussung<br>• Maschinenkomponenten<br>• Betriebsverhalten, Kennfelder, Regelungsverfahren<br>• Instationäre Phänomene |
| 14. Literatur: | • Vogt, D., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>• Dixon, S.L., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier 2005<br>• Cohen H., Rogers, G.F.C., Saravanamutoo, H.I.H., Gas Turbine Theory, Longman 2000<br>• Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, Band 1, 4. Auflage, Springer 2001<br>• Wilson D.G, and Korakianitis T., The design of high efficiency turbomachinery and gas turbines, 2nd ed., Prentice Hall 1998 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 140701 Vorlesung und Übung Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:138 h<br>Gesamt:180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14071 Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Thermische Strömungsmaschinen |
| 19. Medienform: | Podcasted Whiteboard, Tafelanschrieb, Skript zur Vorlesung |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 30820 Thermische Strömungsmaschinen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042310011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Markus Schatz<br>Damian Vogt |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Technische Thermodynamik I+II, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre, Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br><br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der physikalischen und technischen Vorgänge der Turbomaschinen in Gas- und Dampfturbinen und Turboladern<br>• beherrscht die Thermodynamik der zugrundeliegenden thermodynamischen Systeme: Joule-Brayton-Prozess, Clausius-Rankine-Prozess, aufgeladener Seiliger Prozess, GuD-Prozess.<br>• ist in der Lage, die Funktionsprinzipen der wesentlichen Turbomaschinen-Komponenten und deren Zusammenwirken zu erkennen und zu analysieren<br>• verfügt über Kenntnisse über die Auslegung von Turbomaschinen mit numerischen Methoden und Versuchstechnik in Turbomaschinen<br>• erkennt die technischen Grenzen der verschiedenen Turbomaschinentypen und kann diese begründen<br>• beherrscht die analytische Durchdringung der eindimensionalen Betrachtung von Arbeitsumsetzung, Geschwindigkeitsdreiecken und Verlusten bei axialen und radialen Turbokompressoren und Turbinen und den daraus resultierenden Konsequenzen für deren Konstruktion |

| | |
|---|---|
| | • verfügt über vertiefte Kenntnisse des Betriebsverhaltens und der Regelungsarten von Kompressoren und Turbinen |
| 13. Inhalt: | - Einführung und Grundlagen<br>- Bauarten von Thermischen Turbomaschinen<br>- Thermodynamik der Systemprozesse<br>- Einsatzspektrum und Wahl des Turbomaschinentyps<br>- Verdichter und Turbinen von Gasturbinen<br>- Dampfturbinen<br>- Radiale Turbomaschinen<br>- Betriebszustände, Regelung und Betriebsverhalten<br>- Auslegung mit numerischen Methoden<br>- Versuchstechnik in Turbomaschinen |
| 14. Literatur: | - Vogt, D., Thermische Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Universität Stuttgart<br>- Saravanamuttoo, H.I.H., Rogers, G.F.C., Cohen H., Straznicky P. V., Gas Turbine Theory, 6th ed., Prentice Hall 2008<br>- Dixon, S.L., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier 2005<br>- Whitfield, A. and Baines, N.C., Design of Radial Turbomachines, Wiley 1990<br>- The Jet Engine, Rolls-Royce Technical Publ. 1996 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308201 Vorlesung und Übung Thermische Strömungsmaschinen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium 138 Stunden<br>Gesamt: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30821 Thermische Strömungsmaschinen (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Podcasted Whiteboard, Tafelanschrieb, Skript zur Vorlesung |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# 2172 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 14070 | Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen |
| | 30820 | Thermische Strömungsmaschinen |
| | 30830 | Numerik und Messtechnik für Turbomaschinen |
| | 57060 | Spezielle Themen zu Thermischen Turbomaschinen |

# Modul: 14070 Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042310004 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Damian Vogt |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen<br>• Technische Thermodynamik I + II<br>• Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse in Thermodynamik und Strömungsmechanik mit dem Fokus auf der Anwendung bei Strömungsmaschinen<br>• kennt und versteht die physikalischen und technischen Vorgänge und Zusammenhänge in Thermischen Strömungsmaschinen (Turbinen, Verdichter, Ventilatoren)<br>• beherrscht die eindimensionale Betrachtung von Arbeitsumsetzung, Verlusten und Geschwindigkeitsdreiecken bei Turbomaschinen<br>• ist in der Lage, aus dieser analytischen Durchdringung die Konsequenzen für Auslegung und Konstruktion von axialen und radialen Turbomaschinen zu ziehen |
| 13. Inhalt: | • Anwendungsgebiete und wirtschaftliche Bedeutung<br>• Bauarten<br>• Thermodynamische Grundlagen |

| | |
|---|---|
| | • Fluideigenschaften und Zustandsänderungen<br>• Strömungsmechanische Grundlagen<br>• Anwendung auf Gestaltung der Bauteile<br>• Ähnlichkeitsgesetze<br>• Turbinen- und Verdichtertheorie<br>• Verluste und Wirkungsgrade, Möglichkeiten ihrer Beeinflussung<br>• Maschinenkomponenten<br>• Betriebsverhalten, Kennfelder, Regelungsverfahren<br>• Instationäre Phänomene |
| 14. Literatur: | • Vogt, D., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>• Dixon, S.L., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier 2005<br>• Cohen H., Rogers, G.F.C., Saravanamutoo, H.I.H., Gas Turbine Theory, Longman 2000<br>• Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, Band 1, 4. Auflage, Springer 2001<br>• Wilson D.G, and Korakianitis T., The design of high efficiency turbomachinery and gas turbines, 2nd ed., Prentice Hall 1998 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 140701 Vorlesung und Übung Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:138 h<br>Gesamt:180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14071 Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Thermische Strömungsmaschinen |
| 19. Medienform: | Podcasted Whiteboard, Tafelanschrieb, Skript zur Vorlesung |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 30820 Thermische Strömungsmaschinen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042310011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Markus Schatz<br>Damian Vogt |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Technische Thermodynamik I+II, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre, Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br><br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der physikalischen und technischen Vorgänge der Turbomaschinen in Gas- und Dampfturbinen und Turboladern<br>• beherrscht die Thermodynamik der zugrundeliegenden thermodynamischen Systeme: Joule-Brayton-Prozess, Clausius-Rankine-Prozess, aufgeladener Seiliger Prozess, GuD-Prozess.<br>• ist in der Lage, die Funktionsprinzipen der wesentlichen Turbomaschinen-Komponenten und deren Zusammenwirken zu erkennen und zu analysieren<br>• verfügt über Kenntnisse über die Auslegung von Turbomaschinen mit numerischen Methoden und Versuchstechnik in Turbomaschinen<br>• erkennt die technischen Grenzen der verschiedenen Turbomaschinentypen und kann diese begründen<br>• beherrscht die analytische Durchdringung der eindimensionalen Betrachtung von Arbeitsumsetzung, Geschwindigkeitsdreiecken und Verlusten bei axialen und radialen Turbokompressoren und Turbinen und den daraus resultierenden Konsequenzen für deren Konstruktion |

| | |
|---|---|
| | • verfügt über vertiefte Kenntnisse des Betriebsverhaltens und der Regelungsarten von Kompressoren und Turbinen |
| 13. Inhalt: | - Einführung und Grundlagen<br>- Bauarten von Thermischen Turbomaschinen<br>- Thermodynamik der Systemprozesse<br>- Einsatzspektrum und Wahl des Turbomaschinentyps<br>- Verdichter und Turbinen von Gasturbinen<br>- Dampfturbinen<br>- Radiale Turbomaschinen<br>- Betriebszustände, Regelung und Betriebsverhalten<br>- Auslegung mit numerischen Methoden<br>- Versuchstechnik in Turbomaschinen |
| 14. Literatur: | - Vogt, D., Thermische Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Universität Stuttgart<br>- Saravanamuttoo, H.I.H., Rogers, G.F.C., Cohen H., Straznicky P. V., Gas Turbine Theory, 6th ed., Prentice Hall 2008<br>- Dixon, S.L., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier 2005<br>- Whitfield, A. and Baines, N.C., Design of Radial Turbomachines, Wiley 1990<br>- The Jet Engine, Rolls-Royce Technical Publ. 1996 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308201 Vorlesung und Übung Thermische Strömungsmaschinen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium 138 Stunden<br>Gesamt: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30821 Thermische Strömungsmaschinen (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Podcasted Whiteboard, Tafelanschrieb, Skript zur Vorlesung |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 30830 Numerik und Messtechnik für Turbomaschinen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 043210012 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Jürgen Mayer<br>Markus Schatz |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Technische Thermodynamik I+II, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br><br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der Grundgleichungen von Struktur- und Fluiddynamik<br>• beherrscht die Grundlagen der verschiedenen Diskretisierungstechniken<br>• kennt die geeigneten Lösungsverfahren der numerischen Mathematik für die diskretisierten Gleichungen<br>• erkennt die möglichen Einsatzbereiche der verschiedenen numerischen Verfahren und die Grenzen unterschiedlicher Modellbildungen<br>• ist in der Lage, den unterschiedlichen Rechenaufwand bei verschiedenen Modellierungen und Lösungsverfahren zu begründen<br>• verfügt über Grundkenntnisse moderner Rechentechnik<br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse über die Grundlagen und die Anwendung von Messverfahren, die an Turbomaschinen zum Einsatz kommen<br>• ist in der Lage, für unterschiedlichste Messaufgaben die geeigneten Werkzeuge auszuwählen und anzuwenden.<br>• beherrscht den Umgang mit Verfahren zur Auswertung und Analyse der Messdaten<br>• besitzt die Fähigkeit, die Ergebnisse in Hinblick auf Plausibilität und Aussage zu bewerten |
| 13. Inhalt: | - Einsatzbereiche numerischer Verfahren<br>- Wissenschaftliches Rechnen und Einfluss der Hardware-Entwicklung<br>- Modellierung<br>- Strömungsmechanische Grundgleichungen<br>- Turbulenzmodellierung<br>- Diskretisierung von Differentialgleichungen |

| | |
|---|---|
| | - Netzerzeugung<br>- Randbedingungen<br>- Finite-Differenzen-Verfahren<br>- Finite-Volumen-Verfahren<br>- Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (FEM)<br>- Lösungsverfahren<br>- Numerik-Anwendungen<br>- Grundlagen der Strömungsmesstechnik<br>- Messverfahren zur Strömungsmessung<br>- Einführung in die Schwingungsproblematik in Turbomaschinen<br>- Schwingungsmessverfahren<br>- Auswertung und Analyse dynamischer Signale<br>- Ergänzende Messverfahren<br>- Prüfstandstechnik |
| 14. Literatur: | • Mayer, J.F., Numerische Methoden in Fluid- und Strukturmechanik,Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>• Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 1: The Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd ed., Butterworth-Heinemann 2007<br>• Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 2: Computational Methods for Inviscid and Viscous Flows, Wiley 1997<br>• Casey, M., Wintergerste, T., Best Practice Guidelines, ERCOFTAC Special Interst Group on Quality and Trust in Industrial CFD, 2000<br>• Bathe, K. J., Finite-Elemente-Methoden, Springer 2002<br>• Schatz, M., Eyb, G., Mayer, J.F., Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>• Casey, M., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>• Nitsche W., Brunn, A., Strömungsmesstechnik, Springer 2006<br>• Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, 2007<br>• Wittenburg, J., Schwingungslehre, Springer 1996<br>• Karrenberg, U., Signale - Prozesse - Systeme, Springer 2005 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308301 Vorlesung + 2 Übungen + 1 Präsentation Numerische Methoden in Fluid- und Strukturmechanik<br>• 308302 Vorlesung Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen<br>• 308303 Praktikum Strömungs- und Schwingungmesstechnik für Turbomaschinen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden<br>Gesamt: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | • 30831 Numerik und Messtechnik für Turbomaschinen - Teil Numerik (PL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1<br>• 30832 Numerik und Messtechnik für Turbomaschinen - Teil Messtechnik (PL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, Skripten zu den Vorlesungen |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 57060 Spezielle Themen zu Thermischen Turbomaschinen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 043210017 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Damian Vogt |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre, Technische Thermodynamik I+II |
| 12. Lernziele: | Das Modul "Spezielle Themen zu Thermischen Turbomaschinen" beinhaltet zum einen Fragestellungen zu speziellen Turbomaschinen, wobei über die Inhalte der Grundlagenvorlesung hinaus auf die einzelnen Maschinenarten Dampfturbinen und/ oder Turbolader vertieft eingegangen wird. Zum anderen werden Arbeitstechniken des Ingenieurs wie numerische Methoden oder spezielle Messtechniken vermittelt. Es sind zwei der vier angebotenen Fächer zu wählen. Die Studierenden verstehen sowohl grundlegende Zusammenhänge als auch komplexe Problemstellungen verschiedener Teilgebiete des Turbomaschinenbaus und der Ingenieurwissenschaft. Sie verfügen in diesen Bereichen über fundierte Kenntnisse und sind damit in der Lage, komplexe Zusammenhänge zu verstehen und ihr Wissen zur Lösung spezifischer Fragestellungen anzuwenden. |
| 13. Inhalt: | • Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik: Einsatzbereiche numerischer Verfahren, Wissenschaftliches Rechnen und Einfluss der Hardware-Entwicklung, Modellierung, Strömungsmechanische Grundgleichungen, Turbulenzmodellierung, Diskretisierung von Differentialgleichungen, Netzerzeugung, Randbedingungen, Finite-Differenzen-Verfahren, Finite-Volumen-Verfahren, Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (FEM), Lösungsverfahren, Numerik-Anwendungen<br>• Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen: Grundlagen der Strömungsmesstechnik, Messverfahren zur Strömungsmessung, Einführung in die Schwingungsproblematik in Turbomaschinen, Schwingungsmessverfahren, Auswertung und Analyse dynamischer Signale, Ergänzende Messverfahren, Prüfstandstechnik, Praktikum<br>• Dampfturbinentechnologie: Energieressourcen, Marktentwicklungen für Kraftwerke, Historische Entwicklung der Dampfturbine, Dampfturbinenhersteller, Einsatzspektrum, Thermodynamischer Arbeitsprozess, Arbeitsverfahren |

| | |
|---|---|
| | und Bauarten, Leistungsregelung, Beschaufelungen, Betriebszustände, Turbinenläufer und Turbinengehäuse, Systemtechnik und Regelung, Werkstofftechnik<br>• Turbochargers: Introduction to turbocharging, thermodynamics of turbocharging, radial compressors for turbochargers, axial and radial turbines for turbochargers, mechanical design of turbochargers, matching of a turbocharger with a combustion engine, modern system developments, design exercise for a radial compressor and a radial turbine |
| 14. Literatur: | - Mayer, J.F., Numerische Methoden in Fluid- und Strukturmechanik, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>- Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 1: The Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd ed., Butterworth-Heinemann 2007<br>- Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 2: Computational Methods for Inviscid and Viscous Flows, Wiley 1997<br>- Casey, M., Wintergerste, T., Best Practice Guidelines, ERCOFTAC Special Interst Group on Quality and Trust in Industrial CFD, 2000<br>- Bathe, K. J., Finite-Elemente-Methoden, Springer 2002<br>- Schatz, M., Eyb, G., Mayer, J.F., Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>- Vogt, D., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>- Nitsche W., Brunn, A., Strömungsmesstechnik, Springer 2006 Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, 2007<br>- Wittenburg, J., Schwingungslehre, Springer 1996<br>- Karrenberg, U., Signale - Prozesse - Systeme, Springer 2005<br>- Bell, R., Dampfturbinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>- Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, 4. Aufl., Bd. 1 u. 2, Springer 2001<br>- Dietzel, F., Dampfturbinen, 3. Aufl., Hanser 1980<br>- Vogt, D., Turbochargers, lecture notes, ITSM, Universität Stuttgart<br>- Baines N.C., Fundamentals of Turbocharging, ISBN 0-933283-14-8, Concepts/NREC, Vermont, USA, 2005<br>- Heireth, H., Prenniger, P., Charging the internal combustion engine, ISBN 3-211-83747-7, Springer 2007 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 570601 Vorlesung + 2 Übungen + 1 Präsentation Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik<br>• 570602 Vorlesung Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen<br>• 570603 Praktikum Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen<br>• 570604 Vorlesung Dampfturbinentechnologie<br>• 570605 Vorlesung Turbochargers |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Es sind 2 von 4 zur Auswahl stehenden Veranstaltungen zu wählen ([570602] und [570603] bilden zusammen eine Veranstaltung). Der individuelle Aufwand jeder dieser Veranstaltungen ist: Präsenzzeit: 21 Stunden, Selbststudium: 69 Stunden, Gesamt: 90 Stunden.<br>Insgesamt entsteht so ein Aufwand von 180 Stunden. |

| | | |
|---|---|---|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 57061 | Spezielle Themen zu Thermischen Turbomaschinen (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | | |
| 19. Medienform: | | |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium | |

# 2173 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 30540 | Dampfturbinentechnologie |
| 30840 | Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik |
| 30850 | Turbochargers |
| 30860 | Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen |

# Modul: 30540 Dampfturbinentechnologie

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042310016 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Norbert Sürken |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Technische Thermodynamik I+II,<br>Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br><br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der physikalischen und technischen Vorgänge in Dampfkraftwerken und Dampfturbinen<br>• beherrscht die Thermodynamik des zugrundeliegenden Clausius-Rankine-Prozesses<br>• ist in der Lage, die Funktionsprinzipen der wesentlichen Dampfturbinen- Komponenten und deren Zusammenwirken zu erkennen und zu analysieren<br>• erkennt die technischen Grenzen der verschieden Turbinen-Bauarten und kann diese begründen |
| 13. Inhalt: | • Energieressourcen<br><br>• Marktentwicklungen für Kraftwerke |

| | |
|---|---|
| | • Historische Entwicklung der Dampfturbine<br>• Dampfturbinenhersteller<br>• Einsatzspektrum<br>• Thermodynamischer Arbeitsprozess<br>• Arbeitsverfahren und Bauarten<br>• Leistungsregelung<br>• Beschaufelungen<br>• Betriebszustände<br>• Turbinenläufer und Turbinengehäuse<br>• Systemtechnik und Regelung<br>• Werkstofftechnik |
| 14. Literatur: | • Bell, R., Dampfturbinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>• Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, 4. Aufl., Bd. 1 u. 2, Springer 2001<br>• Dietzel, F., Dampfturbinen, 3. Aufl., Hanser 1980 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305401 Vorlesung Dampfturbinentechnologie |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30541 Dampfturbinentechnologie (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, Vorlesungsmanuskript |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 30840 Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 043210014 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Jürgen Mayer |
| 9. Dozenten: | Jürgen Mayer |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br><br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der Grundgleichungen von Struktur- und Fluiddynamik<br>• beherrscht die Grundlagen der verschiedenen Diskretisierungstechniken<br>• kennt die geeigneten Lösungsverfahren der numerischen Mathematik für die diskretisierten Gleichungen<br>• erkennt die möglichen Einsatzbereiche der verschiedenen numerischen Verfahren und die Grenzen unterschiedlicher Modellbildungen<br>• ist in der Lage, den unterschiedlichen Rechenaufwand bei verschiedenen Modellierungen und Lösungsverfahren zu begründen<br>• verfügt über Grundkenntnisse moderner Rechentechnik |
| 13. Inhalt: | - Einsatzbereiche numerischer Verfahren<br>- Wissenschaftliches Rechnen und Einfluss der Hardware-Entwicklung<br>- Modellierung<br>- Strömungsmechanische Grundgleichungen<br>- Turbulenzmodellierung<br>- Diskretisierung von Differentialgleichungen<br>- Netzerzeugung<br>- Randbedingungen<br>- Finite-Differenzen-Verfahren<br>- Finite-Volumen-Verfahren |

| | |
|---|---|
| | - Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (FEM)<br>- Lösungsverfahren<br>- Anwendungen |
| 14. Literatur: | • Mayer, J.F., Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart, 27. Aufl., 2016<br>• Eppler, R. Strömungsmechanik, Akad. Verlagsgesellschaft 1975<br>• Bernard, P. S., Fluid Dynamics, Cambridge University Press 2015<br>• Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 1: The Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd ed., Butterworth-Heinemann 2007<br>• Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 2: Computational Methods for Inviscid and Viscous Flows, Wiley 1997<br>• Casey, M., Wintergerste, T., Best Practice Guidelines, ERCOFTAC Special Interst Group on Quality and Trust in Industrial CFD, 2000<br>• Cummings, R. M. et al., Applied Computational Aerodynamics, Cambridge University Press 2015<br>• Zienkiewicz, O. C. et al., The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Elsevier 2013<br>• Bathe, K. J., Finite-Elemente-Methoden, Springer 2002 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308401 Vorlesung + 2 Übungen + 1 Präsentation Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30841 Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, Vorlesungsmanuskript |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 30850 Turbochargers

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 043210013 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Damian Vogt |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Basics of engineering science including Fluid Mechanics and Thermodynamics, Basics of Thermal Turbomachinery. |
| 12. Lernziele: | The students of this module learn the thermodynamic and mechanical factors which determine how a turbocharger works. They understand the design and operational principles of turbocharger turbine and compressors, together with typical design parameters and velocity triangles for these. They understand how an engine can be correctly matched to a turbocharger system for best performance and operating range, and have an overview of the latest research into new engine systems and turbocharger developments, which will influence the development of the turbocharger industry in the years to come. |
| 13. Inhalt: | - Introduction to turbocharging<br>- Thermodynamics of turbocharging<br>- Radial compressors for turbochargers<br>- Axial and radial turbines for turbochargers<br>- Mechanical design of turbochargers<br>- Matching of a turbocharger with a combustion engine<br>- Modern system developments<br>- Design exercise for a radial compressor and a radial turbine |
| 14. Literatur: | - Vogt, D., Turbochargers, lecture notes, ITSM, University of Stuttgart<br>- Baines, N.C., Fundamentals of Turbocharging, ISBN 0-933283-14-8, Concepts/NREC, Vermont, USA, 2005<br>- Heireth, H., Prenniger, P., Charging the internal combustion engine, ISBN 3-211-83747-7, Springer 2007 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308501 Verlesung und Übung Turbochargers |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30851 Turbochargers (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| | mündlich, 20 min, od. schriftlich, 60 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Podcasted whiteboard, blackboard, script of lecture notes |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 30860 Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 043210015 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Markus Schatz<br>Jürgen Mayer |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Technische Thermodynamik I+II, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br><br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse über die Grundlagen und die Anwendung von Messverfahren, die an Turbomaschinen zum Einsatz kommen<br>• ist in der Lage, für unterschiedlichste Messaufgaben die geeigneten Werkzeuge auszuwählen und anzuwenden.<br>• beherrscht den Umgang mit Verfahren zur Auswertung und Analyse der Messdaten<br>• besitzt die Fähigkeit, die Ergebnisse in Hinblick auf Plausibilität und Aussage zu bewerten |
| 13. Inhalt: | - Grundlagen der Strömungsmesstechnik<br>- Messverfahren zur Strömungsmessung<br>- Einführung in die Schwingungsproblematik in Turbomaschinen<br>- Schwingungsmessverfahren<br>- Auswertung und Analyse dynamischer Signale<br>- Ergänzende Messverfahren<br>- Prüfstandstechnik |

| | |
|---|---|
| 14. Literatur: | - Schatz, M., Eyb, G., Mayer, J.F., Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>- Casey, M., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>- Nitsche W., Brunn, A., Strömungsmesstechnik, Springer 2006<br>- Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, 2007<br>- Wittenburg, J., Schwingungslehre, Springer 1996<br>- Karrenberg, U., Signale - Prozesse - Systeme, Springer 2005 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308601 Vorlesung Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen<br>• 308602 Praktikum Strömungs- und Schwingungmesstechnik für Turbomaschinen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30861 Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, Übungen am PC, Vorlesungsmanuskript |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 30870 Praktikum Thermische Turbomaschinen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042310020 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Gerhard Eyb<br>Markus Schatz |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | Nähere Informationen zu den Praktischen Übungen: APMB erhalten Sie zudem unter http://www.uni-stuttgart.de/mabau/msc/msc_mach/linksunddownloads.html<br>• Gasturbine: Die Studierenden untersuchen des Betriebsverhaltens einer Gasturbine. Dabei werden bei unterschiedlichen Belastungszuständen Messgrößen erfasst und daraus die wesentlichen Kenngrößen bestimmt.<br>• Radialverdichter: Es wird das Kennfeld eines Radialverdichters abgefahren und an verschiedenen Betriebspunkten werden die wichtigsten Kenngrößen aus den Messwerten bestimmt.<br>• Axialgebläse: An einem Axialgebläse werden Strömungsmessungen durchgeführt, die Ergebnisse daraus werden in Form von Geschwindigkeitsdreiecken in die Charakteristik des Gebläses eingebunden.<br>• Labyrinthdichtung: Die Studenten bestimmen an einer Labyrinthdichtung die besonderen Eigenschaften dieser Art von Wellenabdichtung.<br>• Schwingungen in Turbomaschinen: An einzelnen Schaufeln und an einem rotierenden Laufrad werden Untersuchungen zum Schwingungsverhalten durchgeführt. |
| 14. Literatur: | Praktikumsunterlagen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308705 Praktikumsversuch Schwingungen in Turbomaschinen<br>• 308708 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3<br>• 308707 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2<br>• 308706 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1<br>• 308703 Praktikumsversuch Axialgebläse<br>• 308701 Praktikumsversuch Gasturbine<br>• 308702 Praktikumsversuch Radialverdichter<br>• 308704 Praktikumsversuch Labyrinthdichtung |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 30 Stunden<br>Selbststudium: 60 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30871 Praktikum Thermische Turbomaschinen (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>USL. Art und Umfang der USL werden jeweils zu Beginn des Praktikums bekannt gegeben. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# 218 Windenergie

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2181 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2182 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2183 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 56300 | Praktikum Windenergie |

# 2181 Kernfächer mit 6 LP

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 |

# 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:<br>Po Wen Cheng<br>Übung:<br>Holger Fürst |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 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.<br>• 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.<br>• 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.<br>• 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**<br>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.<br>• **Übung und Versuch**<br>Es werden 8 Hörsaalübungen sowie ein Hochlaufversuch im Böenwindkanal angeboten. |
| 14. Literatur: | • lecture notes<br>• R. Gasch und J. Twele, Windkraftanlagen<br>• 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<br>• 124201 Vorlesung Windenergienutzung I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | • Vorlesung:<br>Präsenzzeit 28 Stunden, Selbststudium 62 Stunden<br>• Übung:<br>Präsenzzeit 8 Stunden, Selbststudium 74 Stunden<br>• Windkanalversuch:<br>Präsenzzeit 3 Stunden, Versuchsauswertung 5 Stunden<br><br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 12421 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1<br>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. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | 060320011 Windenergie 1<br>- 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<br>• Extreme wind distribution<br>• Wake models for loads and park efficiency<br>• Site specific load assessment<br>• Environmental impact (noise, shadow)<br>• Onshore: foundation and logistics<br>• Grid connection and integration<br>• Reliability of wind turbines<br>• Load monitoring of wind turbine components<br>• Offshore wind energy |
| 14. Literatur: | • PowerPoint slides available in ILIAS |

| | |
|---|---|
| | • classroom exercise material available in ILIAS<br>• text book: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner<br>• http://www.wind-energie.de/infocenter/technik |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 291501 Vorlesung Windenergie II<br>• 291502 Übung Windenergie II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Time of lecture attendance: 28 hours<br>Self-study time for lectures: 62 hours<br>Time of classroom exercise attendance : 16 hours<br>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. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | 060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie |
| 12. Lernziele: | - Die Studierenden verfügen über das Systemverständnis einer gesamten Windenergieanlage (WEA).<br>- Sie können numerisch und experimentell Belastungen an Windenergieanlagen ermitteln.<br>- Sie können Lastrechnungen zur Auslegung der wichtigsten Komponenten und des Gesamtsystems anwenden.<br>- Die Studierenden sind in der Lage, Simulationsprogramme am Beispiel einer typischen Multi-MW Windenergieanlage anzuwenden. |
| 13. Inhalt: | Entwurf von Windenergieanlagen<br>- Auslegungsmethodik und Richtlinien<br>- Windfeldmodellierung (Begriffe, Turbulenzmodellierung, Extremereignisse)<br>- Dynamik des Gesamtsystems (Campbell-Diagramm, Simulation, Strukturdynamik, Modellierung, Messtechnik)<br>- Blattentwurf mit Nachlaufdrall<br>- Blattelement-Impulstheorie (BEM-Algorithmus, empirische Korrekturen, dynamische Effekte, Schräganströmung)<br>- Hydrodynamische Belastungen<br>- Anlagenregelung und Betriebsführung<br>- 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<br>- Betriebsfestigkeit (Nachweiskonzepte für WEA, Rainflow, Palmgren-Miner, schädigungs-äquivalente Lasten, Lastverweildauer)<br>- Software: Einführung in die Benutzung von Programmen zur Simulation von Windturbinen. Vermittlung der Grundlagen aeroelastischer Berechnungen bzw. Mehrkörpersimulation (Anwendung in Simulationsseminar)<br>- Es werden Hörsaalübungen angeboten.<br>- 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<br>- Übungsblätter im ILIAS<br>- Windkraftanlagen (R. Gasch, J. Twele)<br>- 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)<br>• 308802 Übung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I)<br>• 308803 Simulationsseminar |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | - Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Vorlesung: 24 Stunden<br>- Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Vorlesung: 62 Stunden<br>- Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Übung: 8 Stunden<br>- Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Übung: 60 Stunden<br>- Präsenzzeit Simulationsseminar: 9 Stunden<br>- Selbststudium Simulationsseminar: 17 Stunden<br>- Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30881 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1<br>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. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | 060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie<br>060320013 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen |
| 12. Lernziele: | - Die Studierenden können in Teamarbeit ein Projekt entwickeln, das die Anforderungen eines praxisnahen Produktentwicklungsprozesses erfüllt.<br><br>- Die Studierenden sind in der Lage einen industrienahen Entwicklungsprozess beispielhaft und in den wesentlichen Elementen umzusetzen.<br><br>- 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<br>- Teambildung, Ressourcenverteilung, Projektplanung<br>- Marktdefinition und Festlegen von Standortbedingungen<br>- Definition des Pflichtenhefts<br>- Aerodynamische Rotorauslegung und Anlagenregelung<br>- Konzeptionierung und Layout<br>- Analyse der Wirtschaftlichkeit und Kostenmodellierung<br>- Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse |

| | |
|---|---|
| 14. Literatur: | - Unterlagen zur Vorlesung<br>- Übung unter ILIAS<br>- Begleitbuch: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner, 6. Aufl.<br>- 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<br>Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen II , Vorlesung: 160 Stunden<br>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 |

# 2182 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 12420 | Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie |
| 14150 | Leichtbau |
| 17600 | Numerische Strömungsmechanik |
| 29150 | Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks |
| 30390 | Festigkeitslehre I |
| 30880 | Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen |
| 30890 | Windenergie 4 - Windenergie-Projekt |

# 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:<br>Po Wen Cheng<br>Übung:<br>Holger Fürst |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 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.<br>• 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.<br>• 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.<br>• 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**<br>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.<br>• **Übung und Versuch**<br>Es werden 8 Hörsaalübungen sowie ein Hochlaufversuch im Böenwindkanal angeboten. |
| 14. Literatur: | • lecture notes<br>• R. Gasch und J. Twele, Windkraftanlagen<br>• 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<br>• 124201 Vorlesung Windenergienutzung I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | • Vorlesung:<br>Präsenzzeit 28 Stunden, Selbststudium 62 Stunden<br>• Übung:<br>Präsenzzeit 8 Stunden, Selbststudium 74 Stunden<br>• Windkanalversuch:<br>Präsenzzeit 3 Stunden, Versuchsauswertung 5 Stunden<br><br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 12421 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1<br>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: 14150 Leichtbau

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810002 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Weihe |
| 9. Dozenten: | Stefan Weihe<br>Michael Seidenfuß |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Einführung in die Festigkeitslehre<br>• Werkstoffkunde I und II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage anhand des Anforderungsprofils leichte Bauteile durch Auswahl von Werkstoff, Herstell- und Verarbeitungstechnologie zu generieren. Sie können eine Konstruktion bezüglich ihres Gewichtsoptimierungspotentials beurteilen und gegebenenfalls verbessern. Die Studierenden sind mit den wichtigsten Verfahren der Festigkeitsberechnung, der Herstellung und des Fügens vertraut und können Probleme selbstständig lösen. |
| 13. Inhalt: | • Werkstoffe im Leichtbau<br>• Festigkeitsberechnung<br>• Konstruktionsprinzipien<br>• Stabilitätsprobleme: Knicken und Beulen<br>• Verbindungstechnik<br>• Zuverlässigkeit<br>• Recycling |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>- Ergänzende Folien (online verfügbar)<br>- Klein, B.: Leichtbau-Konstruktion, Vieweg Verlagsgesellschaft<br>- Petersen, C.: Statik und Stabilität der Baukonstruktionen, Vieweg Verlagsgesellschaft |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 141502 Leichtbau Übung<br>• 141501 Vorlesung Leichtbau |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:42 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14151 Leichtbau (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT auf Tablet PC, Animationen u. Simulationen |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 17600 Numerische Strömungsmechanik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042000300 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Albert Ruprecht |
| 9. Dozenten: | Albert Ruprecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen, Höhere Mathematik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erlernen die Grundlagen der numerischen Berechnung von Strömungen sowie das Vorgehen bei der Lösung von Strömungsproblemen mittels CFD. Sie sollten in der Lage sein, problemspezifische Modelle und Algorithmen auszuwählen und zu bewerten. Sie erhalten die Voraussetzung zu einer richtigen Anwendung von kommerzieller Berechnungssoftware. |
| 13. Inhalt: | • Einführung in die numerische Strömungsmechanik,<br>• Navier-Stokes-Gleichungen,<br>• Turbulenzmodelle,<br>• Finite Differenzen, Finite Volumen, Finite Elemente,<br>• Lineare Gleichungslöser,<br>• Algorithmen zur Strömungsberechnungen,<br>• CFD-Anwendungen. |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript "Numerische Strömungsmechanik" |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 176001 Vorlesung Numerische Strömungsmechanik<br>• 176002 Übung Numerische Strömungsmechanik |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 17601 Numerische Strömungsmechanik (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Computerübungen |
| 20. Angeboten von: | Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen |

# 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. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | 060320011 Windenergie 1<br>- 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<br>• Extreme wind distribution<br>• Wake models for loads and park efficiency<br>• Site specific load assessment<br>• Environmental impact (noise, shadow)<br>• Onshore: foundation and logistics<br>• Grid connection and integration<br>• Reliability of wind turbines<br>• Load monitoring of wind turbine components<br>• Offshore wind energy |
| 14. Literatur: | • PowerPoint slides available in ILIAS |

| | |
|---|---|
| | • classroom exercise material available in ILIAS<br>• text book: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner<br>• http://www.wind-energie.de/infocenter/technik |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 291501 Vorlesung Windenergie II<br>• 291502 Übung Windenergie II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Time of lecture attendance: 28 hours<br>Self-study time for lectures: 62 hours<br>Time of classroom exercise attendance : 16 hours<br>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: 30390 Festigkeitslehre I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Weihe |
| 9. Dozenten: | Stefan Weihe |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Einführung in die Festigkeitslehre<br>• Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Spannungs- und Verformungszustandes von isotropen<br>Werkstoffen. Sie sind in der Lage einen beliebigen mehrachsigen Spannungszustand mit Hilfe von<br>Festigkeitshypothesen in Abhängigkeit vom Werkstoff und der Beanspruchungssituation zu bewerten. Sie<br>können Festigkeitsnachweise für praxisrelevante Belastungen (statisch, schwingend, thermisch) durchführen.<br>Die Grundlagen der Berechnung von Faserverbundwerkstoffen sind ihnen bekannt. Die Teilnehmer<br>des Kurses sind in der Lage komplexe Bauteile auszulegen und sicherheitstechnisch zu bewerten. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | Spannungs- und Formänderungszustand<br>Festigkeitshypothesen bei statischer und schwingender Beanspruchung<br>Werkstoffverhalten bei unterschiedlichen Beanspruchungsarten<br>Sicherheitsnachweise<br>Festigkeitsberechnung bei statischer Beanspruchung<br>Festigkeitsberechnung bei schwingender Beanspruchung<br>Berechnung von Druckbehältern<br>Festigkeitsberechnung bei thermischer Beanspruchung<br>Bruchmechanik<br>Festigkeitsberechnung bei von Faserverbundwerkstoffen |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>- Ergänzende Folien (online verfügbar)<br>- Issler, Ruoß, Häfele: Festigkeitslehre Grundlagen, Springer-Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 303901 Vorlesung Festigkeitslehre I<br>• 303902 Übung Festigkeitslehre I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30391 Festigkeitslehre I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# 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. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | 060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie |
| 12. Lernziele: | - Die Studierenden verfügen über das Systemverständnis einer gesamten Windenergieanlage (WEA).<br>- Sie können numerisch und experimentell Belastungen an Windenergieanlagen ermitteln.<br>- Sie können Lastrechnungen zur Auslegung der wichtigsten Komponenten und des Gesamtsystems anwenden.<br>- Die Studierenden sind in der Lage, Simulationsprogramme am Beispiel einer typischen Multi-MW Windenergieanlage anzuwenden. |
| 13. Inhalt: | Entwurf von Windenergieanlagen<br>- Auslegungsmethodik und Richtlinien<br>- Windfeldmodellierung (Begriffe, Turbulenzmodellierung, Extremereignisse)<br>- Dynamik des Gesamtsystems (Campbell-Diagramm, Simulation, Strukturdynamik, Modellierung, Messtechnik)<br>- Blattentwurf mit Nachlaufdrall<br>- Blattelement-Impulstheorie (BEM-Algorithmus, empirische Korrekturen, dynamische Effekte, Schräganströmung)<br>- Hydrodynamische Belastungen<br>- Anlagenregelung und Betriebsführung<br>- 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<br>- Betriebsfestigkeit (Nachweiskonzepte für WEA, Rainflow, Palmgren-Miner, schädigungs-äquivalente Lasten, Lastverweildauer)<br>- Software: Einführung in die Benutzung von Programmen zur Simulation von Windturbinen. Vermittlung der Grundlagen aeroelastischer Berechnungen bzw. Mehrkörpersimulation (Anwendung in Simulationsseminar)<br>- Es werden Hörsaalübungen angeboten.<br>- 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<br>- Übungsblätter im ILIAS<br>- Windkraftanlagen (R. Gasch, J. Twele)<br>- 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)<br>• 308802 Übung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I)<br>• 308803 Simulationsseminar |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | - Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Vorlesung: 24 Stunden<br>- Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Vorlesung: 62 Stunden<br>- Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Übung: 8 Stunden<br>- Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Übung: 60 Stunden<br>- Präsenzzeit Simulationsseminar: 9 Stunden<br>- Selbststudium Simulationsseminar: 17 Stunden<br>- Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30881 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1<br>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. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | 060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie<br>060320013 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen |
| 12. Lernziele: | - Die Studierenden können in Teamarbeit ein Projekt entwickeln, das die Anforderungen eines praxisnahen Produktentwicklungsprozesses erfüllt.<br><br>- Die Studierenden sind in der Lage einen industrienahen Entwicklungsprozess beispielhaft und in den wesentlichen Elementen umzusetzen.<br><br>- 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<br>- Teambildung, Ressourcenverteilung, Projektplanung<br>- Marktdefinition und Festlegen von Standortbedingungen<br>- Definition des Pflichtenhefts<br>- Aerodynamische Rotorauslegung und Anlagenregelung<br>- Konzeptionierung und Layout<br>- Analyse der Wirtschaftlichkeit und Kostenmodellierung<br>- Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse |

| | |
|---|---|
| 14. Literatur: | - Unterlagen zur Vorlesung<br>- Übung unter ILIAS<br>- Begleitbuch: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner, 6. Aufl.<br>- 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<br>Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen II , Vorlesung: 160 Stunden<br>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 |

# 2183 Ergänzungsfächer mit 3 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 30840 | Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik |
| | 30860 | Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen |
| | 30900 | Festigkeitslehre II |
| | 37010 | Netzintegration von Windenergie |

# Modul: 30840 Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 043210014 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Jürgen Mayer |
| 9. Dozenten: | Jürgen Mayer |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br><br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der Grundgleichungen von Struktur- und Fluiddynamik<br>• beherrscht die Grundlagen der verschiedenen Diskretisierungstechniken<br>• kennt die geeigneten Lösungsverfahren der numerischen Mathematik für die diskretisierten Gleichungen<br>• erkennt die möglichen Einsatzbereiche der verschiedenen numerischen Verfahren und die Grenzen unterschiedlicher Modellbildungen<br>• ist in der Lage, den unterschiedlichen Rechenaufwand bei verschiedenen Modellierungen und Lösungsverfahren zu begründen<br>• verfügt über Grundkenntnisse moderner Rechentechnik |
| 13. Inhalt: | - Einsatzbereiche numerischer Verfahren<br>- Wissenschaftliches Rechnen und Einfluss der Hardware-Entwicklung<br>- Modellierung<br>- Strömungsmechanische Grundgleichungen<br>- Turbulenzmodellierung<br>- Diskretisierung von Differentialgleichungen<br>- Netzerzeugung<br>- Randbedingungen<br>- Finite-Differenzen-Verfahren<br>- Finite-Volumen-Verfahren |

| | |
|---|---|
| | - Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (FEM)<br>- Lösungsverfahren<br>- Anwendungen |
| 14. Literatur: | • Mayer, J.F., Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart, 27. Aufl., 2016<br>• Eppler, R. Strömungsmechanik, Akad. Verlagsgesellschaft 1975<br>• Bernard, P. S., Fluid Dynamics, Cambridge University Press 2015<br>• Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 1: The Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd ed., Butterworth-Heinemann 2007<br>• Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 2: Computational Methods for Inviscid and Viscous Flows, Wiley 1997<br>• Casey, M., Wintergerste, T., Best Practice Guidelines, ERCOFTAC Special Interst Group on Quality and Trust in Industrial CFD, 2000<br>• Cummings, R. M. et al., Applied Computational Aerodynamics, Cambridge University Press 2015<br>• Zienkiewicz, O. C. et al., The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Elsevier 2013<br>• Bathe, K. J., Finite-Elemente-Methoden, Springer 2002 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308401 Vorlesung + 2 Übungen + 1 Präsentation Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30841 Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, Vorlesungsmanuskript |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 30860 Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 043210015 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Damian Vogt |
| 9. Dozenten: | Markus Schatz<br>Jürgen Mayer |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Technische Thermodynamik I+II, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Der Studierende<br><br>• verfügt über vertiefte Kenntnisse über die Grundlagen und die Anwendung von Messverfahren, die an Turbomaschinen zum Einsatz kommen<br>• ist in der Lage, für unterschiedlichste Messaufgaben die geeigneten Werkzeuge auszuwählen und anzuwenden.<br>• beherrscht den Umgang mit Verfahren zur Auswertung und Analyse der Messdaten<br>• besitzt die Fähigkeit, die Ergebnisse in Hinblick auf Plausibilität und Aussage zu bewerten |
| 13. Inhalt: | - Grundlagen der Strömungsmesstechnik<br>- Messverfahren zur Strömungsmessung<br>- Einführung in die Schwingungsproblematik in Turbomaschinen<br>- Schwingungsmessverfahren<br>- Auswertung und Analyse dynamischer Signale<br>- Ergänzende Messverfahren<br>- Prüfstandstechnik |

| | |
|---|---|
| 14. Literatur: | - Schatz, M., Eyb, G., Mayer, J.F., Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>- Casey, M., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart<br>- Nitsche W., Brunn, A., Strömungsmesstechnik, Springer 2006<br>- Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, 2007<br>- Wittenburg, J., Schwingungslehre, Springer 1996<br>- Karrenberg, U., Signale - Prozesse - Systeme, Springer 2005 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308601 Vorlesung Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen<br>• 308602 Praktikum Strömungs- und Schwingungmesstechnik für Turbomaschinen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30861 Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, Übungen am PC, Vorlesungsmanuskript |
| 20. Angeboten von: | Thermische Strömungsmaschinen und Maschinenlaboratorium |

# Modul: 30900 Festigkeitslehre II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810015 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Michael Seidenfuß |
| 9. Dozenten: | Ludwig Stumpfrock<br>Michael Seidenfuß |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Bruchmechanik. Sie können die entsprechenden Normen und Regelwerke anwenden. Die Verfahren zur Kennwertbestimmung sind ihnen bekannt. Die Studierenden sind mit den Verfahren und Normen zur Bewertung schwingend beanspruchter Bauteile vertraut. Die Kursteilnehmer sind in der Lage hochbeanspruchte integere und angerissene Bauteile hinsichtlich ihrer Sicherheit gegen Versagen zu berechnen und zu bewerten. |
| 13. Inhalt: | 1. Bruchmechanische Bauteilanalyse<br>Linearelastische Bruchmechanik<br>Elastisch-plastische Bruchmechanik<br>Zyklisches Risswachstum<br>Kennwertermittlung<br>Normung und Regelwerke<br>Anwendung auf Bauteile<br>2. Bauteilanalyse bei zyklischer Belastung<br>3. Bauteilanalyse mit Finite Elemente Simulationen |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>-Roos, E.: Grundlagen und notwendige Voraussetzungen zur Anwendung der Rißwiderstandskurve<br>in der Sicherheitsanalyse angerissener Bauteile, VDI Verlag, Reihe 18 Nr. 122, 1993, ISBN 3-18-142218-5 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 309001 Vorlesung Festigkeitslehre II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 h |

| | |
|---|---|
| | Selbststudium: 69 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30901 Festigkeitslehre II (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 37010 Netzintegration von Windenergie

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310026 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen |
| 9. Dozenten: | Markus Pöller |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>→ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>→ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>→ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>→ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Elektrische Energienetze 1 |
| 12. Lernziele: | Der Studierende kann Probleme des Zusammenspiels von Windenergieanlagen und Energieversorgungsnetzen richtig im Zusammenhang einordnen und Ansätze für Problemlösungen identifizieren. |
| 13. Inhalt: | - Physikalische Grundlagen der Windturbine<br>- Aerodynamische Grundlagen<br>- Generatorkonzepte<br>- Netzrückwirkungen<br>- Betrieb von Netzen mit hohem Windenergieanteil<br>- Einfluss der Windenergie auf die Netzstabilität<br>- Fallbeispiele |
| 14. Literatur: | • Hau, Windkraftanlagen - Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, 4. Aufl., 2008<br>• Heier, Windkraftanlagen - Systemauslegung, Integration und Regelung, 4. Aufl., 2005<br>• Hormann/Just/Schlabbach, Netzrückwirkungen, 3. Aufl., 2008 |

| | |
|---|---|
| | • Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004<br>• V. Crastan, Elektrische Energieversorgung II, 2 Aufl., 2008 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 370101 Vorlesung Netzintegration von Windenergie |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 Stunden<br>Selbststudium: 62 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 37011 Netzintegration von Windenergie (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Powerpoint, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Energieübertragung und Hochspannungstechnik |

# Modul: 56300 Praktikum Windenergie

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 060320016 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 0 | 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. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Spezialisierungsfach Windenergie |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | Es sind folgende 4 Spezialisierungsfachversuche zu belegen, dazu ist jeweils eine Ausarbeitung anzufertigen:<br>Leistungskurvenvermessung nach Norm IEC 61400-12<br>Fernerkundungverfahren<br>Statischer Rotorblatttest<br>Dynamischer Rotorblatttest<br>Versuchsbeispiel: Bestimmung der Leistungskurve nach IEC 61400-12<br>Die Leistungskurve ist das wichtigste Merkmal einer Windenergieanlage. Sie gibt an wie viel Energie durch den Rotor aus dem Wind entnommen werden kann. In diesem Praktikum sollen die Studenten eine Leistungskurve nach Norm generieren und dabei alle relevanten Aspekte berücksichtigen: Verteilung der Windrichtung, Bestimmung des Einfluss von Hindernissen auf den Messsektor, Auswahl eines geeigneten Sektors, Luftdichte Korrektur, fehlerbehaftete Messsignale filtern, Daten "binnen".<br>Weitere Kenngrößen die es zu bestimmen gilt, sind der Leistungsbeiwert und die jährliche Energieproduktion.<br>4 weitere Versuche sind aus dem Angebot des Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) zu absolvieren: |
| 14. Literatur: | Skript zur Vorlesung<br>Begleitbuch: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner<br>http://www.wind-energie.de/de/technik/ |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 563003 Spezialisierungsfachversuch 3<br>• 563004 Spezialisierungsfachversuch 4<br>• 563005 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1<br>• 563006 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2<br>• 563007 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3<br>• 563008 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4 |

| | |
|---|---|
| | • 563001 Spezialisierungsfachversuch 1<br>• 563002 Spezialisierungsfachversuch 2 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 30 Stunden<br>Selbststudium: 60 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 56301 Praktikum Windenergie (USL), Sonstige, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Windenergie |

# 220 Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 221 | Elektrische Maschinen und Antriebe |
| | 222 | Energie und Umwelt |
| | 224 | Energiesysteme und Energiewirtschaft |
| | 225 | Festigkeitslehre und Werkstofftechnik |
| | 226 | Methoden der Modellierung und Simulation |
| | 227 | Thermofluiddynamik |
| | 228 | Energiespeicher |
| | 229 | Energieverteilung |

# 221 Elektrische Maschinen und Antriebe

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2211 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2212 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2213 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 30960 | Praktikum Elektrische Maschinen und Antriebe |

# 2211 Kernfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 11550 | Leistungselektronik I |
| 11580 | Elektrische Maschinen I |

# Modul: 11550 Leistungselektronik I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 051010011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Roth-Stielow |
| 9. Dozenten: | Jörg Roth-Stielow |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Kenntnisse vergleichbar Elektrische Energietechnik I<br>Kenntnisse vergleichbar Elektrische Energietechnik II |
| 12. Lernziele: | Studierende...<br><br>• ...kennen die wichtigsten potentialverbindenden und potentialtrennenden Schaltungen der Leistungselektronik mit abschaltbaren Ventilen und die zugehörigen Modulationsverfahren.<br>• ...können diese Anordnungen mathematisch beschreiben und Aufgabenstellungen lösen.<br>• ...kennen die grundlegenden Prinzipien der Meßverfahren für Mischströme. |
| 13. Inhalt: | • Abschaltbare Leistungshalbleiter<br>• Schaltungstopologien potentialverbindender Stellglieder<br>• Schaltungstopologien potentialtrennender Gleichstromsteller<br>• Modulationsverfahren<br>• Strommeßtechnik in der Leistungselektronik |
| 14. Literatur: | • Heumann, K.: Grundlagen der Leistungselektronik, B. G. Teubner, Stuttgart, 1989<br>• Mohan, Ned: Power Electronics, John Wiley und Sons, Inc., 2003 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 115501 Vorlesung Leistungselektronik I<br>• 115502 Übung Leistungselektronik I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Frontalvorlesung |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11551 Leistungselektronik I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| | Klausur (120 min., 2x pro Jahr) |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafel, Folien, Beamer |
| 20. Angeboten von: | Leistungselektronik und Regelungstechnik |

# Modul: 11580 Elektrische Maschinen I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 052601011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nejila Parspour |
| 9. Dozenten: | Nejila Parspour |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Studierende können magnetische Kreise analysieren und berechnen. Sie kennen den Aufbau und die Funktionsweise von Drehfeldmaschinen. Sie haben grundlegende Kenntnisse im Bereich der Steuerung und Modellierung von Drehfeldmaschinen. |
| 13. Inhalt: | · Magnetismus und Grundlagen der magnetischen Kreise (Energie, Reluktanzkraft)<br>· Antriebstechnische Zusammenhänge<br>· Verluste in elektrischen Maschinen<br>· Berechnung von magnetischen Luftspaltfeldern von einfachen Wickelschemata in Drehfeldmaschinen<br>· Behandelte Maschinentypen:<br><br>1) **Reluktanzmaschine** : Aufbau und Funktion, Ersatzschaltbilder, Energiefluss, Kennlinien, Bauformen und Einsatzgebiete<br>2) **Synchronmaschine** : Aufbau und Funktion, Ersatzschaltbilder, Energiefluss, mathematische Zusammenhänge, Kennlinien, vollständiges Ersatzschaltbild, Drehzahlstellverfahren, Brems- und Anlaufverfahren, Bauformen und Einsatzgebiete<br>3) **Asynchronmaschine** : Aufbau und Funktion, Ersatzschaltbilder, Energiefluss, mathematische Zusammenhänge, Kennlinien, Drehzahlstellverfahren, Brems- und Anlaufverfahren, Bauformen und Einsatzgebiete |
| 14. Literatur: | • Schröder, Dierk: Elektrische Antriebe - Grundlagen ISBN-10: 3642029892,ISBN-13: 978-3642029899 |

| | |
|---|---|
| | • Fischer, Rolf: Elektrische Maschinen ISBN-10: 3446425543 ISBN-13: 978-3446425545<br>• Müller, Germar: Grundlagen elektrischer Maschinen,ISBN-10: 3527405240, ISBN-13: 978-3527405244<br>• Kleinrath, Hans: Grundlagen Elektrischer Maschinen, Akad. Verlagsgesellschaft, Wien, 1975<br>• Seinsch, H. O.: Grundlagen elektrischer Maschinen und Antriebe, B.G. Teubner, Stuttgart, 1988<br>• Bödefeld/Sequenz: Elektrische Maschinen, Springer, Wien, 1962<br>• Richter, Rudolf: Elektrische Maschinen, Verlag von Julius Springer, Berlin, 1936 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 115801 Vorlesung Elektrische Maschinen I<br>• 115802 Übung Elektrische Maschinen I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | **Präsenzzeit:** 56 h<br>**Selbststudium/Nacharbeitszeit:** 124 h<br>**Summe:** 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11581 Elektrische Maschinen I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Elektrische Maschinen II |
| 19. Medienform: | Beamer, Tafel, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Elektrische Energiewandlung |

# 2212 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 11550 | Leistungselektronik I |
| 11580 | Elektrische Maschinen I |
| 11740 | Elektromagnetische Verträglichkeit |
| 21690 | Elektrische Maschinen II |
| 21710 | Leistungselektronik II |
| 41170 | Speichertechnik für elektrische Energie I |
| 41750 | Speichertechnik für elektrische Energie II |

# Modul: 11550 Leistungselektronik I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 051010011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Roth-Stielow |
| 9. Dozenten: | Jörg Roth-Stielow |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Kenntnisse vergleichbar Elektrische Energietechnik I<br>Kenntnisse vergleichbar Elektrische Energietechnik II |
| 12. Lernziele: | Studierende...<br><br>• ...kennen die wichtigsten potentialverbindenden und potentialtrennenden Schaltungen der Leistungselektronik mit abschaltbaren Ventilen und die zugehörigen Modulationsverfahren.<br>• ...können diese Anordnungen mathematisch beschreiben und Aufgabenstellungen lösen.<br>• ...kennen die grundlegenden Prinzipien der Meßverfahren für Mischströme. |
| 13. Inhalt: | • Abschaltbare Leistungshalbleiter<br>• Schaltungstopologien potentialverbindender Stellglieder<br>• Schaltungstopologien potentialtrennender Gleichstromsteller<br>• Modulationsverfahren<br>• Strommeßtechnik in der Leistungselektronik |
| 14. Literatur: | • Heumann, K.: Grundlagen der Leistungselektronik, B. G. Teubner, Stuttgart, 1989<br>• Mohan, Ned: Power Electronics, John Wiley und Sons, Inc., 2003 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 115501 Vorlesung Leistungselektronik I<br>• 115502 Übung Leistungselektronik I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Frontalvorlesung |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11551 Leistungselektronik I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| | Klausur (120 min., 2x pro Jahr) |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafel, Folien, Beamer |
| 20. Angeboten von: | Leistungselektronik und Regelungstechnik |

# Modul: 11580 Elektrische Maschinen I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 052601011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nejila Parspour |
| 9. Dozenten: | Nejila Parspour |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Studierende können magnetische Kreise analysieren und berechnen. Sie kennen den Aufbau und die Funktionsweise von Drehfeldmaschinen. Sie haben grundlegende Kenntnisse im Bereich der Steuerung und Modellierung von Drehfeldmaschinen. |
| 13. Inhalt: | · Magnetismus und Grundlagen der magnetischen Kreise (Energie, Reluktanzkraft)<br>· Antriebstechnische Zusammenhänge<br>· Verluste in elektrischen Maschinen<br>· Berechnung von magnetischen Luftspaltfeldern von einfachen Wickelschemata in Drehfeldmaschinen<br>· Behandelte Maschinentypen:<br><br>1) **Reluktanzmaschine** : Aufbau und Funktion, Ersatzschaltbilder, Energiefluss, Kennlinien, Bauformen und Einsatzgebiete<br>2) **Synchronmaschine** : Aufbau und Funktion, Ersatzschaltbilder, Energiefluss, mathematische Zusammenhänge, Kennlinien, vollständiges Ersatzschaltbild, Drehzahlstellverfahren, Brems- und Anlaufverfahren, Bauformen und Einsatzgebiete<br>3) **Asynchronmaschine** : Aufbau und Funktion, Ersatzschaltbilder, Energiefluss, mathematische Zusammenhänge, Kennlinien, Drehzahlstellverfahren, Brems- und Anlaufverfahren, Bauformen und Einsatzgebiete |
| 14. Literatur: | • Schröder, Dierk: Elektrische Antriebe - Grundlagen ISBN-10: 3642029892,ISBN-13: 978-3642029899 |

| | |
|---|---|
| | • Fischer, Rolf: Elektrische Maschinen ISBN-10: 3446425543 ISBN-13: 978-3446425545<br>• Müller, Germar: Grundlagen elektrischer Maschinen,ISBN-10: 3527405240, ISBN-13: 978-3527405244<br>• Kleinrath, Hans: Grundlagen Elektrischer Maschinen, Akad. Verlagsgesellschaft, Wien, 1975<br>• Seinsch, H. O.: Grundlagen elektrischer Maschinen und Antriebe, B.G. Teubner, Stuttgart, 1988<br>• Bödefeld/Sequenz: Elektrische Maschinen, Springer, Wien, 1962<br>• Richter, Rudolf: Elektrische Maschinen, Verlag von Julius Springer, Berlin, 1936 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 115801 Vorlesung Elektrische Maschinen I<br>• 115802 Übung Elektrische Maschinen I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | **Präsenzzeit:** 56 h<br>**Selbststudium/Nacharbeitszeit:** 124 h<br>**Summe:** 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11581 Elektrische Maschinen I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Elektrische Maschinen II |
| 19. Medienform: | Beamer, Tafel, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Elektrische Energiewandlung |

# Modul: 11740 Elektromagnetische Verträglichkeit

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310006 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen |
| 9. Dozenten: | Stefan Tenbohlen<br>Daniel Schneider |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Elektrotechnik |
| 12. Lernziele: | Studierender hat Kenntnisse der Messverfahren und Messausrüstungen der Elektromagnetischen Verträglichkeit. Er kennt praktische Abhilfemaßnahmen zur Beherrschung der EMV-Problematik und die Besonderheiten in der Automobil-EMV |
| 13. Inhalt: | • Einführung<br>• Begriffsbestimmungen<br>• EMV-Umgebung<br>• Allgemeine Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV<br>• Aktive Schutzmaßnahmen<br>• Nachweis der EMV (Messverfahren, Messumgebung)<br>• Einwirkung elektromagnetischer Felder auf biologische Systeme<br>• EMV im Automobilbereich |
| 14. Literatur: | • Schwab, Adolf J.: Elektromagnetische Verträglichkeit Springer Verlag, 1996<br>• Habiger, Ernst: Elektromagnetische Verträglichkeit Hüthig Verlag, 3. Aufl., 1998<br>• Gonschorek, K.-H.: EMV für Geräteentwickler und Systemintegratoren Springer Verlag, 2005<br>• Kohling, A.: EMV von Gebäuden, Anlagen und Geräten VDE-Verlag, Dezember 1998<br>• Wiesinger, J. u.a.: EMV-Blitzschutz von elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen VDE-Verlag, Oktober 2004<br>• Goedbloed, Jasper: EMV. Elektromagnetische Verträglichkeit. Analyse und Behebung von Störproblemen Pflaum Verlag 1997 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 117401 Vorlesung Elektromagnetische Verträglichkeit<br>• 117402 Übung Elektromagnetische Verträglichkeit |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | **Präsenzzeit:** 56 h<br>**Selbststudium/Nacharbeitszeit:** 124 h<br>**Gesamt:** 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11741 Elektromagnetische Verträglichkeit (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PowerPoint, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Energieübertragung und Hochspannungstechnik |

# Modul: 21690 Elektrische Maschinen II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 052601021 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nejila Parspour |
| 9. Dozenten: | Nejila Parspour |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Grundlagen der Elektrotechnik<br>• Elektrische Energietechnik<br>• Elektrische Maschinen I |
| 12. Lernziele: | Studierende vertiefen ihre<br>Kenntnisse über die elektrisch erregte und permanentmagnetisch erregte<br>Synchronmaschine und Asynchronmaschine. Sie lernen das dynamische Verhalten<br>dieser Maschinen kennen. Fortgeschrittene Kenntnisse<br>über den Betrieb der oben genannten Maschinen werden erworben. |
| 13. Inhalt: | • · Drehfeld: Raumzeigertheorie, Stator- und Rotorfestes Koordinatensystem<br>· Asynchronmaschine: vollständiges dynamisches Ersatzschaltbild, Rotorflussorientiertes Modell<br>· Synchronmaschine: Vollständiges dynamisches Ersatzschaltbild, Rotorflussorientiertes Modell<br>· Betrieb von elektrischen Maschinen: Prüfstands-Topologien und Komponenten, Fortgeschrittene Betriebsverfahren |
| 14. Literatur: | • Schröder, Dierk: Elektrische Antriebe - Grundlagen ISBN-10: 3642029892,ISBN-13: 978-3642029899<br>• Fischer, Rolf: Elektrische Maschinen ISBN-10: 3446425543 ISBN-13: 978-3446425545<br>• Müller, Germar: Grundlagen elektrischer Maschinen,ISBN-10: 3527405240, ISBN-13: 978-3527405244<br>• Kleinrath, Hans: Grundlagen Elektrischer Maschinen, Akad. Verlagsgesellschaft, Wien, 1975<br>• Seinsch, H. O.: Grundlagen elektrischer Maschinen und Antriebe, B.G. Teubner, Stuttgart, 1988<br>• Bödefeld/Sequenz: Elektrische Maschinen, Springer, Wien, 1962<br>• Richter, Rudolf: Elektrische Maschinen, Verlag von Julius Springer, Berlin, 1936 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 216901 Vorlesung Elektrische Maschinen II<br>• 216902 Übung Elektrische Maschinen II |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | **Präsenzzeit:** 42 Stunden<br>**Selbststudium:** 138 Stunden<br>**Summe:** 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 21691 Elektrische Maschinen II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafel, Visualizer, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Elektrische Energiewandlung |

# Modul: 21710 Leistungselektronik II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 051010021 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Roth-Stielow |
| 9. Dozenten: | Jörg Roth-Stielow |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Kenntnisse vergleichbar...<br>...Leistungselektronik I<br>...Elektrische Energietechnik II |
| 12. Lernziele: | Studierende...<br>...kennen die wichtigsten Schaltungen und die Betriebsweisen fremdgeführter Stromrichter und Resonanzkonverter.<br>...können diese Anordnungen mathematisch beschreiben und Aufgabenstellungen lösen.<br>...kennen die wichtigsten Schaltungen und die Betriebsweisen von Stromrichtern in Anwendungen zur Nutzung erneuerbarer Energien.<br>...können diese Anordnungen mathematisch beschreiben und Aufgabenstellungen lösen. |
| 13. Inhalt: | 1) Übersicht<br>2) Fremdgeführte Stromrichter<br>3) Resonant schaltentlastete Wandler (Resonanzkonverter)<br>4) Anwendungen für erneuerbare Energien |
| 14. Literatur: | • Heumann, K.:Grundlagen der Leistungselektronik B. G. Teubner, Stuttgart, 1989<br>• Mohan, Ned: Power Electronics John Wiley &;;;; Sons Inc., 2003 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 217102 Übung Leistungselektronik II<br>• 217101 Vorlesung Leistungselektronik II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Frontalvorlesung |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 21711 Leistungselektronik II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>Klausur (120 min., 2x pro Jahr) |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafel, Folien, Beamer |
| 20. Angeboten von: | Leistungselektronik und Regelungstechnik |

# Modul: 41170 Speichertechnik für elektrische Energie I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050513050 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Peter Birke |
| 9. Dozenten: | Kai Peter Birke |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden lernen die Speichertechniken für elektrische Energie kennen. |
| 13. Inhalt: | Aufbau und Funktionsweise von:<br>• Elektrochemischen Speichern: Primärzellen (Alkali-Mangan,...), Sekundärzellen wie Blei-Akkumulator, Nickel-basierte Systeme, Redox-Flow-Zellen, Lithium-Ionen, Post Lithium-Ionen Zellen, Brennstoffzellen, Elektrolyse<br>• Elektrischen Speichern (Spule, supraleitende Spule, Kondensator, Doppelschichtkondensator)<br>• Elektromechanischen Speichern (Schwungrad, Gas, Wasser)<br><br>Charakterisierung der Speicher anhand charakteristischer Größen wie:<br>• Energieinhalt<br>• Leistung (dynamisch/stationär)<br>• Kosten<br>• Betriebssicherheit<br><br>Überblick über die wichtigsten Messverfahren<br>Einführung in Ersatzschaltbilder und Modellierung |
| 14. Literatur: | Skript zur Vorlesung, wird im ILIAS regelmäßig hochgeladen, ausführliche Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben und mit dem Skript hochgeladen. |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 411702 Übung Speicher für Elektrische Energie<br>• 411701 Vorlesung Speicher für Elektrische Energie |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: ca. 124 h<br>Summe: 180h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 41171 Speichertechnik für elektrische Energie (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamer, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Elektrische Energiespeichersysteme |

# Modul: 41750 Speichertechnik für elektrische Energie II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050513062 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Peter Birke |
| 9. Dozenten: | Kai Peter Birke |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Speichertechnik für elektrische Energie I (optional, keine zwingende Voraussetzung) |
| 12. Lernziele: | • Vertieftes Verständnis der mikroskopischen Abläufe in elektrochemischen Energiespeichern<br>• Wichtige Messverfahren<br>• Diskussion elektrischer Speichertechniken insbesondere in Bezug auf ihre Eignung zur nachhaltigen elektrischen Energieversorgung<br>• Die Studenten erlangen ein vertieftes Verständnis und Auslegungskompetenz für elektrische Energiespeicher für unterschiedliche aktuelle und zukünftige Anwendungsgebiete. |
| 13. Inhalt: | VL1: Grundlagen der Thermodynamik und Elektrochemie<br>VL2: Ausgewählte Aspekte der Elektrochemie für elektrische Energiespeicherung<br>VL3: Elektrochemie in der praktischen Anwendung<br>VL4: Ladungstransport in Feststoffen und Flüssigkeiten, Festkörperbatterien (nächste Generation)<br>VL5: Messverfahren und Überwachung I (Zellebene)<br>VL6: Messverfahren und Überwachung II (Batterieebene)<br>VL7: Brennstoffzellen<br>VL8: Wasserstoffelektrolyse, moderne Verfahren der Wasserstoffspeicherung und -verteilung<br>VL9: Photokatalytische Reaktoren<br>VL10: Power to X |

| | |
|---|---|
| | VL11: Stationäre Energiespeicher (MWh-Bereich) auf der Basis von Batterien<br>VL12: Elektrische Energiespeicher in Insellösungen und Smart Grids<br>VL13: Alternative Speichertechniken für elektrische Energie<br>VL14: Zukünftige Speichertechniken für elektrische Energie<br>VL15: Repetitorium |
| 14. Literatur: | Skript zur Vorlesung (es gibt eine überarbeitete und aktualisierte Version im WS 2016/17), wird im ILIAS hochgeladen, weitere Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 417501 Vorlesung Speicher für Elektrische Energie II<br>• 417502 Übung Speicher für Elektrische Energie II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 60 h<br>Selbststudium: ca. 120 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 41751 Speichertechnik für elektrische Energie II (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Elektrische Energiespeichersysteme |

# 2213 Ergänzungsfächer mit 3 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 30930 | EMV in der Automobiltechnik |
| | 30940 | Industriegetriebe |
| | 30950 | Mobile Energiespeicher |

# Modul: 30930 EMV in der Automobiltechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310027 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen |
| 9. Dozenten: | Wolfgang Pfaff |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse zur elektromagnetischen Verträglichkeit<br>Hochfrequenztechnik |
| 12. Lernziele: | Der Studierende kann eine EMV-Analyse von Komponenten des Automobils durchführen. Er kann typische Maßnahmen zur Beherrschung der EMV-Problematik benennen und kennt die EMV-Prüfverfahren in der Automobiltechnik. |
| 13. Inhalt: | - Grundlagen der elektromagnetischen Verträglichkeit in der Automobiltechnik<br>- EMV-Analyse und -Design für komplexe Systeme<br>- EMV-Integration<br>- EMV-Messtechnik/-Prüfverfahren in der Automobiltechnik<br>- EMV-Simulation<br>Am Produktbeispiel "Elektrische Servolenkung werden die verschiedenen Verfahren zur EMV-Analyse, -Design und - Prüfung dargestellt. |
| 14. Literatur: | - Schwab, Adolf J.: Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer Verlag, 1996<br>- Habiger, Ernst: Elektromagnetische Verträglichkeit, Hüthig Verlag, 3. Aufl., 1998<br>- Gonschorek, K.-H.: EMV für Geräteentwickler und Systemintegratoren, Springer Verlag, 2005<br>- Kohling, A.: EMV von Gebäuden, Anlagen und Geräten, VDE-Verlag, Dezember 1998<br>- Goedbloed, Jasper: EMV. Elektromagnetische Verträglichkeit. Analyse und Behebung von Störproblemen, Pflaum Verlag 1997 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 309301 Vorlesung EMV in der Automobiltechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 Stunden<br>Selbststudium: 62 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30931 EMV in der Automobiltechnik (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |

| | |
|---|---|
| 19. Medienform: | PowerPoint, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Energieübertragung und Hochspannungstechnik |

# Modul: 30940 Industriegetriebe

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 072710070 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Matthias Bachmann |
| 9. Dozenten: | Matthias Bachmann |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Abgeschlossene Grundlagenausbildung in Konstruktionslehre z. B. durch die Module Konstruktionslehre I - IV |
| 12. Lernziele: | Im Modul Industriegetriebe<br>- haben die Studierenden Anwendungen und Besonderheiten von Industriegetrieben kennen gelernt,<br>- können die Studierenden die in Konstruktionslehre erworbenen Grundlagen vertiefen und gezielt einsetzen.<br><br>Erworbene **Kompetenzen** : Die Studierenden<br>- können Industriegetriebe einordnen,<br>- können im Industriegetriebebau übliche Werkstoffe und Maschinenelemente benennen und auswählen,<br>- können Verzahnungen für industrielle Anwendungen geometrisch und hinsichtlich Tragfähigkeit auslegen,<br>- können die Ansätze zur Systematik der Übersetzungs- und Drehmomentgerüste zur Baukastengetriebekonzeption nutzen,<br>- können Übersetzungen, Drehzahlen und Drehmomente von Umlaufgetrieben bestimmen. |
| 13. Inhalt: | Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen von Industriegetrieben. Zunächst werden die Industriegetriebe innerhalb der Getriebetechnik eingeordnet und abgegrenzt. Die im Industriegetriebebau eingesetzten Werkstoffe und Lasttragenden Maschinenelemente, wie Wellen, Welle-Nabe-Verbindungen und Lager, werden vertieft behandelt und Besonderheiten aufgezeigt. Hauptthema sind Verzahnungen mit den Schwerpunkten Herstellung, Geometrie und Tragfähigkeit im Hinblick auf industrielle Anwendung. Weiterhin werden Ansätze zur Systematik von Baukastengetrieben und die Berechnung und Gestaltung von Umlaufgetrieben behandelt. |
| 14. Literatur: | - Bachmann, M.: Industriegetriebe. Skript zur Vorlesung<br>- Schlecht, B.: Maschinenelemente 2. 1. Auflage, Pearson Studium München, 2010<br>- Niemann, G., Winter, H.: Maschinenelemente Band 2. 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003 |

| | |
|---|---|
| | - Müller, H.W.: Die Umlaufgetriebe. 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1998 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 309401 Vorlesung mit integrierten Übungen : Industriegetriebe |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30941 Industriegetriebe (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>bei weniger als 10 Kandidaten:<br>mündlich, 20 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamer-Präsentation, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Maschinenkonstruktionen und Getriebebau |

# Modul: 30950 Mobile Energiespeicher

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050513063 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Peter Birke |
| 9. Dozenten: | Kai Peter Birke |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Speichertechnik für elektrische Energie I (optional) |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden lernen Anforderungen, Aufbau, Architekturen und Auslegung mobiler Energiespeicher kennen. |
| 13. Inhalt: | VL1: Einführung in mobile Energiespeicher (Architektur, Zelltypen, Aufbau)<br>VL2: Bordnetz, Micro-Hybrid<br>VL3: Mild-Hybrid, Full-Hybrid<br>VL4: Plug-in-Hybrid<br>VL5: Range Extender<br>VL6: BEV (Battery Electric Vehicle)<br>VL7: FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)<br>VL8: Batterie-Management-Systeme für mobile Anwendungen (elektrisch)<br>VL9: Batterie-Management-Systeme für mobile Anwendungen (thermisch)<br>VL10: Ladetechnik und -infrastruktur (moderne Ladetechniken)<br>VL11: Haustechnik, Werkzeuge, Geräte<br>VL12: Zwei- und dreirädrige Fortbewegungsmittel (Squads, Caddies, Roller, Motorräder,...)<br>VL13: Schienenfahrzeuge<br>VL14: Boote, Schiffe<br>VL15: Elektrisches Fliegen |
| 14. Literatur: | Skript zur Vorlesung (es gibt eine überarbeitete und aktualisierte Version im WS 2016/17), wird im ILIAS hochgeladen, weitere Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 309501 Vorlesung Mobile Energiespeicher |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 30 Stunden<br>Selbststudium: 60 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |

| | |
|---|---|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30951 Mobile Energiespeicher (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamer, Tafel, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Elektrische Energiespeichersysteme |

# Modul: 30960 Praktikum Elektrische Maschinen und Antriebe

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 052601026 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nejila Parspour |
| 9. Dozenten: | Enzo Cardillo |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesungen Elektrische Maschinen I und II, Leistungselektronik I |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage die theoretischen Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | Nähere Informationen zu den Praktischen Übungen: APMB erhalten Sie zudem unter http://www.uni-stuttgart.de/mabau/msc/msc_mach/linksunddownloads.html<br>Beispiele:<br>• Die Gleichstrommaschine (GM): In diesem Versuch wird nochmals auf das Funktionsprinzip von Gleichstrommaschinen eingegangen. In einem weiteren Schritt werden die theoretischen Grundlagen und die Grundgleichungen zur Beschreibung der Gleichstrommaschinen aufgefrischt. Daraus werden die elektrischen Ersatzschaltbilder für die verschiedenen Maschinentypen abgeleitet. Im praktischen Teil des Versuches wird das stationäre Betriebsverhalten untersucht. Dabei wird auf die Beeinflussungsmöglichkeiten der Drehzahl- Drehmoment-Kennlinie eingegangen. In einem weiteren Teil wird anhand eines Maschinensatzes, bestehend aus einer motorisch und einer generatorisch betriebenen Gleichstrommaschine, auf die vielseitige Energieumwandlung eingegangen. Dabei stehen die Begriffe Leistung und Wirkungsgrad im Vordergrund.<br>• Die Drehstrom-Asynchronmaschine (DASM): Im Rahmen des Versuches wird auf die Erzeugung des für die Funktion von Drehfeldmaschinen erforderlichen Drehfeldes durch Drehstromwicklungen eingegangen. Das Funktionsprinzip von DASM wird am Beispiel der Käfigläufervariante anhand der Zusammenhänge zwischen Durchflutung, Magnetfeld und Induktionsgesetz physikalisch anschaulich diskutiert. Das elektrische Ersatzschaltbild und dessen mögliche Vereinfachungen werden erarbeitet. Im praktischen Teil des Versuches wird das Verhalten einer Käfigläufermaschine anhand der Leerlauf-, Kurzschluss- und Drehzahl- Drehmoment-Kennlinie (M-n-Kennlinie) untersucht. Es wird auf die Beeinflussungsmöglichkeiten der M-n-Kennlinie und die Begriffe Schein-, Wirk- und Blindleistung im Drehstromsystem |

| | |
|---|---|
| | eingegangen. Anhand eines rotierenden Umformersatzes, bestehend aus einer Käfigläufer- Asynchronmaschine und einer generatorisch betriebenen fremderregten Gleichstrommaschine, wird die Energieumwandlung von elektrischer Energie (Drehstrom) in elektrische Energie (Gleichstrom) aufgezeigt. Eine Wirkungsgradbetrachtung des rotierenden Umformersatzes im Nennbetriebspunkt wird durchgeführt.<br>• Verschiedene Modulationsverfahren in der Leistungselektronik werden auf der Grundlage des Tiefsetzstellers und der Halbbrückenschaltung erarbeitet. Dabei wird zunächst mit Hilfe von Simulationen die grundsätzliche Funktion untersucht. Nach der praktischen Realisierung werden Messungen an den leistungselektronischen Stellgliedern durchgeführt. |
| 14. Literatur: | W. Richter: Elektrische Maschinen I, II, Verlag von Julius Springer, Berlin 1930.<br>Heumann, K.: Grundlagen der Leistungselektronik, B.G. Teubner, Stuttgart, 1989<br>Praktikums-Unterlagen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 309601 Spezialisierungsfachversuch 1<br>• 309606 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau 2<br>• 309608 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau 4<br>• 309607 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau 3<br>• 309604 Spezialisierungsfachversuch 4<br>• 309603 Spezialisierungsfachversuch 3<br>• 309602 Spezialisierungsfachversuch 2<br>• 309605 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau 1 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 30 Stunden<br>Selbststudiumszeit/Nacharbeitszeit: 60 Stunden<br>Gesamt: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30961 Praktikum Elektrische Maschinen und Antriebe (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Elektrische Energiewandlung |

# 222 Energie und Umwelt

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2221 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2222 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2223 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 32010 | Praktikum Energie und Umwelt |

# 2221 Kernfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 11350 | Grundlagen der Luftreinhaltung |
| 11380 | Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung |
| 13940 | Energie- und Umwelttechnik |
| 15440 | Firing Systems and Flue Gas Cleaning |

# Modul: 11350 Grundlagen der Luftreinhaltung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500021 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Ulrich Vogt |
| 9. Dozenten: | Rainer Friedrich<br>Günter Baumbach<br>Ulrich Vogt |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Chemie und Meteorologie |
| 12. Lernziele: | I: Der Studierende hat die Entstehung und Emission, die Ausbreitung, das Auftreten und die Wirkung von Luftverunreinigungen verstanden und Kenntnisse über Vorschriften und Möglichkeiten zur Emissionsminderung erworben. Er besitzt damit die Fähigkeit, Luftverunreinigungsprobleme zu erkennen, zu bewerten und die richtigen Maßnahmen zu deren Minderung zu planen.<br><br>II: Students can generate emission inventories and emission scenarios, operate atmospheric models, estimate health and environmental impacts and exceedances of thresholds, establish clean air plans and carry out cost-effectiveness and cost-benefit analyses to identify efficient air pollution control strategies. |
| 13. Inhalt: | **I. Vorlesung Luftreinhaltung I** (Baumbach/Vogt), 2 SWS: Reine Luft und Luftverunreinigungen, Definitionen Natürliche Quellen von Luftverunreinigungen Geschichte der Luftbelastung und Luftreinhaltung Emissionsentstehung bei Verbrennungs- und industriellen Prozessen Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre: Meteorologische Einflüsse, Inversionen |

| | |
|---|---|
| | Atmosphärische Umwandlungsprozesse: Luftchemie Umgebungsluftqualität<br>**II. Vorlesung Luftreinhaltung II** (= Air Quality Management in Englisch)(Friedrich), 2 SWS: Sources of air pollutants and greenhouse gases, generation of emission inventories, scenario development, atmospheric (chemistry-transport) processes and models, indoor pollution, exposure modelling, impacts of air pollutants, national and international regulations, instruments and techniques for air pollution control, clean air plans, integrated assessment, cost-effectiveness and cost benefit analyses. |
| 14. Literatur: | Luftreinhaltung I:<br>• Lehrbuch "Luftreinhaltung" (Günter Baumbach, Springer Verlag)<br>• Aktuelles zum Thema aus Internet (z.B. UBA, LUBW)<br><br>Luftreinhaltung II:<br>• Online verfügbares Skript zur Vorlesung |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 113501 Vorlesung Luftreinhaltung I<br>• 113502 Vorlesung mit Übung Air Quality Management (Luftreinhaltung II) |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 66 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 114 h<br>Gesamt: 180h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11353 Grundlagen der Luftreinhaltung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 11380 Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210007 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Friedrich |
| 9. Dozenten: | Rainer Friedrich<br>Andreas Kronenburg |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik, ingenieurwissenschaftliche Grundlagen |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer kennen die chemisch-physikalischen Grundlagen der Verbrennung und der Entstehung von Schadstoffen beim Verbrennungsprozess sowie die bei der Umwandlung und Nutzung von Energie entstehenden Umwelteinwirkungen mit ihren Auswirkungen auf Mensch, Umwelt und Klima qualitativ und quantitativ. Die Teilnehmer erwerben die Kompetenz, Umweltauswirkungen von Energieum-wandlungen quantitativ ermitteln zu können und Maßnahmen zur Minderung der Umwelteinwirkungen identifizieren und bewerten zu können. |
| 13. Inhalt: | **Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe:**<br>• Die chemischen und physikalischen Grundlagen der Verbrennung<br>• Verbrennung von höheren Kohlenwasserstoffen<br>• Laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:<br>- Flammenstruktur und -geschwindigkeit<br>- Erhaltungsgleichungen für Masse, Energie und Geschwindigkeit<br>• Turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:<br>- Gleichungssysteme<br>- Modellierungsstrategien |

- Entstehung von Schadstoffen

**Energie und Umwelt:**
a) Umwelteinwirkungen durch Energieumwandlung im Normalbetrieb und bei Unfällen, insbesondere Betrachtung der Kategorien:
- Luftschadstoffbelastung:
- Feinstaub, SO2, NOx, CO, Feinstaub, VOC, NH3, Schwermetalle,...
- Treibhausgasemissionen
- Emission radioaktiver Stoffe
- Flächen'verbrauch'
- Lärm
- Abwärme
- elektromagnetische Strahlung.

b) Transport und chemische oder physikalische Umwandlung der emittierten Stoffe oder der emittierten Energie in den Umweltmedien (Luft, Boden, Wasser,...),
c) Schäden bzw. Risiken durch die Exposition, insbesondere Gesundheitsrisiken und Schäden an Ökosystemen (Biodiversitätsverluste), Schäden durch Klimaänderungen, Schäden an Materialien und Ernteverluste.
d) Gesetze, Verordnungen, Direktiven zur Kontrolle der Umwelteinwirkungen, technische und nicht-technische Maßnahmen zur Verminderung von Umweltein- und -auswirkungen.

| | |
|---|---|
| 14. Literatur: | Online-Manuskript<br>Möller, D. 2003: Luft - Chemie, Physik, Biologie, Reinhaltung, Recht, Berlin: de Gruyter<br>Roth, E. 1994: Mensch, Umwelt und Energie : die zukünftigen Erfordernisse und Möglichkeiten der Energieversorgung, Düsseldorf: etv<br>Fifth Assessment Report (AR5) 2015 of the 'International Panel on Climate Change': online unter www.ipcc.ch |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 113801 Vorlesung Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe<br>• 113802 Vorlesung mit Übung Energie und Umwelt |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56h<br>Selbststudium / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11381 Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, Lehrfilme, begleitendes Manuskript |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 13940 Energie- und Umwelttechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042510001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Compulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden des Moduls haben die Prinzipien der Energieumwandlung und Vorräte sowie Eigenschaften verschiedener Primärenergieträger als Grundlagenwissen verstanden und können beurteilen, mit welcher Anlagentechnik eine möglichst hohe Energieausnutzung mit möglichst wenig Schadstoffemissionen erreicht wird. Die Studierenden haben damit für das weitere Studium und für die praktische Anwendung im Berufsfeld Energie und Umwelt die erforderliche Kompetenz zur Anwendung und Beurteilung der relevanten Techniken erworben. |
| 13. Inhalt: | Vorlesung und Übung, 4 SWS<br>1) Grundlagen zur Energieumwandlung: Einheiten, energetische Eigenschaften, verschiedene Formen von Energie, Transport und Speicherung von Energie, Energiebilanzen verschiedener Systeme<br>2) Energiebedarf: Statistik, Reserven und Ressourcen, Primärenergieversorgung und Endenergieverbrauch<br>3) Primärenergieträger: Charakterisierung, Verarbeitung und Verwendung<br>4) Bereitstellungstechnologien für Wärme, Strom und Kraftstoffe |

| | |
|---|---|
| | 5) Transport und Speicherung von Energie in unterschiedlichen Formen<br>6) Energieintensive industrielle Prozesse: Stahlerzeugung, Zementherstellung, Ammoniakherstellung, Papierindustrie<br>7) Techniken zur Begrenzung der Umweltbeeinflussungen<br>8) Treibhausgasemissionen<br>9) Rahmenbedingungen: Emissionsbegrenzung, Klimaschutz, Förderung erneuerbarer Energien |
| 14. Literatur: | - Vorlesungsmanuskript<br>- Unterlagen zu den Übungen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 139401 Vorlesung und Übung Energie- und Umwelttechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt:180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 13941 Energie- und Umwelttechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | • Skripte zu den Vorlesungen und zu den Übungen<br>• Tafelanschrieb<br>• ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules |

| | |
|---|---|
| | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Fundamentals of Engineering Science and Natural Science, fundamentals of Mechanical Engineering, Process Engineering, Reaction Kinetics as well as Air Quality Control |
| 12. Lernziele: | The students of the module have understood the principles of heat generation with combustion plants and can assess which combustion plants for the different fuels - oil, coal, natural gas, biomass and waste - and for different capacity ranges are best suited, and how furnaces and firing systems need to be designed that a high energy efficiency with low pollutant emissions could be achieved. In addition, they know which flue gas cleaning techniques have to be applied to control the remaining pollutant emissions. Thus, the students acquired the necessary competence for the application and evaluation of air quality control measures in combustion plants for further studies in the fields of Air Quality Control, Energy and Environment and, finally, they got the competence for combustion plants' manufactures, operators and supervisory authorities. |
| 13. Inhalt: | **I: Combustion and Firing Systems:** Characterisation of fuels, combustion fundamentals, gasification principles, design of firing and gasification systems<br>**II: Flue Gas Cleaning:** Methods for dust removal, nitrogen oxide reduction (catalytic/ non-catalytic), flue gas desulfurisation (dry and wet), processes for the separation of specific pollutants. |
| 14. Literatur: | **I:**<br>• Lecture notes "Combustion and Firing Systems<br>• Skript<br>• Notes for practical work<br><br>**II:**<br>• Lecture notes Flue gas cleaning<br>• Skript<br>• Notes for practical work |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 154402 Firing Systems and Flue Gas Cleaning |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h V<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 15441 Firing Systems and Flue Gas Cleaning (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PowerPoint Presentations, Black board, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# 2222 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 11350 | Grundlagen der Luftreinhaltung |
| 11380 | Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung |
| 13940 | Energie- und Umwelttechnik |
| 14090 | Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II |
| 15430 | Measurement of Air Pollutants |
| 15440 | Firing Systems and Flue Gas Cleaning |

# Modul: 11350 Grundlagen der Luftreinhaltung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500021 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Ulrich Vogt |
| 9. Dozenten: | Rainer Friedrich<br>Günter Baumbach<br>Ulrich Vogt |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Chemie und Meteorologie |
| 12. Lernziele: | I: Der Studierende hat die Entstehung und Emission, die Ausbreitung, das Auftreten und die Wirkung von Luftverunreinigungen verstanden und Kenntnisse über Vorschriften und Möglichkeiten zur Emissionsminderung erworben. Er besitzt damit die Fähigkeit, Luftverunreinigungsprobleme zu erkennen, zu bewerten und die richtigen Maßnahmen zu deren Minderung zu planen.<br><br>II: Students can generate emission inventories and emission scenarios, operate atmospheric models, estimate health and environmental impacts and exceedances of thresholds, establish clean air plans and carry out cost-effectiveness and cost-benefit analyses to identify efficient air pollution control strategies. |
| 13. Inhalt: | **I. Vorlesung Luftreinhaltung I** (Baumbach/Vogt), 2 SWS: Reine Luft und Luftverunreinigungen, Definitionen Natürliche Quellen von Luftverunreinigungen Geschichte der Luftbelastung und Luftreinhaltung Emissionsentstehung bei Verbrennungs- und industriellen Prozessen Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre: Meteorologische Einflüsse, Inversionen |

| | |
|---|---|
| | Atmosphärische Umwandlungsprozesse: Luftchemie Umgebungsluftqualität<br>**II. Vorlesung Luftreinhaltung II** (= Air Quality Management in Englisch)(Friedrich), 2 SWS: Sources of air pollutants and greenhouse gases, generation of emission inventories, scenario development, atmospheric (chemistry-transport) processes and models, indoor pollution, exposure modelling, impacts of air pollutants, national and international regulations, instruments and techniques for air pollution control, clean air plans, integrated assessment, cost-effectiveness and cost benefit analyses. |
| 14. Literatur: | Luftreinhaltung I:<br>• Lehrbuch "Luftreinhaltung" (Günter Baumbach, Springer Verlag)<br>• Aktuelles zum Thema aus Internet (z.B. UBA, LUBW)<br><br>Luftreinhaltung II:<br>• Online verfügbares Skript zur Vorlesung |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 113501 Vorlesung Luftreinhaltung I<br>• 113502 Vorlesung mit Übung Air Quality Management (Luftreinhaltung II) |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 66 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 114 h<br>Gesamt: 180h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11353 Grundlagen der Luftreinhaltung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 11380 Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210007 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Friedrich |
| 9. Dozenten: | Rainer Friedrich<br>Andreas Kronenburg |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik, ingenieurwissenschaftliche Grundlagen |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer kennen die chemisch-physikalischen Grundlagen der Verbrennung und der Entstehung von Schadstoffen beim Verbrennungsprozess sowie die bei der Umwandlung und Nutzung von Energie entstehenden Umwelteinwirkungen mit ihren Auswirkungen auf Mensch, Umwelt und Klima qualitativ und quantitativ. Die Teilnehmer erwerben die Kompetenz, Umweltauswirkungen von Energieum-wandlungen quantitativ ermitteln zu können und Maßnahmen zur Minderung der Umwelteinwirkungen identifizieren und bewerten zu können. |
| 13. Inhalt: | **Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe:**<br>• Die chemischen und physikalischen Grundlagen der Verbrennung<br>• Verbrennung von höheren Kohlenwasserstoffen<br>• Laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:<br>- Flammenstruktur und -geschwindigkeit<br>- Erhaltungsgleichungen für Masse, Energie und Geschwindigkeit<br>• Turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:<br>- Gleichungssysteme<br>- Modellierungsstrategien |

- Entstehung von Schadstoffen

**Energie und Umwelt:**
a) Umwelteinwirkungen durch Energieumwandlung im Normalbetrieb und bei Unfällen, insbesondere Betrachtung der Kategorien:
- Luftschadstoffbelastung:
- Feinstaub, SO2, NOx, CO, Feinstaub, VOC, NH3, Schwermetalle,...
- Treibhausgasemissionen
- Emission radioaktiver Stoffe
- Flächen'verbrauch'
- Lärm
- Abwärme
- elektromagnetische Strahlung.

b) Transport und chemische oder physikalische Umwandlung der emittierten Stoffe oder der emittierten Energie in den Umweltmedien (Luft, Boden, Wasser,...),
c) Schäden bzw. Risiken durch die Exposition, insbesondere Gesundheitsrisiken und Schäden an Ökosystemen (Biodiversitätsverluste), Schäden durch Klimaänderungen, Schäden an Materialien und Ernteverluste.
d) Gesetze, Verordnungen, Direktiven zur Kontrolle der Umwelteinwirkungen, technische und nicht-technische Maßnahmen zur Verminderung von Umweltein- und -auswirkungen.

| | |
|---|---|
| 14. Literatur: | Online-Manuskript<br>Möller, D. 2003: Luft - Chemie, Physik, Biologie, Reinhaltung, Recht, Berlin: de Gruyter<br>Roth, E. 1994: Mensch, Umwelt und Energie : die zukünftigen Erfordernisse und Möglichkeiten der Energieversorgung, Düsseldorf: etv<br>Fifth Assessment Report (AR5) 2015 of the 'International Panel on Climate Change': online unter www.ipcc.ch |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 113801 Vorlesung Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe<br>• 113802 Vorlesung mit Übung Energie und Umwelt |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56h<br>Selbststudium / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11381 Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, Lehrfilme, begleitendes Manuskript |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 13940 Energie- und Umwelttechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042510001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Compulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden des Moduls haben die Prinzipien der Energieumwandlung und Vorräte sowie Eigenschaften verschiedener Primärenergieträger als Grundlagenwissen verstanden und können beurteilen, mit welcher Anlagentechnik eine möglichst hohe Energieausnutzung mit möglichst wenig Schadstoffemissionen erreicht wird. Die Studierenden haben damit für das weitere Studium und für die praktische Anwendung im Berufsfeld Energie und Umwelt die erforderliche Kompetenz zur Anwendung und Beurteilung der relevanten Techniken erworben. |
| 13. Inhalt: | Vorlesung und Übung, 4 SWS<br>1) Grundlagen zur Energieumwandlung: Einheiten, energetische Eigenschaften, verschiedene Formen von Energie, Transport und Speicherung von Energie, Energiebilanzen verschiedener Systeme<br>2) Energiebedarf: Statistik, Reserven und Ressourcen, Primärenergieversorgung und Endenergieverbrauch<br>3) Primärenergieträger: Charakterisierung, Verarbeitung und Verwendung<br>4) Bereitstellungstechnologien für Wärme, Strom und Kraftstoffe |

| | |
|---|---|
| | 5) Transport und Speicherung von Energie in unterschiedlichen Formen<br>6) Energieintensive industrielle Prozesse: Stahlerzeugung, Zementherstellung, Ammoniakherstellung, Papierindustrie<br>7) Techniken zur Begrenzung der Umweltbeeinflussungen<br>8) Treibhausgasemissionen<br>9) Rahmenbedingungen: Emissionsbegrenzung, Klimaschutz, Förderung erneuerbarer Energien |
| 14. Literatur: | - Vorlesungsmanuskript<br>- Unterlagen zu den Übungen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 139401 Vorlesung und Übung Energie- und Umwelttechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt:180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 13941 Energie- und Umwelttechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | • Skripte zu den Vorlesungen und zu den Übungen<br>• Tafelanschrieb<br>• ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 040800010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Kronenburg |
| 9. Dozenten: | Andreas Kronenburg |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Thermodynamik, Reaktionskinetik |
| 12. Lernziele: | Die Studenten kennen die physikalisch-chemischen Grundlagen von Verbrennungsprozessen: Reaktionskinetik von fossilen und biogenen Brennstoffen, Flammenstrukturen (laminare und turbulente Flammen, vorgemischte und nicht-vorgemischte |

| | |
|---|---|
| | Flammen), Turbulenz-Chemie Wechselwirkungsmechanismen, Schadstoffbildung |
| 13. Inhalt: | **Grdlg. Technischer Verbrennungsvorgänge I und II (WiSe, Unterrichtssprache Deutsch):**<br>• Erhaltungsgleichungen, Thermodynamik, molekularer Transport, chemische Reaktion, Reaktionsmechanismen, laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen.<br>• Gestreckte Flammenstrukturen, Zündprozesse, Flammenstabilität, turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Verbrennung, Schadstoffbildung, Spray-Verbrennung<br><br>**An equivalent course is taught in English:**<br>**Combustion Fundamentals I und II (summer term only, taught in English):**<br>• Transport equations, thermodynamics, fluid properties, chemical reactions, reaction mechanisms, laminar premixed and non-premixed combustion.<br>• Effects of stretch, strain and curvature on flame characteristics, ignition, stability, turbulent reacting flows, pollutants and their formation, spray combustion |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript<br>• Warnatz, Maas, Dibble, Verbrennung, Springer-Verlag<br>• Warnatz, Maas, Dibble, Combustion, Springer<br>• Turns, An Introduction to Combustion, Mc Graw Hill |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 140902 Übung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II<br>• 140901 Vorlesung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 70 h (4SWS Vorlesung, 1SWS Übung)<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 110 h<br>**Gesamt: 180 h** |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14091 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | • Tafelanschrieb<br>• PPT-Präsentationen<br>• Skripte zu den Vorlesungen |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# Modul: 15430 Measurement of Air Pollutants

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500022 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 3 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Ulrich Vogt |
| 9. Dozenten: | Martin Reiser<br>Ulrich Vogt |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Fundamentals in "Air Quality Control" |
| 12. Lernziele: | The graduates of the module can identify and describe air quality problems, formulate the corresponding tasks and requirements for air quality measurements, select the appropriate measurement techniques and solve the measurement tasks with practical implementation of the measurements. |
| 13. Inhalt: | **I: Measurement of Air Pollutants Part I, 1 SWS (Vogt):**<br>Measurement tasks:<br>• Discontinuous and continuous measurement techniques, different requirements for emission and ambient air measurements<br><br>Measurement principles for gases:<br>• IR- and UV Photometer, Colorimetry, UV fluorescence, Chemiluminescence, Flame Ionisation, Potentiometry<br><br>Measurement principle for Particulate Matter (PM):<br>• Gravimetry, Optical methods, Particle size distribution, PM deposition, PM composition<br>• Assessment of measured values<br>• data storage an processing<br>• graphical presentation of data<br><br>**II: Measurement of Air Pollutants Part II, 1 SWS (Reiser):**<br>• Gas Chromatography, Olfactometry<br><br>**III: Planning of measurements (Vogt):**<br>Introducing lecture (0,5 SWS), office hours, project work and presentation<br>Content:<br><br>• Definition and description of the measurement task<br>• Measurement strategy<br>• Site of measurements, measurement period and measurement times |

| | |
|---|---|
| | • Parameters to be measured<br>• Measurement techniques, calibration and uncertainties<br>• Evaluation of measurements<br>• Quality control and quality assurance<br>• Documentation and report<br>• Personal and instrumental equipment |
| 14. Literatur: | • Text book "Air Quality Control" (Günter Baumbach, Springer Verlag),<br>• Scripts for practical measurements, News on topics from internet (e.g. UBA, LUBW) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 154302 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part II<br>• 154303 Seminar Planung von Messungen / Planning<br>• 154301 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Present time: 39 h (= 35 h Lecture + 4 h Presentation)<br>Self study time (inkl. Project work): 141 h<br>Total: 180h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 15431 Measurement of Air Pollutants Part I + II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>I, II: Measurement of Air Pollutants Part I + II, PL written 60 min., weight 0,5<br>III: Planning of measurements (project work and presentation), weight 0,5<br>Projekt work: 0,5 presentation, 0,5 project report<br>The participation in 60 % of all presentations of this module in the relevant semester is compulsory. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Black board, PowerPoint Presentations, Practical Measurements, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules |

| | |
|---|---|
| | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Fundamentals of Engineering Science and Natural Science, fundamentals of Mechanical Engineering, Process Engineering, Reaction Kinetics as well as Air Quality Control |
| 12. Lernziele: | The students of the module have understood the principles of heat generation with combustion plants and can assess which combustion plants for the different fuels - oil, coal, natural gas, biomass and waste - and for different capacity ranges are best suited, and how furnaces and firing systems need to be designed that a high energy efficiency with low pollutant emissions could be achieved. In addition, they know which flue gas cleaning techniques have to be applied to control the remaining pollutant emissions. Thus, the students acquired the necessary competence for the application and evaluation of air quality control measures in combustion plants for further studies in the fields of Air Quality Control, Energy and Environment and, finally, they got the competence for combustion plants' manufactures, operators and supervisory authorities. |
| 13. Inhalt: | **I: Combustion and Firing Systems:** Characterisation of fuels, combustion fundamentals, gasification principles, design of firing and gasification systems<br>**II: Flue Gas Cleaning:** Methods for dust removal, nitrogen oxide reduction (catalytic/ non-catalytic), flue gas desulfurisation (dry and wet), processes for the separation of specific pollutants. |
| 14. Literatur: | **I:**<br>• Lecture notes "Combustion and Firing Systems<br>• Skript<br>• Notes for practical work<br><br>**II:**<br>• Lecture notes Flue gas cleaning<br>• Skript<br>• Notes for practical work |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 154402 Firing Systems and Flue Gas Cleaning |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h V<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 15441 Firing Systems and Flue Gas Cleaning (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PowerPoint Presentations, Black board, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# 2223 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 30660 | Luftreinhaltung am Arbeitsplatz |
| 30710 | Strahlenschutz |
| 30990 | Emissions reduction at selected industrial processes |
| 36790 | Thermal Waste Treatment |
| 69500 | Energiemanagement nach ISO 50001 |
| 71950 | Druckluft und Pneumatik |
| 72150 | Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme |

# Modul: 30660 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041310004 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos |
| 9. Dozenten: | Konstantinos Stergiaropoulos |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Im Modul Luftreinhaltung am Arbeitsplatz haben die Studenten die Systematik der Lösungen zur<br>Luftreinhaltung am Arbeitsplatz sowie dazu erforderlichen Anlagen kennen gelernt und die zugehörigen<br>ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen erworben.<br>Erworbene Kompetenzen:<br><br>Die Studenten<br>sind mit den Methoden zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz vertraut,<br>können für die jeweiligen Anforderungen die technischen Lösungen konzipieren,<br>können die notwendigen Anlagen auslegen |
| 13. Inhalt: | Arten, Ausbreitung und Grenzwerte von Luftfremdstoffen<br>Bewertung der Schadstofferfassung<br>Luftströmung an Erfassungseinrichtungen<br>Luftführung, Luftdurchlässe<br>Auslegung nach Wärme- und Stofflasten<br>Bewertung der Luftführung<br>Abnahme von Leitungsmessungen |
| 14. Literatur: | Industrial Ventilation Design Guidebook, Edited by Howard D. Goodfellow, Esko Tähti, ISBN: 0-12-289676-9, Academic Press |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 306601 Vorlesung Luftreinhaltung am Arbeitsplatz |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden |

| | |
|---|---|
| | Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30661 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesungsskript |
| 20. Angeboten von: | Heiz- und Raumlufttechnik |

# Modul: 30710 Strahlenschutz

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041610005 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger |
| 9. Dozenten: | Talianna Schmidt<br>Jörg Starflinger |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Mathematik, Physik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden können<br>- die verschiedenen Arten ionisierender Strahlung benennen und nach ihren Eigenschaften bewerten.<br>- die Erzeugung verschiedener Arten ionisierender Strahlung erläutern und daraus die Eigenschaften der Strahlung ableiten.<br>- eine Eigenschaften von Nukliden anhand von grundlegenden physikalischen Zusammenhängen erklären und weitergehende Informationen aus Nachschlagewerken extrahieren.<br>- Messprinzipien von Strahlenmessgeräten verstehen und Messgeräte auf ihre Tauglichkeit für verschiedene Anwendungen beurteilen.<br>- die relevanten Größen und Einheiten zu Radioaktivität, ionisierender Strahlung und Strahlenexposition benennen und bewerten.<br>- Quellen und Dosisleistungen natürlicher und zivilisatorischer Strahlenxposition benennen.<br>- die gesetzlichen Regelwerke zum Strahlenschutz benennen und zuordnen, welche Regelungen wo stehen.<br>- die Ausbreitungswege von natürlicher sowie in Unfällen ausgetretener Radioaktivität erläutern.<br>- die konkreten Auswirkungen und Symptome von Strahlenexpositionen benennen, in verschiedene Schädigungskategorien einordnen sowie Dosis-Wirkbeziehungen benutzen.<br>- Wirkmechanismen von ionisierender Strahlung am Menschen benennen und die resultierenden Strahlenschäden bewerten. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | Physikalische Grundlagen zu ionisierender Strahlung<br>Strahlenmesstechnik<br>Gesetzliche Grundlagen zu Strahlenschutz<br>Natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung<br>Ausbreitung radioaktiver Stoffe in die Umwelt<br>Radiologische Auswirkung von Emissionen<br>Biologische Strahlenwirkung |
| 14. Literatur: | |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 307101 Vorlesung Strahlenschutz |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 h<br>Selbststudiumzeit: 69 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30711 Strahlenschutz (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentationen, PPT-Skripte zu Vorlesungen |
| 20. Angeboten von: | Kernenergetik und Energiesysteme |

# Modul: 30990 Emissions reduction at selected industrial processes

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500027 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Ulrich Vogt |
| 9. Dozenten: | Günter Baumbach |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Schlüsselqualifikationen fachaffin |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Recommended: Module Firing Systems and Flue Gas Cleaning, Luftreinhaltung I or "Basics of Air Quality |
| 12. Lernziele: | The students have the competence for the independent solution of emission reduction problems at several industrial processes. |
| 13. Inhalt: | **I Introducing lecture:** Discussion of the general subject and procedure of the project work<br>**II Office hours:** Individual discussion of the subject in office hours (2 - 3 visits)<br>**III Excursion:** Examples: Cement factory, foundary, steal factory, refinery, pulp and paper production, chipboard factory, lacquering plant, glas melting plant<br>**VI Project work with presentation:** Working out of possibilities of emissions reduction measures for a special case of industrial processes:<br>• Description of the selected industrial process<br>• Description of the emissions sources and pollutant formation within this process<br>• Possibilities of emissions reduction for this specific process |
| 14. Literatur: | • G. Baumbach, Lehrbuch "Luftreinhaltung", Springer Verlag or G. Baumbach, Text book Air Quality Control, Springer Verlag<br>• Wayne T. Davis: Air Pollution Engineering Manual, Air und Waste Management Association 2nd edition, 2000<br>• VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft mit den entsprechenden VDI-Richtlinien |

| | |
|---|---|
| | • Actual to the subject from internet (e.g. BAT (Best Available Technics), UBA, LUBW) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 309901 Emissions reduction at selected industrial processes, Project group work, 3 persons in each group + 1 Excursion: 1,5 SWS |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Presence time: 19 h (= 2 h V + 2 h Office hour + 8 h E + 7 h presentation)<br>Self study: 71 h (project work)<br>Sum: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | Seminar presentation of the project work: 8 minutes, weight: 0,5<br>Report of the project work in Emissions reduction, weight: 0,5<br>The participation in 70 % (max. 7) of all presentations of this module in the relevant semester is compulsory. The participation in one excursion offered for this module is compulsory. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | • Oral advices in office hours<br>• Power Point presentation fo the project works<br>• Written report<br>• ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 36790 Thermal Waste Treatment

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500031 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | Hans-Joachim Gehrmann |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Knowledge of chemical and mechanical engineering, combustion and waste economics |
| 12. Lernziele: | The students know about the different technologies for thermal waste treatment which are used in plants worldwide: The functions of the facilities of thermal treatment plan and the combination for an efficient planning are present. They are able to select the appropriate treatment system according to the given frame conditions. They have the competence for the first calculation and design of a thermal treatment plant including the decision regarding firing system and flue gas cleaning. |
| 13. Inhalt: | In addition to an overview about the waste treatment possibilities, the students get a detailed insight to the different kinds of thermal waste treatment. The legal aspects for thermal treatment plants regarding operation of the plants and emission limits are part of the lecture as well as the basic combustion processes and calculations.<br>**I: Thermal Waste Treatment:**<br>Legal and statistical aspects of thermal waste treatment<br>Development and state of the art of the different technologies for thermal waste treatment<br>Firing system for thermal waste treatment |

| | |
|---|---|
| | Technologies for flue gas treatment and observation of emission limits<br>Flue gas cleaning systems<br>Calculations of waste combustion<br>Calculations for thermal waste treatment<br>Calculations for design of a plant<br>**II: Excursion:**<br>Thermal Waste Treatment Plant |
| 14. Literatur: | Lecture Script |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 367901 Vorlesung Thermal Waste Treatment<br>• 367902 Exkursion Thermal Waste Treatment Plant |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 36 h (=28 h V + 8 h E)<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 54 h<br>Gesamt: 90h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36791 Thermal Waste Treatment (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PowerPoint Presentations, Excursion, Black board, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 69500 Energiemanagement nach ISO 50001

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211031 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Vorlesung Energiemanagement nach ISO 50001 beschäftigt sich mit dem Aufbau und der Implementierung von Energiemanagementsystemen nach der Norm DIN EN ISO 50001. |

| | |
|---|---|
| | Ziel eines EnMS ist die Gestaltung der organisatorischen Abläufe in einem Unternehmen, die zu einer effizienten Energienutzung führen. Aufgrund gesetzlicher Regeln ist die Einführung von Energiemanagementsystem für Unternehmen verpflichtend die von den finanziellen Vorteilen der besonderen Ausgleichregelung des Stromsteuergesetzes und Spitzenausgleichsverordnung (SpaEfV) profitieren wollen oder sich von der Energieauditpflicht gem EDL-G §8 befreien lassen wollen.<br><br>Durch eine Kooperation mit einer Zertifizierungsorganisation wird angestrebt, dass Studenten das Zertifikat zum Energiemanagementbeauftragen erwerben können.<br>Nähere Informationen dazu gibt es in der ersten Vorlesung.<br>Vorraussetzung ist in diesem Fall zusätzlich die Teilnahme an der Vorlesung Energieeffizienz I. |
| 13. Inhalt: | Einführung zur Bedeutung der Energieeffizienz im Hinblick auf Emissionsminderung und Kostensenkung<br>Managementnormen ISO 9001, 14001, 50001<br>Ziel und Aufgaben der ISO 50001<br>Grundsätzlicher Aufbau von EnMS<br>Erklärungen und Erfassung Ist-Situation<br>Maßnahmenplan<br>Fortschreibung EnMS<br>Rechtlicher Rahmen |
| 14. Literatur: | Geilhausen Marko: Kompakter Leitfaden für Energiemanager. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015<br>UBA: Energiemanagementsysteme in der Praxis. Umweltbundesamt, Dessau, Juni 2012 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 695001 Vorlesung Energiemanagement nach ISO 50001 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69501 Energiemanagement nach ISO 50001 (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>mündlich 20 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 71950 Druckluft und Pneumatik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211032 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Vorlesung Druckluft und Pneumatik beschäftigt sich mit der Konzeption, Planung, Betrieb und Optimierung von Druckluftsystemen in Industrie und Gewerbe unter dem Aspekt von Energieeffizienz, Emissionminderung und Kostenoptimierung. |

| | |
|---|---|
| | Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Verdichtertypen, verstehen die Stärken und Schwächen der eingesetzten Kompressoren und sind in der Lage die geeigneten Verdichtungsverfahren in Abhängigkeit von den Anforderungen auszuwählen.<br>Sie verstehen die Anforderungen an die Druckluftqualität und sind in der Lage geeignete Komponenten für die Druckluftaufbereitung zu spezifizieren und diese Qualitäten zu erreichen.<br>Die Studierenden sind befähigt den Druckluftverbrauch von Betrieben zu analysieren, Schwachstellen zu identifizieren und Verbesserungsmaßnahmen zu verbesserung der Energieeffizienz von Druckluftsystemen zu erarbeiten.<br>Die Studierenden kennen die typischen Schwachstellen in der Druckluftversorgung und sind in der Lage die Auswirkungen der Schwachstellen zu bewerten, insbesondere in Hinblick auf Energieverbrauch, Energieeinsparpotentiale und Umweltauswirkungen. Sie sind in der Lage die komplexen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Teilsystemen und den Druckluftverbrauchern einzuschätzen und ganzheitliche Konzepte für die energieeffiziente Druckluftversorgung zu erarbeiten.<br>Sie verstehen die unterschiedlichen Steuerungen von Kompressoren und kennen die verfügbare Messtechnik für die Analyse des Ist-Zustandes von Druckluftanlagen.<br>Sie können die Ergebnisse messtechnischer Analysen bewerten und daraus den erforderlichen Handlungsbedarf für die Optimierung ableiten |
| 13. Inhalt: | • Bedeutung der Druckluft als Energieträger im Unternehmen<br>• Thermodynamische Grundlagen<br>• Drucklufterzeugung<br>• Druckluftaufbereitung (trocknen, filtern, Ölentfernung)<br>• Kondensat Aufbereitung<br>• Druckluftspeicherung<br>• Steuerungskonzepte für Druckluftanlagen<br>• Druckluftverteilung (Dimensionierung, Rohrleitungsmaterialien,<br>• Leckagen und Leckage Beseitigung<br>• Druckluftanwendungen (steuern, schrauben, bewegen, spannen, reinigen, Vakuum erzeugen, kühlen)<br>• Auditierung von Druckluftsystemen<br><br>Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 14. Literatur: | • Ruppelt, E. (Hrsg.): Drucklufthandbuch, Vulkanverlag<br>• Bierbaum: Druckluftkompendium, Espelkamp: Leidorf, 1997<br>• Radgen, Blaustein: Compressed Air Systems in the European Union, 2001<br>• Mohrig, W.: Druckluft-Praxis: erzeugen - aufbereiten - verteilen - anwenden. Gräfelfing/München: Resch, 1988<br>• www.druckluft.ch |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 719501 Vorlesung Druckluft und Pneumatik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 71951 Druckluft und Pneumatik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| | mündliche Prüfung 20 Minuten |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamer gestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, begleitendes Manuskript, Exkursion |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 72150 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211033 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der energetischen Analyse industrieller Energiesysteme. Sie kennen die verfügbare Messtechnik zur Aufnahme der relevanten Prozessgrößen und sind in der Lage die Zuverlässigkeit und Robustheit der Messwerte zu beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage sich eigenständig die Energieeffizienzpotentiale von Querschnittstechnologien zu erarbeiten und können die Effizienzpotentiale dieser Technologien bewerten. |

| | |
|---|---|
| | Sie kennen die mit dem Energieverbrauch und den Produktionsprozessen verbundenen Umweltauswirkungen in Bezug auf Abluft, Abwasser und Abfall.<br>Die Studierenden sind in der Lage das erlernte Wissen über Effizienzpotentiale in der Praxis in einem realen Unternehmen anzuwenden. Sie können die energetische Ist-Situation in einem realen Unternehmen erfassen, dokumentieren, Messwerte beurteilen und Optimierungspotentiale identifizieren.<br>Die Studierenden können eine wirtschaftliche Bewertung von Effizienzmaßnahmen durchführen und die Wechselwirkungen zwischen einzelnen Maßnahmen abschätzen.<br>Die Studierenden sind in der Lage in einem Team zusammenzuarbeiten und gemeinsam eine Fragestellung zu bearbeiten. Sie können die Arbeitsergebnisse überzeugend präsentieren und in auch für nicht Techniker verständlicher Form dokumentieren.<br>Die Studierenden erkennen die nicht technischen Herausforderungen bei der realen Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen und sind in der Lage Lösungen zu entwickeln und Entscheider von der Vorteilhaftigkeit der Maßnahmen zu überzeugen. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauchstrukturen in Unternehmen<br>• Energiekosten und Kosteneinsparpotentiale<br>• Erarbeitung von Checklisten für die Identifikation von Einsparoptionen in Betrieben<br>• Überschlägige Abschätzung von Effizienzpotentialen<br>• Messtechnik für Temperatur, Druck, Volumen<br>• Einsatz von Datenloggern zur Erfassung von Messwertzeitreihen<br>• Hemmnisse und Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen<br><br>Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 14. Literatur: | Die Studenten recherchieren und nutzen verfügbare Quellen (Fachbücher, Internet) um Effizienzpotentiale für Querschnitts- und Prozesstechnologien zu identifizieren und zu beurteilen. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 721501 Seminar Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 72151 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1<br>mündliche Prüfung: 20 Minuten, Ergebnisbericht der Gruppenarbeit; Gewichtung jeweils 50 % |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 32010 Praktikum Energie und Umwelt

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210023 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Ulrich Vogt<br>Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Energy and Environment --> Specialized Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Kenntnisse in der Energietechnik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen |
| 13. Inhalt: | Es sind insgesamt 8 Versuche zu belegen. Aus den folgenden Spezialisierungsfachversuchen (SFV) sind mindestens 4 auszuwählen, für die jeweils ein Praktikumsbericht von mindestens ausreichender Qualität angegertigt werden muss:<br>• Brennstoffzellentechnik (IER)<br>• Energieeffizienzvergleich (IER)<br>• Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW) (IER)<br>• Messen el. Arbeit und Leistung (IER)<br>• Stirlingmotor (IER)<br>• Online-Praktikum: Stromverbrauchsanalyse und elektrisches Lastmanagement (IER)<br>• Bestimmung von Schadgasen in der Außenluft (IFK)<br>• Bestimmung von Abgasemissionen aus Kleinfeuerungen (IFK)<br>• NOx-Minderung bei der Kohlenstaubverbrennung (IFK)<br><br>und 4 weitere Versuche aus dem Angebot des Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB).<br>Beispiele:<br>Brennstoffzellentechnik (IER):<br>Im Praktikum werden die Vor- und Nachteile des Einsatzes von Wasserstoff als Energieträger dargestellt. Hierzu wurde ein Versuchsstand aufgebaut, der Messungen an einer Solarzelle, Elektrolyse-Zelle und einer Brennstoffzelle ermöglicht. Bei der Versuchsdurchführung wird in einem ersten Schritt elektrische Energie mit einer Solarzelle aus Strahlungsenergie gewonnen. Danach erfolgt die Umwandlung mit einer Elektrolyse-Zelle in chemische Energie (Wasserstoff, Sauerstoff). In einem dritten |

| | |
|---|---|
| | Schritt werden diese chemischen Stoffe mit einer Brennstoffzelle wieder in elektrische Energie umgewandelt.<br>Bestimmung von Schadgasen in der Außenluft (IFK):<br>• Möglichkeiten der NOx-Minderung (Luft- und Brennstoffstufung)<br>• Technische Daten der Versuchsanlage<br>• Berechnung des Luftbedarfs bei ungestufter Verbrennung mit Lambda = 1,15<br>• Berechnung Primär-/Sekundärluft und einzustellender Ausbrandluftmengen bei luftgestufter Verbrennung<br>• Berechnung von Strömungsgeschwindigkeit und Verweilzeit im Reaktor<br>• Auswertung: Korrektur der NOx- Emissionen auf 6 % im $O_2$ im Abgas |
| 14. Literatur: | Praktikumsunterlagen (online verfügbar) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 320106 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 2<br>• 320108 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 4<br>• 320107 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 3<br>• 320101 Spezialisierungsfachversuch 1<br>• 320104 Spezialisierungsfachversuch 4<br>• 320102 Spezialisierungsfachversuch 2<br>• 320103 Spezialisierungsfachversuch 3<br>• 320105 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 1 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium und Prüfungsvorbereitung:62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32011 Praktikum Energie und Umwelt (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>Zuden 4 Spezialisierungsfachversuchen sind Praktikumsberichte von mindestens ausreichender Qualität anzufertigen. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamergestützte Einführung in das Thema, Praktische Übung an Exponaten, Maschinen bzw. Versuchsständen im Labor |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# 224 Energiesysteme und Energiewirtschaft

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2241 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2242 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2243 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 32040 | Praktikum Energiesysteme |

# 2241 Kernfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 29190 | Planungsmethoden in der Energiewirtschaft |
| | 68390 | Energiemärkte und Energiehandel |
| | 69480 | Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung |
| | 72350 | Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung |

# Modul: 29190 Planungsmethoden in der Energiewirtschaft

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210014 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Ulrich Fahl<br>Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden können für Problemstellungen in der Energiewirtschaft geeignete Lösungsmethoden identifizieren.<br>Sie sind in der Lage, aus verschiedenen Energiemodellen und mathematischen Verfahren zur Systemanalyse die geeigneten auszuwählen und diese auf einfache Beispiele anzuwenden.<br>Die Studierenden entwickeln die Fähigkeit die wechselseitigen Abhängigkeiten von Risiken und Nutzen im komplexen System der Energieversorgung abzuwägen. |
| 13. Inhalt: | |
| 14. Literatur: | Online-Manuskript,<br>Schiffer, Hans-Wilhelm: Energiemarkt Deutschland, Praxiswissen Energie und Umwelt, TÜV Media, 11. überarbeitete Auflage 2010 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 291901 Vorlesung mit Übung Systemtechnische Planungsmethoden in der Energiewirtschaft<br>• 291902 Workshop Derzeitige und zukünftige Energieversorgung und Umweltbelastung in Deutschland |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:70 h<br>Selbststudium110 h<br>Gesamt: 180 |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 29191 Planungsmethoden in der Energiewirtschaft (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1<br>Zur erfolgreichen Absolvierung des Moduls gehört neben der bestandenen Modulprüfung ein Nachweis über 5 Teilnahmen am Seminar Energiemodelle (Unterschriften auf Seminarschein). Das Seminar kann sowohl im Sommersemester als auch im Wintersemester besucht werden. |
| 18. Grundlage für ... : | |

| | |
|---|---|
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, begleitendes Manuskript, PC - Übungen |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 68390 Energiemärkte und Energiehandel

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210090 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse der Energiewirtschaft (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/-innen kennen die Grundbegriffe und Grundzüge von Energiemärkten, insbesondere die Märkte für Öl, Erdgas, Kesselkohle, Strom und Emissionsrechte. Dabei lernen Sie die Eigenschaften und Zusammenhänge von Commodity-Märkten (Warenmärkten) kennen: Märkte, Produkte, Marktplätze, Preisbildungsmechanismen, Eigenschaften von Angebot und Nachfrage, Rahmenbedingungen. Dabei werden die Mechanismen an Börsen und anderen Marktplätzen betrachtet.<br><br>Sie lernen die Aufgabe solcher Märkte, Grundlagen für deren Effizienz und die Interessen der unterschiedlichen Akteure kennen. Sie setzen sich intensiv mit marktbasierten Risiken, |

| | |
|---|---|
| | insbesondere Preis- und Counterparty Risiken auseinander, lernen Methoden zur Messung und Konzepte zum Management solcher Risiken sowie Handelsstrategien kennen. Sie wissen, wie eine Handelsposition zu bestimmen ist, können diese bewerten und zielgerichtet verändern. Der Zusammenhang zwischen Märkten, Preiserwartungen, Risikomanagement und Investitionen ist ihnen geläufig sowie Vermarktungsstrategien für Energieerzeugungsanlagen und Speicher.<br><br>Darüber hinaus lernen Sie die Organisation von Handelshäusern kennen, die in Commodity-Märkten agieren.<br><br>Die in den Vorlesungen vermittelten theoretischen Grundlagen werden mittels eines Planspiels zum Thema Energiehandel interaktiv getestet.. |
| 13. Inhalt: | • Aufbau und Funktion von Energiemärkten<br>• Rolle von Energiemärkten im Energiesystem<br>• Produkte auf Energiemärkten<br>• Regulierung von Märkten<br>• Marktmacht von Unternehmen<br>• Zusammenhang zwischen Information, Marktspielregeln, Marktstrukturen und Preisbildung<br>• Aufgabe und Funktion von Risikomanagement und Risiko Controlling<br>• Positionsbestimmung, Mark-to-Market, Risikomaße wie Value at Risk und ihre Aufgabe<br>• Handels- und Risikomanagementstrategien wie Spekulation und Hedging<br>• Konzept der Deltaposition und des Deltahedging<br>• Eigenschaften von Derivaten und Grundzüge deren Bewertung<br>• Detaillierte Betrachtung der Märkte für Rohöl und Ölprodukte, Erdgas, Kesselkohlen und Seefrachten, Emissionsrechten sowie Strom in Europa<br>• Bewertung von Investitionen in wettbewerblichen Märkten und Entscheidungsmechanismen<br>• Modellierung und Analyse von Märkten<br>• Organisation und Verantwortung von Handelshäusern |
| 14. Literatur: | • Online-Unterlagen zur Vorlesung<br>• Schwintowski, H.-P. (Hrsg): Handbuch Energiehandel. Erich Schmidt Verlag und Co., 2014.<br>• Stoft, S.: Power System Economics. IEEE Press, Wiley-Interscience, 2002.<br>• Burger, M., Schindmayr, G., Graeber, B.: Managing Energy Risk. 2nd ed., Wiley, 2014. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 683901 Vorlesung Energiemärkte und Energiehandel<br>• 683902 Projektseminar Planspiel Energiehandel |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 68391 Energiemärkte und Energiehandel (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |

## 20. Angeboten von:

# Modul: 69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211010 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Alois Kessler<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>→ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>→ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul "Energiewirtschaft und Energieversorgung") |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis hinsichtlich der Struktur des Energieverbrauchs in Industrie, Handel und Gewerbe. Sie kennen Definitionen, Begriffe und Methoden im Zusammenhang mit Energieeffizienz. Sie haben ein Verständnis für die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und Kenntnisse in Bezug auf Hemmnisse bei der Umsetzung in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Sie verfügen über Kenntnisse im Bereich der Messtechnik und die Fähigkeit zur wirtschaftlichen Bewertung von Energieeffizienzinvestitionen. Sie kennen die wesentlichen Querschnitts- und Branchentechnologien mit energetischer Bedeutung.<br>Ergänzend wird in jedem Semester eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale<br>• Einflussfaktoren des Energieverbrauchs<br>• Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren)<br>• Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren)<br>• Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse |
| 14. Literatur: | • Skript<br>• Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013<br>• Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 694801 Vorlesung Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien<br>• 694802 Vorlesung Energieeffizienz II - Branchentechnologien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69481 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>schriftlich 120 min oder mündlich 40 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 72350 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Kai Hufendiek<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik, Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Studierenden kennen die Grundlagen der rationellen Energieanwendung und können die wichtigsten Methoden zur quantitativen Bilanzierung und Analyse von Energiesystemen anwenden und sind damit in der Lage, Energiesysteme zu bewerten. |
| 13. Inhalt: | • Konzepte der Nachhaltigkeit<br>• Analysemethoden des energetischen Zustandes von Anlagen und Systemen<br>• Pinch-Analyse<br>• Exergoökonomische Methode<br>• Abwärmenutzungsoptimierung<br>• Wärmerückgewinnung<br>• Einsatz von Wärmepumpen<br>• Systemvergleiche von Energieanlagen<br>• Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung<br>• Energiemanagementsysteme und Energie-Audits, Organisation von Energieeffizienz in Unternehmen |
| 14. Literatur: | line-Manuskript,<br>Daten- und Arbeitsblätter |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 723501 Vorlesung und Übung Techniken der rationellen Energieanwendung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 72351 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# 2242 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 16000 | Erneuerbare Energien |
| 16020 | Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme |
| 29190 | Planungsmethoden in der Energiewirtschaft |
| 30800 | Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte |
| 67240 | Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung |
| 68390 | Energiemärkte und Energiehandel |
| 69480 | Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung |
| 72350 | Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung |

# Modul: 16000 Erneuerbare Energien

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210008 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/<br>Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Ludger Eltrop<br>Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse der Energiewirtschaft<br>Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die physikalisch-technischen Möglichkeiten der Energienutzung aus erneuerbaren Energieträgern. Sie wissen alle Formen der erneuerbaren Energien und die Technologien zu ihrer Nutzung. Die Teilnehmer/-innen können Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien analysieren und beurteilen. Dies umfasst die technischen, wirtschaftlichen und umweltrelevanten Aspekte. |
| 13. Inhalt: | • Die physikalischen und meteorologische Zusammenhänge der Sonnenenergie und ihre technischen Nutzungsmöglichkeiten<br>• Wasserangebot und Nutzungstechniken<br>• Windangebot (räumlich und zeitlich) und technische Nutzung<br>• Geothermie<br>• Speichertechnologien<br>• energetische Nutzung von Biomasse<br>• Potentiale, Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes erneuerbarer Energieträger in Deutschland.<br><br>Empfehlung (fakultativ): IER-Exkursion Energiewirtschaft / Energietechnik |
| 14. Literatur: | • Online-Manuskript<br>• Boyle, G.: Renewable Energy - Power for a sustainable future, Oxford University Press, ISBN 0-19-926178-4 |

| | |
|---|---|
| | • Kaltschmitt, M., Streicher, W., Wiese, A. (Hrsg. 2006): Erneuerbare Energien : Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Berlin: Springer-Verlag<br>• Hartmann, H. und Kaltschmitt, M. (Hrsg. 2002): Biomasse als erneuerbarer Energieträger - Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen Erneuerbaren Energien. FNR-Schriftenreihe Band 3, Landwirtschaftsverlag, Münster<br>• Kaltschmitt, M. und Hartmann, H. (Hrsg. 2009): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. Berlin: Springer-Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 160001 Vorlesung Grundlagen der Nutzung erneuerbarer Energien I<br>• 160002 Vorlesung Grundlagen der Nutzung erneuerbarer Energien II<br>• 160003 Seminar Erneuerbare Energien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:70 h<br>Selbststudium: 110 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 16001 Erneuerbare Energien (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>Zur erfolgreichen Absolvierung des Moduls gehört neben der bestandenen Modulprüfung ein Nachweis über 5 Teilnahmen am Seminar Erneuerbare Energien (Unterschriften auf Seminarschein). Das Seminar kann sowohl im SS als auch im WS besucht werden. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, begleitendes Manuskript<br>Primär Powerpoint-Präsentation |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410042 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Friedrich |
| 9. Dozenten: | Andreas Friedrich |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Abgeschlossenes Grundstudium und Grundkenntnisse Ingenieurwesen |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/-innen verstehen das Prinzip der elektrochemischen Energiewandlung und können austhermodynamischen Daten Zellspannungen und theoretische Wirkungsgrade ermitteln. Die Teilnehmer/-innen kennen die wichtigsten Werkstoffe und Materialien in der Brennstoffzellentechnik und können die Funktionsanforderungen benennen. Die Teilnehmer/innen beherrschen die mathematischen |

| | |
|---|---|
| | Zusammenhänge, um Verluste in Brennstoffzellen zu ermitteln und technische Wirkungsgrade zu bestimmen. Sie kennen die wichtigsten Untersuchungsmethoden für Brennstoffzellen und Brennstoffzellensystemen. Die Teilnehmer/-innen können die wichtigsten Anwendungsbereiche von Brennstoffzellensystemen und ihre Anforderungen benennen. Sie besitzen die Fähigkeit, typische Systemauslegungsaufgaben zu lösen. Die Teilnehmer/-innen verstehen die grundlegenden Veränderungen und Triebkräfte der relevanten Märkte, die zu der Entwicklung von Brennstoffzellen und der Einführung einer Wasserstoffinfrastruktur führen. |
| 13. Inhalt: | • **Einführung in die Energietechnik,** Entwicklung nachhaltiger Energietechnologien, Erscheinungsformen der Energie, Energieumwandlungsketten, Elektrochemische Energieerzeugung: - Systematik -<br>• **Thermodynamische Grundlagen** der elektrochemischen Energieumwandlung, Chemische Thermodynamik: Grundlagen und Zusammenhänge, Elektrochemische Potentiale und die freie Enthalpie DeltaG, Wirkungsgrad der elektrochemischen Stromerzeugung, Druckabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale / Zellspannungen,Temperaturabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale<br>• **Aufbau und Funktion von Brennstoffzellen,** Komponenten: Anforderungen und Eigenschaften, Elektrolyt: Eigenschaften verschiedener Elektrolyte, Elektrochemische Reaktionsschicht von Gasdiffusionselektroden, Gasdiffusionsschicht, Stromkollektor und Gasverteiler, Stacktechnologie<br>• **Technischer Wirkun gsgrad** , Strom-Spannungskennlinien von Brennstoffzellen, U(i)-Kennlinien, Transporthemmungen und Grenzströme, zweidimensionale Betrachtung der Transporthemmungen, Ohm`scher Bereich der Kennlinie, Elektrochemische Überspannungen: Reaktionskinetik und Katalyse, experimentelle Bestimmungeinzelner Verlustanteile<br><br>**Technik und Systeme (SS):**<br>• **Überblick:** Einsatzgebiete von Brennstoffzellensystemen, stationär, mobil, portabel<br>• **Brennstoffzellensysteme ,** Niedertemperaturbrennstoffzellen, Alkalische Brennstoffzellen, Phosphorsaure Brennstoffzellen, Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen, Direktmethanol-Brennstoffzellen, Hochtemperaturbrennstoffzellen, Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen, Oxidkeramische Brennstoffzellen<br>• **Einsatzbereiche von Brennstoffzellensystemen,** Verkehr: Automobilsystem, Auxiliary Power Unit (APU), Luftfahrt, stationäre Anwendung: Dezentrale Blockheizkraftwerke, Hausenergieversorgung, Portable Anwendung: Elektronik, Tragbare Stromversorgung, Netzunabhängige Stromversorgung<br>• **Brenngasbereitstellung und Systemtechnik** , Wasserstoffherstellung: Methoden, Reformierung, Systemtechnik und Wärmebilanzen,<br>• **Ganzheitliche Bilanzierung** , Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Perspektiven der Brennstoffzellentechnologien |
| 14. Literatur: | • Vorlesungszusammenfassungen,<br><br>empfohlene Literatur: |

| | |
|---|---|
| | • P. Kurzweil, Brennstoffzellentechnik, Vieweg Verlag Wiesbaden, ISBN 3-528-03965-5 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 160201 Vorlesung Grundlagen Brennstoffzellentechnik<br>• 160202 Vorlesung Brennstoffzellentechnik, Technik und Systeme |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 16021 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Kombination aus Multimediapräsentation, Tafelanschrieb und Übungen. |
| 20. Angeboten von: | Brennstoffzellentechnik |

# Modul: 29190 Planungsmethoden in der Energiewirtschaft

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210014 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Ulrich Fahl<br>Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden können für Problemstellungen in der Energiewirtschaft geeignete Lösungsmethoden identifizieren.<br>Sie sind in der Lage, aus verschiedenen Energiemodellen und mathematischen Verfahren zur Systemanalyse die geeigneten auszuwählen und diese auf einfache Beispiele anzuwenden.<br>Die Studierenden entwickeln die Fähigkeit die wechselseitigen Abhängigkeiten von Risiken und Nutzen im komplexen System der Energieversorgung abzuwägen. |
| 13. Inhalt: | |
| 14. Literatur: | Online-Manuskript,<br>Schiffer, Hans-Wilhelm: Energiemarkt Deutschland, Praxiswissen Energie und Umwelt, TÜV Media, 11. überarbeitete Auflage 2010 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 291901 Vorlesung mit Übung Systemtechnische Planungsmethoden in der Energiewirtschaft<br>• 291902 Workshop Derzeitige und zukünftige Energieversorgung und Umweltbelastung in Deutschland |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:70 h<br>Selbststudium110 h<br>Gesamt: 180 |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 29191 Planungsmethoden in der Energiewirtschaft (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1<br>Zur erfolgreichen Absolvierung des Moduls gehört neben der bestandenen Modulprüfung ein Nachweis über 5 Teilnahmen am Seminar Energiemodelle (Unterschriften auf Seminarschein). Das Seminar kann sowohl im Sommersemester als auch im Wintersemester besucht werden. |
| 18. Grundlage für ... : | |

| | |
|---|---|
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, begleitendes Manuskript, PC - Übungen |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 30800 Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210009 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/<br>Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Markus Blesl |
| 9. Dozenten: | Markus Blesl<br>Kai Hufendiek<br>Eric Jennes |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik,<br>Ingenieurwissenschaftliche und betriebswirtschaftliche Grundlagen |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/-innen beherrschen die physikalisch-technischen Grundlagen der gekoppelten<br>Kraft-Wärme-Erzeugung in KWK-Anlagen. Die Teilnehmer/-innen können energetische Auslegungen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für diese Anlagen durchführen.<br><br>Sie kennen unterschiedliche Wärmeversorgungssysteme und -strukturen mit ihren technischen, ökonomischen und ökologischen Parametern und können verschiedene Wärmeversorgungskonzepte technisch-wirtschaftlich vergleichen. Die Teilnehmer haben die Kompetenz, KWK-Anlagen und Wärmeversorgungssysteme zu analysieren und zu konzipieren. |
| 13. Inhalt: | • Begriffe und Begriffsdefinitionen<br>• Thermodynamische Grundlagen und Prozesse der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) |

| | |
|---|---|
| | • Konfiguration und Systemintegration von KWK-Anlagen anhand praktischer Beispiele<br>• Wirtschaftlichkeitsrechnungen bei KWK-Anlagen<br>• Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland<br>• Begriffliche und methodische Grundlagen der Wärmeversorgung<br>• Grundlagen, Aufbau und Funktion von Wärmeversorgungssystemen<br>• Vergleich von Wärmeversorgungssystemen<br>• Verbindungen zwischen Wärme- und Energieversorgungssystemen<br>• Wärmeversorgung im Kontext der Energiewende |
| 14. Literatur: | Online-Manuskript |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 308001 Vorlesung Kraft-Wärme-Kopplung: Anlagen und Systeme<br>• 308002 Vorlesung Wärmeversorgungskonzepte |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:56 h<br>Selbststudium:124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30801 Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung, begleitendes Manuskript |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 67240 Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210027 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Markus Blesl |
| 9. Dozenten: | Markus Blesl |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Systemanalyse (Modul "Systemtechnische Planungsmethoden in der Energiewirtschaft") |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis hinsichtlich der Methoden und Anwendung der Energiesystemmodellierung. Hierbei wird auf die verwendeten Modellierungsansätze, deren methodischen Umsetzung sowie deren energiewirtschaftlichen Motivation und Anwendung eingegangen. Die Hauptziele sind hierbei die Erlangung von Kenntnissen:<br><br>der Grundansätze der mathematischen Optimierung<br><br>der Modellierung von Netzen<br><br>der Methoden von agentenbasierten Systemen<br><br>Lernkurven<br><br>der Modellierung lokaler Energiesysteme<br><br>(einschließlich Bilanzgrenzen, Energieautarkie) |
| 13. Inhalt: | Grundlagen, Übersicht über Arten von Modellierungsansätzen, die im Bereich der Energiewirtschaft und Systemanalyse eingesetzt werden, Unterschiede zwischen Energiesystemmodellen und Partialmodellen, Optimierungsprobleme in Energiesystemmodellen und deren Einsatzbereiche:<br>Energiesystemanalyse und -design<br>Auslegung von Energiesystemen einschließlich Netzen (Versorgungsaufgabe)<br>Optimaler Betrieb von Energiesystemen und Energienetzen (Versorgungsaufg.)<br>Dabei werden konkret folgende Methoden und Lösungsansätze in der Anwendung auf o. a. Probleme vermittelt:<br>Definition Versorgungsaufgabe und Systemabgrenzung<br>Kapazitätsbilanz<br>Speicher |

| | |
|---|---|
| | Preisbildung (Schattenpreise)<br>Parametrische Optimierung als Option der Sensititvitätsanalyse<br>Auslegung von Wärmeversorgungssystemen<br>Umgang mit Unsicherheiten einschließlich stochastischer Optimierungsansätze<br>Netzmodellierung<br>Modellierung von Politikinstrumenten<br>Agenten und multikriterielle Entscheidungsoptionen<br>Lernkurven<br>Lokale Energiesystemmodelle und räumlich detaillierte Modellierung |
| 14. Literatur: | Online-Manuskript<br>Josef Kallrath, Gemischt-ganzzahlige Optimierung: Modellierung in der Praxis, Springer Spectrum Verlag, 2. Auflage, Heidelberg, 2013<br>Markos Papageorgiou, Optimierung: Statische, Dynamische, Stochastische Verfahren für die Anwendung, Springer Vieweg, 2012 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 672401 Vorlesung Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung<br>• 672402 Übung Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung<br>• 672403 Planspiel Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:56 h<br>Selbststudium / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 67241 Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 68390 Energiemärkte und Energiehandel

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210090 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse der Energiewirtschaft (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/-innen kennen die Grundbegriffe und Grundzüge von Energiemärkten, insbesondere die Märkte für Öl, Erdgas, Kesselkohle, Strom und Emissionsrechte. Dabei lernen Sie die Eigenschaften und Zusammenhänge von Commodity-Märkten (Warenmärkten) kennen: Märkte, Produkte, Marktplätze, Preisbildungsmechanismen, Eigenschaften von Angebot und Nachfrage, Rahmenbedingungen. Dabei werden die Mechanismen an Börsen und anderen Marktplätzen betrachtet.<br><br>Sie lernen die Aufgabe solcher Märkte, Grundlagen für deren Effizienz und die Interessen der unterschiedlichen Akteure kennen. Sie setzen sich intensiv mit marktbasierten Risiken, |

| | |
|---|---|
| | insbesondere Preis- und Counterparty Risiken auseinander, lernen Methoden zur Messung und Konzepte zum Management solcher Risiken sowie Handelsstrategien kennen. Sie wissen, wie eine Handelsposition zu bestimmen ist, können diese bewerten und zielgerichtet verändern. Der Zusammenhang zwischen Märkten, Preiserwartungen, Risikomanagement und Investitionen ist ihnen geläufig sowie Vermarktungsstrategien für Energieerzeugungsanlagen und Speicher.<br><br>Darüber hinaus lernen Sie die Organisation von Handelshäusern kennen, die in Commodity-Märkten agieren.<br><br>Die in den Vorlesungen vermittelten theoretischen Grundlagen werden mittels eines Planspiels zum Thema Energiehandel interaktiv getestet.. |
| 13. Inhalt: | • Aufbau und Funktion von Energiemärkten<br>• Rolle von Energiemärkten im Energiesystem<br>• Produkte auf Energiemärkten<br>• Regulierung von Märkten<br>• Marktmacht von Unternehmen<br>• Zusammenhang zwischen Information, Marktspielregeln, Marktstrukturen und Preisbildung<br>• Aufgabe und Funktion von Risikomanagement und Risiko Controlling<br>• Positionsbestimmung, Mark-to-Market, Risikomaße wie Value at Risk und ihre Aufgabe<br>• Handels- und Risikomanagementstrategien wie Spekulation und Hedging<br>• Konzept der Deltaposition und des Deltahedging<br>• Eigenschaften von Derivaten und Grundzüge deren Bewertung<br>• Detaillierte Betrachtung der Märkte für Rohöl und Ölprodukte, Erdgas, Kesselkohlen und Seefrachten, Emissionsrechten sowie Strom in Europa<br>• Bewertung von Investitionen in wettbewerblichen Märkten und Entscheidungsmechanismen<br>• Modellierung und Analyse von Märkten<br>• Organisation und Verantwortung von Handelshäusern |
| 14. Literatur: | • Online-Unterlagen zur Vorlesung<br>• Schwintowski, H.-P. (Hrsg): Handbuch Energiehandel. Erich Schmidt Verlag und Co., 2014.<br>• Stoft, S.: Power System Economics. IEEE Press, Wiley-Interscience, 2002.<br>• Burger, M., Schindmayr, G., Graeber, B.: Managing Energy Risk. 2nd ed., Wiley, 2014. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 683901 Vorlesung Energiemärkte und Energiehandel<br>• 683902 Projektseminar Planspiel Energiehandel |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 68391 Energiemärkte und Energiehandel (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |

## 20. Angeboten von:

# Modul: 69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211010 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Alois Kessler<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>→ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>→ Selection 2 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul "Energiewirtschaft und Energieversorgung") |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis hinsichtlich der Struktur des Energieverbrauchs in Industrie, Handel und Gewerbe. Sie kennen Definitionen, Begriffe und Methoden im Zusammenhang mit Energieeffizienz. Sie haben ein Verständnis für die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und Kenntnisse in Bezug auf Hemmnisse bei der Umsetzung in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Sie verfügen über Kenntnisse im Bereich der Messtechnik und die Fähigkeit zur wirtschaftlichen Bewertung von Energieeffizienzinvestitionen. Sie kennen die wesentlichen Querschnitts- und Branchentechnologien mit energetischer Bedeutung.<br>Ergänzend wird in jedem Semester eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale<br>• Einflussfaktoren des Energieverbrauchs<br>• Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren)<br>• Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren)<br>• Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse |
| 14. Literatur: | • Skript<br>• Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013<br>• Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 694801 Vorlesung Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien<br>• 694802 Vorlesung Energieeffizienz II - Branchentechnologien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69481 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>schriftlich 120 min oder mündlich 40 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 72350 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Kai Hufendiek<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 2 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik, Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung) |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Studierenden kennen die Grundlagen der rationellen Energieanwendung und können die wichtigsten Methoden zur quantitativen Bilanzierung und Analyse von Energiesystemen anwenden und sind damit in der Lage, Energiesysteme zu bewerten. |
| 13. Inhalt: | • Konzepte der Nachhaltigkeit<br>• Analysemethoden des energetischen Zustandes von Anlagen und Systemen<br>• Pinch-Analyse<br>• Exergoökonomische Methode<br>• Abwärmenutzungsoptimierung<br>• Wärmerückgewinnung<br>• Einsatz von Wärmepumpen<br>• Systemvergleiche von Energieanlagen<br>• Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung<br>• Energiemanagementsysteme und Energie-Audits, Organisation von Energieeffizienz in Unternehmen |
| 14. Literatur: | line-Manuskript,<br>Daten- und Arbeitsblätter |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 723501 Vorlesung und Übung Techniken der rationellen Energieanwendung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 72351 Nachhaltige Energieversorgung und Rationelle Energienutzung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# 2243 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 32030 | Strategische Unternehmensplanung in der Energiewirtschaft |
| 36820 | Energie und Umwelt |
| 36850 | Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien |
| 68280 | Energetische Optimierung der Produktion |
| 68400 | Energiepolitik |
| 69470 | Energieeffizienz II - Branchentechnologien |
| 69490 | Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien |
| 69500 | Energiemanagement nach ISO 50001 |
| 71930 | Elektrische Verbundsysteme |
| 71950 | Druckluft und Pneumatik |
| 71970 | Unternehmenssteuerung in der Energiewirtschaft |
| 72150 | Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme |

# Modul: 32030 Strategische Unternehmensplanung in der Energiewirtschaft

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210017 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Marcus Mattis |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung, z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/-innen kennen die Praxis der strategischen Unternehmensplanung und verstehen<br>deren Komplexität. Sie können die Einwirkungen der technischen, volks- und betriebswirtschaftlichen<br>sowie politischen Parameter auf die Unternehmen der Energiewirtschaft und auf Investitions-<br>und Standortentscheidungen identifizieren und darstellen. Die Teilnehmer/-innen verstehen<br>die grundlegenden Veränderungen des Energiemarkts, die mit der Entwicklung der Unternehmen<br>zu multi-utility Anbietern verbunden sind. |
| 13. Inhalt: | • Definition und Aufgaben der strategischen Unternehmensplanung<br>• Besonderheiten der Energiewirtschaft<br>• Organisation eines Energieversorgungsunternehmens (EVU)<br>• Unternehmerisches Handeln eines EVU<br>• Unternehmensziele eines EVU<br>• Weiterentwicklung der Ziele eines EVU<br>• Strategische Planung im Energieunternehmen<br><br>Empfehlung (fakultativ): IER-Exkursion Energiewirtschaft / Energietechnik |
| 14. Literatur: | Manuskript |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 320301 Vorlesung Strategische Unternehmensplanung in der leitungsgebundenen Energiewirtschaft |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32031 Strategische Unternehmensplanung in der Energiewirtschaft (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |

| | |
|---|---|
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb,<br>Lehrfilme,<br>begleitendes Manuskript |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 36820 Energie und Umwelt

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210003 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Friedrich |
| 9. Dozenten: | Rainer Friedrich |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Kenntnisse in Thermodynamik, Chemie, Physik |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer können die bei der Umwandlung bzw. Nutzung von Energie entstehenden Umwelteinwirkungen (z. B. Emissionen von Schadstoffen und Klimagasen) benennen und quantifizieren. Sie können überdies die durch die Umwelteinwirkungen entstehenden Auswirkungen auf Umwelt (Biodiversität), Klima und Gesundheit abschätzen und kennen Maßnahmen zur Verminderung der Auswirkungen. |
| 13. Inhalt: | a) Umwelteinwirkungen durch Energieumwandlung im Normalbetrieb und bei Unfällen, insbesondere Betrachtung der Kategorien:<br>Luftschadstoffbelastung:<br>Feinstaub, SO2, NOx, CO, Feinstaub, VOC, NH3, Schwermetalle,...<br>Treibhausgasemissionen<br>Emission radioaktiver Stoffe<br>Flächen'verbrauch'<br>Lärm<br>Abwärme<br>elektromagnetische Strahlung.<br>b) Transport und chemische oder physikalische Umwandlung der emittierten Stoffe oder der emittierten Energie in den Umweltmedien (Luft, Boden, Wasser,...),<br>c) Schäden bzw. Risiken durch die Exposition, insbesondere Gesundheitsrisiken und Schäden an Ökosystemen (Biodiversitätsverluste), Schäden durch Klimaänderungen, Schäden an Materialien und Ernteverluste.<br>d) Gesetze, Verordnungen, Direktiven zur Kontrolle der Umwelteinwirkungen, technische und nicht-technische Maßnahmen zur Verminderung von Umweltein- und -auswirkungen. |
| 14. Literatur: | • Online-Manuskript<br>• Borsch, P. Wagner, H.-J. 1997: Energie und Umweltbelastung, Berlin: Springer-Verlag |

| | |
|---|---|
| | • Möller, D. 2003: Luft - Chemie, Physik, Biologie, Reinhaltung, Recht, Berlin: de Gruyter<br>• Roth, E. 1994: Mensch, Umwelt und Energie : die zukünftigen Erfordernisse und Möglichkeiten der Energieversorgung, Düsseldorf: etv<br>• Fifth Assessment Report (AR5) 2015 of the 'International Panel on Climate Change': online unter www.ipcc.ch |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 368201 Vorlesung und OnlineÜbungen Energie und Umwelt |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>**Gesamt: 90 h** |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36821 Energie und Umwelt (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamergestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, Lehrfilme, begleitendes Manuskript |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 36850 Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042411045 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Friedrich |
| 9. Dozenten: | Andreas Friedrich |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/innen haben Kenntnisse in Grundlagen und Anwendungen der Batterietechnik. Sie verstehen das Prinzip der elektrochemischen Energieumwandlung und sind in der Lage, Zellspannung und Energiedichte mit Hilfe thermodynamischer Daten zu errechnen. Sie kennen Aufbau und Funktionsweise von typischen Batterien (Alkali- Mangan, Zink-Luft) und Akkumulatoren (Blei, Nickel- Metallhydrid, Lithium). Sie verstehen die Systemtechnik und Anforderungen typischer Anwendungen (portable Geräte, Fahrzeugtechnik, Pufferung regenerativer Energien, Hybridsysteme). Sie haben grundlegende Kenntnisse von Herstellungsverfahren, Sicherheitstechnik und Entsorgung. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | - Grundlagen: Elektrochemische Thermodynamik, Elektrolyte, Grenzflächen, elektrochemische Kinetik<br>- Primärzellen: Alkali-Mangan<br>- Sekundärzellen: Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid, Lithium-Ionen<br>- Anwendungen: Systemtechnik, Hybridisierung, portable Geräte, Fahrzeugtechnik, regenerative Energien<br>- Herstellung, Sicherheitstechnik und Entsorgung |
| 14. Literatur: | Skript zur Vorlesung,<br>A. Jossen und W. Weydanz, Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen (2006). |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 368501 Vorlesung Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Vor- / Nachbereitung:62 h<br>Gesamtaufwand: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36851 Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb und Powerpoint-Präsentation |
| 20. Angeboten von: | Brennstoffzellentechnik |

# Modul: 68280 Energetische Optimierung der Produktion

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042610001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer |
| 9. Dozenten: | Alexander Sauer |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen der Investitionsrechnung |
| 12. Lernziele: | Der Studierende kennt:<br><br>• die verschiedenen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zur Förderung von industriellen Effizienzmaßnahmen<br>• Methoden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von Investitionsprojekten in Energieeffizienzmaßnahmen und kann die geeignetste davon auswählen<br>• unterschiedliche Methoden zur Steigerung der betrieblichen Energieeffizienz und kann entsprechend den Gegebenheiten im Unternehmen eine geeignete Methode wählen, anwenden und Ergebnisse richtig deuten<br>• die grundlegenden Begriffe zur Beurteilung der energetischen Qualität<br>• verschiedene Effizienztechnologien (z.B.: Wärmepumpe, BHKW, usw) und versteht es diese unter Nutzung von Synergieeffekten geschickt in Produktionsprozesse zu integrieren<br>• die Vorteile einer intelligent verschalteten Produktion<br>• die Eigenschaften und Anwendungsbereiche verschiedener Energiespeichertechnologien und wie diese in Kombination mit erneuerbaren Energien verwendet werden können<br>• den Unterschied zwischen Lastmanagement, -verschiebung, -verzicht und -abwurf |
| 13. Inhalt: | Behandelte Inhalte:<br>• Energieeffizienz im internationalen Kontext |

| | |
|---|---|
| | • Programme, Geschäftsmodelle und Finanzierung von Energieeffizienz<br>• Im Rahmen der Vorlesung führen die Vorlesungsteilnehmer eigenständig eine Energieeffizienzanalyse im Haushalt durch.<br>• Methoden zur Steigerung der Energieeffizienz<br>• Technologische Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz<br>• Ausgewählte Energiespeichertechnologien in der Produktion<br>• Lastmanagement ("Demand Side Management")<br>• Industrial Smart Grids |
| 14. Literatur: | Online-Manuskript<br>Neugebauer, R., Handbuch Ressourcenorientierte Produktion, Carl Hanser Verlag<br>Bauernhansl, T., Energieeffizienz in Deutschland - eine Metastudie |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 682801 Vorlesung Energetische Optimierung der Produktion |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium incl. Prüfungsvorbereitung: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 68281 Energetische Optimierung der Produktion (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>schriftlich (60 min), eventuell oral (20 min.) |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energieeffizienz in der Produktion |

# Modul: 68400 Energiepolitik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210092 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Joachim Pfeiffer |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse der Energiewirtschaft (z.B. Modul Energiewirtschaft und Energieversorgung, "Energiemärkte und Energiehandel") |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/-innen kennen die politischen Rahmenbedingungen von Energiemärkten in Europa und Deutschland (Regulierung und Wettbewerb).<br><br>Die Teilnehmer/-innen kennen die zentrale Bedeutung sicherer, kostengünstiger und umweltverträglicher Energieversorgung vor dem Hintergrund nationaler Interessen sowie internationaler politischer und wirtschaftlicher Beziehungen. Sie benennen die Einflussfaktoren auf die langfristige Energiepreisentwicklung und verdeutlichen den Stellenwert von Wettbewerb auf den nationalen und internationalen Energiemärkten. Die Teilnehmer/-innen verstehen die Instrumente, Funktionsweise und Wirkungen der Energiepolitik. |
| 13. Inhalt: | • Grundlagen der Energiepolitik<br>• Entwicklung der Stromerzeugung in Deutschland und Europa<br>• EU-Energiepolitik<br>• Preisbildung in Energiemärkten - vom Monopol zum Wettbewerb<br>• Klimapolitik - Grundlagen, internationale Dimension und internationale Umsetzung<br>• Zusammensetzung und Entwicklung des deutschen Strommixes<br>• Der Wärmemarkt<br>• Verkehrspolitik als Energiepolitik<br>• Geopolitische Aspekte der Energieversorgung |
| 14. Literatur: | Online-Unterlagen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 684001 Vorlesung Energiepolitik im Spannungsfeld von Wettbewerbsfähigkeit, Versorgungssicherheit und Umweltschutz |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 68401 Energiepolitik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

# Modul: 69470 Energieeffizienz II - Branchentechnologien

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211012 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Alois Kessler<br>Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul "Energiewirtschaft und Energieversorgung") |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis hinsichtlich der Struktur des Energieverbrauchs in Industrie, Handel und Gewerbe. Sie kennen Definitionen, Begriffe und Methoden im Zusammenhang mit Energieeffizienz. Sie haben ein Verständnis für die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und Kenntnisse in Bezug auf Hemmnisse bei der Umsetzung in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Sie verfügen über Kenntnisse im Bereich der Messtechnik und die Fähigkeit zur wirtschaftlichen Bewertung von Energieeffizienzinvestitionen. Sie kennen die wesentlichen Branchentechnologien mit energetischer Bedeutung.<br>Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale<br>• Einflussfaktoren des Energieverbrauchs<br>• Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren)<br>• Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse<br>• Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 14. Literatur: | • Skript |

| | |
|---|---|
| | • Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013<br>• Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 694701 Vorlesung Energieeffizienz II - Branchentechnologien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69471 Energieeffizienz II - Branchentechnologien (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>schriftlich 60 min oder mündlich 20 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 69490 Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (z.B. Modul "Energiewirtschaft und Energieversorgung") |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden erhalten ein Grundverständnis hinsichtlich der Struktur des Energieverbrauchs in Industrie, Handel und Gewerbe. Sie kennen Definitionen, Begriffe und Methoden im Zusammenhang mit Energieeffizienz. Sie haben ein Verständnis für die Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch und Kenntnisse in Bezug auf Hemmnisse bei der Umsetzung in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Sie verfügen über Kenntnisse im Bereich der Messtechnik und die Fähigkeit zur wirtschaftlichen Bewertung von Energieeffizienzinvestitionen.<br>Sie kennen die wesentlichen Querschnitts mit energetischer Bedeutung. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale<br>• Einflussfaktoren des Energieverbrauchs<br>• Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren) |
| 14. Literatur: | Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013<br>Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 694901 Vorlesung Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h |

| | |
|---|---|
| | Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69491 Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>schriftlich 60 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 69500 Energiemanagement nach ISO 50001

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211031 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Vorlesung Energiemanagement nach ISO 50001 beschäftigt sich mit dem Aufbau und der Implementierung von Energiemanagementsystemen nach der Norm DIN EN ISO 50001. |

| | |
|---|---|
| | Ziel eines EnMS ist die Gestaltung der organisatorischen Abläufe in einem Unternehmen, die zu einer effizienten Energienutzung führen. Aufgrund gesetzlicher Regeln ist die Einführung von Energiemanagementsystem für Unternehmen verpflichtend die von den finanziellen Vorteilen der besonderen Ausgleichregelung des Stromsteuergesetzes und Spitzenausgleichsverordnung (SpaEfV) profitieren wollen oder sich von der Energieauditpflicht gem EDL-G §8 befreien lassen wollen.<br><br>Durch eine Kooperation mit einer Zertifizierungsorganisation wird angestrebt, dass Studenten das Zertifikat zum Energiemanagementbeauftragen erwerben können.<br>Nähere Informationen dazu gibt es in der ersten Vorlesung.<br>Vorraussetzung ist in diesem Fall zusätzlich die Teilnahme an der Vorlesung Energieeffizienz I. |
| 13. Inhalt: | Einführung zur Bedeutung der Energieeffizienz im Hinblick auf Emissionsminderung und Kostensenkung<br>Managementnormen ISO 9001, 14001, 50001<br>Ziel und Aufgaben der ISO 50001<br>Grundsätzlicher Aufbau von EnMS<br>Erklärungen und Erfassung Ist-Situation<br>Maßnahmenplan<br>Fortschreibung EnMS<br>Rechtlicher Rahmen |
| 14. Literatur: | Geilhausen Marko: Kompakter Leitfaden für Energiemanager. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015<br>UBA: Energiemanagementsysteme in der Praxis. Umweltbundesamt, Dessau, Juni 2012 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 695001 Vorlesung Energiemanagement nach ISO 50001 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69501 Energiemanagement nach ISO 50001 (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1<br>mündlich 20 min |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung |

# Modul: 71930 Elektrische Verbundsysteme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310025 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen |
| 9. Dozenten: | Rainer Joswig |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Elektrische Energienetze I |
| 12. Lernziele: | Der Studierende hat Kenntnisse der komplexen technisch-organisatorischen Systeme der länderübergreifenden Elektrizitätsversorgung in ihrem gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Umfeld sowie der wesentlichen wirksamen Faktoren und Prozesse. Er hat die Fähigkeit, Probleme von Verbundbetrieb und -nutzung richtig im Zusammenhang einzuordnen und Ansätze für Problemlösungen zu identifizieren. |
| 13. Inhalt: | • Verbundbetrieb großer Netze<br>• Besonderheiten bei der Kupplung von Netzen<br>• Netzführung, Energie-Dispatching und Netzleittechnik |

| | |
|---|---|
| | • Netzregelung in Verbundsystemen<br>• Elektrizitätswirtschaftliche Verfahren und Kostenfragen<br>• Stromhandel<br>• Reguliertes Geschäftsfeld der TSO<br>• Exkursion |
| 14. Literatur: | Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004<br>Schwab: Elektroenergiesysteme, Springer-Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 719301 Vorlesung Elektrische Verbundsysteme |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 71931 Elektrische Verbundsysteme (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>Schriftlich und Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Power Point, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Energieübertragung und Hochspannungstechnik |

# Modul: 71950 Druckluft und Pneumatik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211032 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Vorlesung Druckluft und Pneumatik beschäftigt sich mit der Konzeption, Planung, Betrieb und Optimierung von Druckluftsystemen in Industrie und Gewerbe unter dem Aspekt von Energieeffizienz, Emissionminderung und Kostenoptimierung. |

| | |
|---|---|
| | Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Verdichtertypen, verstehen die Stärken und Schwächen der eingesetzten Kompressoren und sind in der Lage die geeigneten Verdichtungsverfahren in Abhängigkeit von den Anforderungen auszuwählen.<br>Sie verstehen die Anforderungen an die Druckluftqualität und sind in der Lage geeignete Komponenten für die Druckluftaufbereitung zu spezifizieren und diese Qualitäten zu erreichen.<br>Die Studierenden sind befähigt den Druckluftverbrauch von Betrieben zu analysieren, Schwachstellen zu identifizieren und Verbesserungsmaßnahmen zu verbesserung der Energieeffizienz von Druckluftsystemen zu erarbeiten.<br>Die Studierenden kennen die typischen Schwachstellen in der Druckluftversorgung und sind in der Lage die Auswirkungen der Schwachstellen zu bewerten, insbesondere in Hinblick auf Energieverbrauch, Energieeinsparpotentiale und Umweltauswirkungen. Sie sind in der Lage die komplexen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Teilsystemen und den Druckluftverbrauchern einzuschätzen und ganzheitliche Konzepte für die energieeffiziente Druckluftversorgung zu erarbeiten.<br>Sie verstehen die unterschiedlichen Steuerungen von Kompressoren und kennen die verfügbare Messtechnik für die Analyse des Ist-Zustandes von Druckluftanlagen.<br>Sie können die Ergebnisse messtechnischer Analysen bewerten und daraus den erforderlichen Handlungsbedarf für die Optimierung ableiten |
| 13. Inhalt: | • Bedeutung der Druckluft als Energieträger im Unternehmen<br>• Thermodynamische Grundlagen<br>• Drucklufterzeugung<br>• Druckluftaufbereitung (trocknen, filtern, Ölentfernung)<br>• Kondensat Aufbereitung<br>• Druckluftspeicherung<br>• Steuerungskonzepte für Druckluftanlagen<br>• Druckluftverteilung (Dimensionierung, Rohrleitungsmaterialien,<br>• Leckagen und Leckage Beseitigung<br>• Druckluftanwendungen (steuern, schrauben, bewegen, spannen, reinigen, Vakuum erzeugen, kühlen)<br>• Auditierung von Druckluftsystemen<br><br>Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 14. Literatur: | • Ruppelt, E. (Hrsg.): Drucklufthandbuch, Vulkanverlag<br>• Bierbaum: Druckluftkompendium, Espelkamp: Leidorf, 1997<br>• Radgen, Blaustein: Compressed Air Systems in the European Union, 2001<br>• Mohrig, W.: Druckluft-Praxis: erzeugen - aufbereiten - verteilen - anwenden. Gräfelfing/München: Resch, 1988<br>• www.druckluft.ch |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 719501 Vorlesung Druckluft und Pneumatik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 71951 Druckluft und Pneumatik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| | mündliche Prüfung 20 Minuten |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamer gestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, begleitendes Manuskript, Exkursion |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 71970 Unternehmenssteuerung in der Energiewirtschaft

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 100150501 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Burkhard Pedell |
| 9. Dozenten: | Christoph Müller |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Modul Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung oder Modul Arbeitswissenschaft oder Modul Fabrikbetriebslehre |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden haben ein Verständnis und Lösungskompetenz für komplexe Sachverhalte der Unternehmenssteuerung in der Energiewirtschaft.<br>Die Studierenden verstehen zentrale Entwicklungen in der Energiewirtschaft. Siekennen und verstehen die unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen der Energiewirtschaft und Möglichkeiten zu deren Steuerung.<br>Upstream: Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen konventionellen und erneuerbaren Energieträgern und ihren jeweiligen Funktionsweisen. Sie unterscheiden verschiedene Kraftwerkstypen und können den kostenoptimalen Kraftwerkpark bestimmen. Sie lernen verschiedene Szenarien und die mathematische Formulierung des Missing Money Problems kennen und lösen. Die Studierenden differenzieren und klassifizieren Arten von Stromhandelsplätzen. Darüber hinaus entwickeln sie ein Verständnis über die Auswirkungen der erneuerbaren Energien auf den Handel und das damit verbundene Risikomanagement.<br>Midstream: Die Studierenden kennen den Aufbau der deutschen Strom- und Gasversorgung und verstehen die Notwendigkeit der Regulierung und die damit verbundenen verschiedenen Formen des Unbundling. Durch preistheoretische Betrachtung der Netze lernen sie verschiedene Varianten der Preisgestaltung kennen. Sie verstehen verschiedene Facetten der Anreizregulierung.<br>Downstream: Sie unterscheiden Marktsegmente und die Säulen der Preisstrategie (Kosten, Markt und Strategieaspekte der Preisgestaltung) und erlangen einen breiten Überblick über den Energie-Markt und relevante Entwicklungen. Im Rahmen des Bilanzkreismanagements werden Typen, rechtliche Grundlagen und der Bilanzausgleich betrachtet. |
| 13. Inhalt: | Grundlagen der Energiewirtschaft, Wertschöpfungsstufen, Preiskalkulation, Verrechnungspreise, Integrierte Steuerung und |

| | |
|---|---|
| | Unbundling, Kennzahlen, Rechnungslegung, Geschäftsmodelle und Strategien. |
| 14. Literatur: | Skripte zu der Veranstaltung sowie die dort aufgeführte Literatur. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 719701 Vorlesung Unternehmenssteuerung in der Energiewirtschaft |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | • Präsenzzeit: 28 h<br>• Selbststudiumszeit: 62 h<br>• Gesamtzeitaufwand: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 71971 Unternehmenssteuerung in der Energiewirtschaft (PL), , Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamer Presentation |
| 20. Angeboten von: | ABWL und Controlling |

# Modul: 72150 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041211033 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen |
| 9. Dozenten: | Peter Radgen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der energetischen Analyse industrieller Energiesysteme. Sie kennen die verfügbare Messtechnik zur Aufnahme der relevanten Prozessgrößen und sind in der Lage die Zuverlässigkeit und Robustheit der Messwerte zu beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage sich eigenständig die Energieeffizienzpotentiale von Querschnittstechnologien zu erarbeiten und können die Effizienzpotentiale dieser Technologien bewerten. |

| | |
|---|---|
| | Sie kennen die mit dem Energieverbrauch und den Produktionsprozessen verbundenen Umweltauswirkungen in Bezug auf Abluft, Abwasser und Abfall.<br>Die Studierenden sind in der Lage das erlernte Wissen über Effizienzpotentiale in der Praxis in einem realen Unternehmen anzuwenden. Sie können die energetische Ist-Situation in einem realen Unternehmen erfassen, dokumentieren, Messwerte beurteilen und Optimierungspotentiale identifizieren.<br>Die Studierenden können eine wirtschaftliche Bewertung von Effizienzmaßnahmen durchführen und die Wechselwirkungen zwischen einzelnen Maßnahmen abschätzen.<br>Die Studierenden sind in der Lage in einem Team zusammenzuarbeiten und gemeinsam eine Fragestellung zu bearbeiten. Sie können die Arbeitsergebnisse überzeugend präsentieren und in auch für nicht Techniker verständlicher Form dokumentieren.<br>Die Studierenden erkennen die nicht technischen Herausforderungen bei der realen Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen und sind in der Lage Lösungen zu entwickeln und Entscheider von der Vorteilhaftigkeit der Maßnahmen zu überzeugen. |
| 13. Inhalt: | • Energieverbrauchstrukturen in Unternehmen<br>• Energiekosten und Kosteneinsparpotentiale<br>• Erarbeitung von Checklisten für die Identifikation von Einsparoptionen in Betrieben<br>• Überschlägige Abschätzung von Effizienzpotentialen<br>• Messtechnik für Temperatur, Druck, Volumen<br>• Einsatz von Datenloggern zur Erfassung von Messwertzeitreihen<br>• Hemmnisse und Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen<br><br>Ergänzend wird eine energietechnische Exkursion angeboten, eine Teilnahme ist freiwillig. |
| 14. Literatur: | Die Studenten recherchieren und nutzen verfügbare Quellen (Fachbücher, Internet) um Effizienzpotentiale für Querschnitts- und Prozesstechnologien zu identifizieren und zu beurteilen. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 721501 Seminar Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 72151 Analyse und Optimierung industrieller Energiesysteme (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1<br>mündliche Prüfung: 20 Minuten, Ergebnisbericht der Gruppenarbeit; Gewichtung jeweils 50 % |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# Modul: 32040 Praktikum Energiesysteme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041210021 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek |
| 9. Dozenten: | Kai Hufendiek |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Kenntnisse in der Energietechnik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | Nähere Informationen zu den Praktikumsversuchen (APMB, SF, HF)erhalten Sie zudem unter http://www.uni-stuttgart.de/mabau/msc/msc_mach/linksunddownloads.html<br>Es sind insgesamt 8 Versuche zu belegen. Aus den folgenden Spezialisierungsfachversuchen (SFV) sind 4 auszuwählen, für die jeweils ein Praktikumsbericht von mindestens ausreichender Qualitätangefertigt werden muss:<br>• Brennstoffzellentechnik<br>• Energieeffizienzvergleich<br>• Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW)<br>• Messen elektrischer Arbeit und Leistung<br>• Stirlingmotor<br>• Online-Praktikum: Stromverbrauchsanalyse und elektrisches Lastmanagement<br><br>Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB):<br>• APMB 1<br>• APMB 2<br>• APMB 3<br>• APMB 4<br><br>Beispiele:<br>Brennstoffzellentechnik: Im Praktikum werden die Vor- und Nachteile des Einsatzes von Wasserstoff als Energieträger dargestellt. Hierzu wurde ein Versuchsstand aufgebaut, der Messungen an einer Solarzelle, Elektrolyse-Zelle und einer Brennstoffzelle ermöglicht. Bei der Versuchsdurchführung wird in einem ersten Schritt elektrische Energie mit einer Solarzelle aus Strahlungsenergie gewonnen. Danach erfolgt die Umwandlung mit einer Elektrolyse-Zelle in chemische Energie (Wasserstoff, Sauerstoff). In einem dritten Schritt werden diese chemischen |

| | |
|---|---|
| | Stoffe mit einer Brennstoffzelle wieder in elektrische Energie umgewandelt.<br>Stirlingmotor: In diesem Versuch wird die Wirkungsweise eines Stirlingmotors anhand eines Wärmekraftprozesses sowie eines Kältemaschinenprozesses demonstriert. Über Leistungs- und Verbrauchsmessungen werden verschiedene Wirkungsgrade eingeführt und berechnet. |
| 14. Literatur: | Praktikumsunterlagen (online verfügbar) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 320401 Praktikum Spezialisierungsfachversuch 1<br>• 320402 Praktikum Spezialisierungsfachversuch 2<br>• 320403 Praktikum Spezialisierungsfachversuch 3<br>• 320404 Praktikum Spezialisierungsfachversuch 4 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:28 h<br>Selbststudium und Prüfungsvorbereitung:62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32041 Praktikum Energiesysteme (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>Zu den 4 Spezialisierungsfachversuchen sind Praktikumsberichte von mindestens ausreichender Qualität anzufertigen. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamergestützte Einführung in das Thema, Praktische Übung an Exponaten und Maschinen im Labor |
| 20. Angeboten von: | Energiewirtschaft Energiesysteme |

# 225 Festigkeitslehre und Werkstofftechnik

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2251 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2252 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2253 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 30910 | Praktikum Werkstoff- und Bauteilprüfung |

# 2251 Kernfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 30390 | Festigkeitslehre I |
| 30400 | Methoden der Werkstoffsimulation |
| 32050 | Werkstoffeigenschaften |
| 32060 | Werkstoffe und Festigkeit |

# Modul: 30390 Festigkeitslehre I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Weihe |
| 9. Dozenten: | Stefan Weihe |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Einführung in die Festigkeitslehre<br>• Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Spannungs- und Verformungszustandes von isotropen<br>Werkstoffen. Sie sind in der Lage einen beliebigen mehrachsigen Spannungszustand mit Hilfe von<br>Festigkeitshypothesen in Abhängigkeit vom Werkstoff und der Beanspruchungssituation zu bewerten. Sie<br>können Festigkeitsnachweise für praxisrelevante Belastungen (statisch, schwingend, thermisch) durchführen.<br>Die Grundlagen der Berechnung von Faserverbundwerkstoffen sind ihnen bekannt. Die Teilnehmer<br>des Kurses sind in der Lage komplexe Bauteile auszulegen und sicherheitstechnisch zu bewerten. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | Spannungs- und Formänderungszustand<br>Festigkeitshypothesen bei statischer und schwingender Beanspruchung<br>Werkstoffverhalten bei unterschiedlichen Beanspruchungsarten<br>Sicherheitsnachweise<br>Festigkeitsberechnung bei statischer Beanspruchung<br>Festigkeitsberechnung bei schwingender Beanspruchung<br>Berechnung von Druckbehältern<br>Festigkeitsberechnung bei thermischer Beanspruchung<br>Bruchmechanik<br>Festigkeitsberechnung bei von Faserverbundwerkstoffen |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>- Ergänzende Folien (online verfügbar)<br>- Issler, Ruoß, Häfele: Festigkeitslehre Grundlagen, Springer-Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 303901 Vorlesung Festigkeitslehre I<br>• 303902 Übung Festigkeitslehre I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30391 Festigkeitslehre I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 30400 Methoden der Werkstoffsimulation

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Siegfried Schmauder |
| 9. Dozenten: | Siegfried Schmauder |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Werkstoffkunde I + II, Höhere Mathematik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Elastizitätstheorie vertraut. Sie sind in der Lage, mit analytischen Verfahren den Spannungszustand in einfachen Bauteilen zu berechnen.<br>Sie haben sich Grundkenntnisse über die Funktion und den Anwendungsbereich der wichtigsten numerischen Simulationsmethoden auf der Mikro- und Makroebene angeeignet.<br>Die Teilnehmer des Kurses haben einen Überblick über die wichtigsten Simulationsmethoden in der Materialkunde und sind in der Lage problemspezifisch geeignete Verfahren auszuwählen. |
| 13. Inhalt: | Elastizitätstheorie<br>Spannungsfunktionen<br>Energiemethoden<br>Differenzenverfahren<br>Finite-Elemente-Methode<br>Grundlagen des elastisch-plastischen Werkstoffverhaltens<br>Traglastverfahren<br>Gleitlinientheorie<br>Seminar Multiskalige Materialmodellierung inkl. Einführung in und praktische Übungen mit dem System ABAQUS/CAE |
| 14. Literatur: | Manuskript zur Vorlesung und ergänzende Folien im Internet |

| | |
|---|---|
| | Schmauder, S., L. Mishnaevsky: Micromechanics and Nanosimulation of Metals and Composites, Springer Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304001 Vorlesung Methoden der Werkstoffsimulation<br>• 304002 Übung Methoden der Werkstoffsimulation |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30401 Methoden der Werkstoffsimulation (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Festigkeitslehre und Werkstofftechnik |

# Modul: 32050 Werkstoffeigenschaften

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810012 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Michael Seidenfuß |
| 9. Dozenten: | Andreas Klenk |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden haben Grundkenntnisse über die belastungsabhängigen Schädigungsmechanismen und Versagensarten von metallischen Werkstoffen in Verbindung mit deren Verarbeitung und betrieblichen Einsatz. Sie haben vertiefte Kenntnisse über die im Kraftwerksbau verwendeten Werkstoffe, deren Eigenschaften und deren Charakterisierung. Sie sind vertraut mit den wichtigsten Gesetzen zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens im Hochtemperaturbereich und den damit verbundenen Regelwerken. Die Teilnehmer des Kurses können für thermisch belastete Bauteile die spezifische Belastungermitteln, geeignete Werkstoffe dafür auswählen und deren Sicherheit mit unterschiedlichen Methodikenbeurteilen. |
| 13. Inhalt: | Beanspruchungs- und Versagensarten<br>Werkstoffprüfung (Kriechen u. Ermüdung)<br>Regelwerke und Richtlinien<br>Beanspruchungsabhängige Schädigungsmechanismen<br>Werkstoffe des Kraftwerkbaus<br>Stoffgesetze und Werkstoffmodelle<br>Beanspruchungen von warmgehenden Bauteilen<br>Zustands- und Schädigungsanalyse von Hochtemperaturbauteilen |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>-Ergänzende Folien (online verfügbar) |

| | |
|---|---|
| | - Maile, K.: Fortgeschrittene Verfahren zur Beschreibung des Verformungs- und Schädigungsverhaltens<br>von Hochtemperaturbauteilen im Kraftwerksbau, Shaker Verlag<br>-Roos, E., Maile, K.: Werkstoffkunde für Ingenieure, 4. Auflage, Springer Verlag, 2011 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 320501 Vorlesung Werkstoffeigenschaften<br>• 320502 Übung Werkstoffeigenschaften |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32051 Werkstoffeigenschaften (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 32060 Werkstoffe und Festigkeit

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810019 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Weihe |
| 9. Dozenten: | Michael Seidenfuß<br>Andreas Klenk<br>Ludwig Stumpfrock<br>Martin Werz<br>Mathias Büttner |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Höhere Mathematik, Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen grundlegende Vorgehensweisen bei der sicherheitstechnischen Beurteilung von Werkstoffen und Bauteilen. Sie sind mit wichtigen Werkstoffsimulations- und Berechnungsmethoden vertraut. Die Teilnehmer des Kurses können das Wissen, das sie in den Kernmodulen erworben haben, gezielt in die Praxis umsetzen. |
| 13. Inhalt: | Der Inhalt dieses Moduls teilt sich in werkstoff- und berechnungsorientierte Lehrveranstaltungen auf. Die werkstoffkundlichen und die berechnungsorientierten Lehrveranstaltungen ergänzen sich gegenseitig. Um diese gegenseitige Ergänzung zu gewährleisten, müssen die Studierenden eine Lehrveranstaltung aus dem Werkstoffblock und eine Lehrveranstaltung aus dem Berechnungsblock wählen.<br>Berechnungsblock:<br>Lehrblock 1 - Werkstoffmodellierung, WiSe<br>- Definition und Aufbau von Werkstoffgesetzen<br>- Einbindung in Finite Elemente Anwendungen<br>- Stoffgesetze<br>statische Plastizität |

| | |
|---|---|
| | zyklische Plastizität<br>Kriechen<br>zyklische Viskoplastizität<br>- Schädigungsmodelle<br>- Selbstständige Programmierung und Implementierung eines Materialmodells in ein kommerzielles Finite<br>Elemente Programm. Evaluation der Ergebnisse.<br>Lehrblock 2 - Festigkeitslehre II, SoSe<br>- Bruchmechanische Bauteilanalyse<br>Linearelastische Bruchmechanik<br>Elastisch-plastische Bruchmechanik<br>zyklisches Risswachstum<br>Kennwertermittlung<br>Normung und Regelwerke<br>Anwendung auf Bauteile<br>- Bauteilanalyse bei zyklischer Belastung<br>- Bauteilanalyse mit Finite Elemente Simulationen<br>Werkstoffblock:<br>Lehrblock 3 - Schadenskunde, WiSe<br>- Definition und Klassifizierungen von Schäden<br>- Schäden durch mechanische Beanspruchung<br>- Schäden durch thermische Beanspruchung<br>- Schäden durch korrosive Beanspruchung<br>- Schäden durch tribologische Beanspruchung<br>Lehrblock 4 - Fügetechnik, SoSe<br>1.Technische Bedeutung der Schweißtechnik und werkstoffkundliche Vorgänge beim Schweißen von metallischen Werkstoffen<br>Gefügveränderungen<br>Schweißfehler<br>Eigenspannungen<br>Schweißeignung<br>2. Schweißverfahren<br>WIG, Mig-Mag, UP, E-Hand<br>Laserstrahlschweißen, Elektronenstrahlschweißen, Plasmaschweißen,<br>Reibrührschweißen, Widerstandspunktschweißen<br>3. Festigkeitsverhalten geschweißter Bauteile<br>Versagen unter verschiedenen Beanspruchungsformen<br>Auslegung und Berechnung<br>4. Schäden in geschweißten Konstruktionen<br>5. Qualitätssicherung in der Schweißtechnik<br>zerstörungsfreie Prüfung<br>Anforderungen, Ausbildung und Regelwerke |
| 14. Literatur: | Alle Lehrblöcke:<br>- Manuskript zur Vorlesung<br>- Ergänzende Folien im Internet (online verfügbar)<br>Zusätzlich:<br>Lehrblock 1 - Werkstoffmodellierung<br>Lemaitre, J.,Chaboche, J.-L.: Mechanics of solid materials, Cambridge University Press |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 320601 VL Berechnungsblock<br>• 320602 VL Werkstoffblock |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |

| | |
|---|---|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32061 Werkstoffe und Festigkeit (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>Neben der Prüfungsanmeldung in LSF ist eine zusätzliche Anmeldung am IMWF notwendig. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# 2252 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 30390 | Festigkeitslehre I |
| 30400 | Methoden der Werkstoffsimulation |
| 32050 | Werkstoffeigenschaften |
| 32060 | Werkstoffe und Festigkeit |
| 35980 | Computational Materials Modeling (CMM) |

# Modul: 30390 Festigkeitslehre I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Weihe |
| 9. Dozenten: | Stefan Weihe |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Einführung in die Festigkeitslehre<br>• Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Spannungs- und Verformungszustandes von isotropen<br>Werkstoffen. Sie sind in der Lage einen beliebigen mehrachsigen Spannungszustand mit Hilfe von<br>Festigkeitshypothesen in Abhängigkeit vom Werkstoff und der Beanspruchungssituation zu bewerten. Sie<br>können Festigkeitsnachweise für praxisrelevante Belastungen (statisch, schwingend, thermisch) durchführen.<br>Die Grundlagen der Berechnung von Faserverbundwerkstoffen sind ihnen bekannt. Die Teilnehmer<br>des Kurses sind in der Lage komplexe Bauteile auszulegen und sicherheitstechnisch zu bewerten. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | Spannungs- und Formänderungszustand<br>Festigkeitshypothesen bei statischer und schwingender Beanspruchung<br>Werkstoffverhalten bei unterschiedlichen Beanspruchungsarten<br>Sicherheitsnachweise<br>Festigkeitsberechnung bei statischer Beanspruchung<br>Festigkeitsberechnung bei schwingender Beanspruchung<br>Berechnung von Druckbehältern<br>Festigkeitsberechnung bei thermischer Beanspruchung<br>Bruchmechanik<br>Festigkeitsberechnung bei von Faserverbundwerkstoffen |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>- Ergänzende Folien (online verfügbar)<br>- Issler, Ruoß, Häfele: Festigkeitslehre Grundlagen, Springer-Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 303901 Vorlesung Festigkeitslehre I<br>• 303902 Übung Festigkeitslehre I |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30391 Festigkeitslehre I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 30400 Methoden der Werkstoffsimulation

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Siegfried Schmauder |
| 9. Dozenten: | Siegfried Schmauder |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Werkstoffkunde I + II, Höhere Mathematik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Elastizitätstheorie vertraut. Sie sind in der Lage, mit analytischen Verfahren den Spannungszustand in einfachen Bauteilen zu berechnen.<br>Sie haben sich Grundkenntnisse über die Funktion und den Anwendungsbereich der wichtigsten numerischen Simulationsmethoden auf der Mikro- und Makroebene angeeignet.<br>Die Teilnehmer des Kurses haben einen Überblick über die wichtigsten Simulationsmethoden in der Materialkunde und sind in der Lage problemspezifisch geeignete Verfahren auszuwählen. |
| 13. Inhalt: | Elastizitätstheorie<br>Spannungsfunktionen<br>Energiemethoden<br>Differenzenverfahren<br>Finite-Elemente-Methode<br>Grundlagen des elastisch-plastischen Werkstoffverhaltens<br>Traglastverfahren<br>Gleitlinientheorie<br>Seminar Multiskalige Materialmodellierung inkl. Einführung in und praktische Übungen mit dem System ABAQUS/CAE |
| 14. Literatur: | Manuskript zur Vorlesung und ergänzende Folien im Internet |

| | |
|---|---|
| | Schmauder, S., L. Mishnaevsky: Micromechanics and Nanosimulation of Metals and Composites, Springer Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304001 Vorlesung Methoden der Werkstoffsimulation<br>• 304002 Übung Methoden der Werkstoffsimulation |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30401 Methoden der Werkstoffsimulation (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Festigkeitslehre und Werkstofftechnik |

# Modul: 32050 Werkstoffeigenschaften

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810012 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Michael Seidenfuß |
| 9. Dozenten: | Andreas Klenk |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden haben Grundkenntnisse über die belastungsabhängigen Schädigungsmechanismen und Versagensarten von metallischen Werkstoffen in Verbindung mit deren Verarbeitung und betrieblichen Einsatz. Sie haben vertiefte Kenntnisse über die im Kraftwerksbau verwendeten Werkstoffe, deren Eigenschaften und deren Charakterisierung. Sie sind vertraut mit den wichtigsten Gesetzen zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens im Hochtemperaturbereich und den damit verbundenen Regelwerken. Die Teilnehmer des Kurses können für thermisch belastete Bauteile die spezifische Belastungermitteln, geeignete Werkstoffe dafür auswählen und deren Sicherheit mit unterschiedlichen Methodikenbeurteilen. |
| 13. Inhalt: | Beanspruchungs- und Versagensarten<br>Werkstoffprüfung (Kriechen u. Ermüdung)<br>Regelwerke und Richtlinien<br>Beanspruchungsabhängige Schädigungsmechanismen<br>Werkstoffe des Kraftwerkbaus<br>Stoffgesetze und Werkstoffmodelle<br>Beanspruchungen von warmgehenden Bauteilen<br>Zustands- und Schädigungsanalyse von Hochtemperaturbauteilen |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>-Ergänzende Folien (online verfügbar) |

| | |
|---|---|
| | - Maile, K.: Fortgeschrittene Verfahren zur Beschreibung des Verformungs- und Schädigungsverhaltens<br>von Hochtemperaturbauteilen im Kraftwerksbau, Shaker Verlag<br>-Roos, E., Maile, K.: Werkstoffkunde für Ingenieure, 4. Auflage, Springer Verlag, 2011 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 320501 Vorlesung Werkstoffeigenschaften<br>• 320502 Übung Werkstoffeigenschaften |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32051 Werkstoffeigenschaften (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 32060 Werkstoffe und Festigkeit

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810019 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Weihe |
| 9. Dozenten: | Michael Seidenfuß<br>Andreas Klenk<br>Ludwig Stumpfrock<br>Martin Werz<br>Mathias Büttner |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Höhere Mathematik, Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen grundlegende Vorgehensweisen bei der sicherheitstechnischen Beurteilung von Werkstoffen und Bauteilen. Sie sind mit wichtigen Werkstoffsimulations- und Berechnungsmethoden vertraut. Die Teilnehmer des Kurses können das Wissen, das sie in den Kernmodulen erworben haben, gezielt in die Praxis umsetzen. |
| 13. Inhalt: | Der Inhalt dieses Moduls teilt sich in werkstoff- und berechnungsorientierte Lehrveranstaltungen auf. Die werkstoffkundlichen und die berechnungsorientierten Lehrveranstaltungen ergänzen sich gegenseitig. Um diese gegenseitige Ergänzung zu gewährleisten, müssen die Studierenden eine Lehrveranstaltung aus dem Werkstoffblock und eine Lehrveranstaltung aus dem Berechnungsblock wählen.<br>Berechnungsblock:<br>Lehrblock 1 - Werkstoffmodellierung, WiSe<br>- Definition und Aufbau von Werkstoffgesetzen<br>- Einbindung in Finite Elemente Anwendungen<br>- Stoffgesetze<br>statische Plastizität |

| | |
|---|---|
| | zyklische Plastizität<br>Kriechen<br>zyklische Viskoplastizität<br>- Schädigungsmodelle<br>- Selbstständige Programmierung und Implementierung eines Materialmodells in ein kommerzielles Finite<br>Elemente Programm. Evaluation der Ergebnisse.<br>Lehrblock 2 - Festigkeitslehre II, SoSe<br>- Bruchmechanische Bauteilanalyse<br>Linearelastische Bruchmechanik<br>Elastisch-plastische Bruchmechanik<br>zyklisches Risswachstum<br>Kennwertermittlung<br>Normung und Regelwerke<br>Anwendung auf Bauteile<br>- Bauteilanalyse bei zyklischer Belastung<br>- Bauteilanalyse mit Finite Elemente Simulationen<br>Werkstoffblock:<br>Lehrblock 3 - Schadenskunde, WiSe<br>- Definition und Klassifizierungen von Schäden<br>- Schäden durch mechanische Beanspruchung<br>- Schäden durch thermische Beanspruchung<br>- Schäden durch korrosive Beanspruchung<br>- Schäden durch tribologische Beanspruchung<br>Lehrblock 4 - Fügetechnik, SoSe<br>1.Technische Bedeutung der Schweißtechnik und werkstoffkundliche Vorgänge beim Schweißen von metallischen Werkstoffen<br>Gefügveränderungen<br>Schweißfehler<br>Eigenspannungen<br>Schweißeignung<br>2. Schweißverfahren<br>WIG, Mig-Mag, UP, E-Hand<br>Laserstrahlschweißen, Elektronenstrahlschweißen, Plasmaschweißen,<br>Reibrührschweißen, Widerstandspunktschweißen<br>3. Festigkeitsverhalten geschweißter Bauteile<br>Versagen unter verschiedenen Beanspruchungsformen<br>Auslegung und Berechnung<br>4. Schäden in geschweißten Konstruktionen<br>5. Qualitätssicherung in der Schweißtechnik<br>zerstörungsfreie Prüfung<br>Anforderungen, Ausbildung und Regelwerke |
| 14. Literatur: | Alle Lehrblöcke:<br>- Manuskript zur Vorlesung<br>- Ergänzende Folien im Internet (online verfügbar)<br>Zusätzlich:<br>Lehrblock 1 - Werkstoffmodellierung<br>Lemaitre, J.,Chaboche, J.-L.: Mechanics of solid materials, Cambridge University Press |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 320601 VL Berechnungsblock<br>• 320602 VL Werkstoffblock |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe: 180 h |

| | |
|---|---|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32061 Werkstoffe und Festigkeit (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>Neben der Prüfungsanmeldung in LSF ist eine zusätzliche Anmeldung am IMWF notwendig. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 35980 Computational Materials Modeling (CMM)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810021 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Siegfried Schmauder |
| 9. Dozenten: | Siegfried Schmauder |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Introduction to Strength of Materials and Materials Science |
| 12. Lernziele: | The students are familiar with the basic concepts of different multiscale simulation methods.<br>They have the theoretical background to perform simulations on atomistic, microscopic and macroscopic levels. They know the difference between simultaneous and sequential procedures and understand the potential of multiscale simulations in engineering.<br>Based on the acquired skills, the students are able to apply continuum mechanical simulations with the Abaqus program to problems in the fields of mechanical engineering. |
| 13. Inhalt: | Introduction to multiscale simulation (Models and methods on different length and time scales)<br>Historical development of multiscale materials modeling<br>Basis of<br>- Monte-Carlo Method (MC)<br>- Molecular Dynamics (MD)<br>- Phase Field Method (PFM)<br>- Dislocations Dynamics (DD)<br>- Damage Mechanics<br>- Coupled Methods<br>Introduction to the program system Abaqus<br>- Abaqus CAE<br>- Abaqus Standard<br>Practical exercises with Abaqus CAE at PC<br>Special lectures concerning materials modeling |
| 14. Literatur: | Manuscript (in English) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 359801 Vorlesung Computational Materials Science<br>• 359802 Übung Block seminar Multiscale Materials Modeling<br>• 359803 Kolloqium Materials Modelling |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Time of attendance: 48 h |

| | |
|---|---|
| | Private study: 132 h<br>In total: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 35981 Computational Materials Modeling (CMM) (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Festigkeitslehre und Werkstofftechnik |

# 2253 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 30900 | Festigkeitslehre II |
| 32070 | Werkstoffmodellierung |
| 32080 | Schadenskunde |
| 32090 | Fügetechnik |
| 32110 | Thermokinetische Beschichtungsverfahren |

# Modul: 30900 Festigkeitslehre II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810015 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Michael Seidenfuß |
| 9. Dozenten: | Ludwig Stumpfrock<br>Michael Seidenfuß |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Bruchmechanik. Sie können die entsprechenden Normen und Regelwerke anwenden. Die Verfahren zur Kennwertbestimmung sind ihnen bekannt. Die Studierenden sind mit den Verfahren und Normen zur Bewertung schwingend beanspruchter Bauteile vertraut. Die Kursteilnehmer sind in der Lage hochbeanspruchte integere und angerissene Bauteile hinsichtlich ihrer Sicherheit gegen Versagen zu berechnen und zu bewerten. |
| 13. Inhalt: | 1. Bruchmechanische Bauteilanalyse<br>Linearelastische Bruchmechanik<br>Elastisch-plastische Bruchmechanik<br>Zyklisches Risswachstum<br>Kennwertermittlung<br>Normung und Regelwerke<br>Anwendung auf Bauteile<br>2. Bauteilanalyse bei zyklischer Belastung<br>3. Bauteilanalyse mit Finite Elemente Simulationen |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>-Roos, E.: Grundlagen und notwendige Voraussetzungen zur Anwendung der Rißwiderstandskurve<br>in der Sicherheitsanalyse angerissener Bauteile, VDI Verlag, Reihe 18 Nr. 122, 1993, ISBN 3-18-142218-5 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 309001 Vorlesung Festigkeitslehre II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 h |

| | |
|---|---|
| | Selbststudium: 69 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30901 Festigkeitslehre II (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 32070 Werkstoffmodellierung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810014 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Michael Seidenfuß |
| 9. Dozenten: | Michael Seidenfuß<br>Andreas Klenk |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Höhere Mathematik, Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind mit den Grundlagen von mehrdimensionalen Werkstoffgesetzen vertraut. Sie sind in der Lage die konstitutiven Gleichungen der Werkstoffgesetze in Finite Elemente Programme zu implementieren. Sie kennen fortgeschrittene Werkstoffmodelle zur Beschreibung von zyklischem und viskosem Verhalten. Die wichtigsten Schädigungsmodelle zur Beschreibung des Werkstoffversagens sind ihnen bekannt. Die Kursteilnehmer sind in der Lage problemspezifisch Werkstoffmodelle auszuwählen und einzusetzen. Sie haben die Grundlagen eigene Modelle zu entwerfen und programmtechnisch umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | 1. Definition und Aufbau von Werkstoffgesetzen<br>2. Einbindung in Finite Elemente Anwendungen<br>3. Stoffgesetze<br>statische Plastizität<br>zyklische Plastizität<br>Kriechen<br>zyklische Viskoplastizität<br>4. Schädigungsmodelle<br>5. Selbstständige Programmierung und Implementierung eines Materialmodells in ein kommerzielles<br>Finite Elemente Programm. Evaluation der Ergebnisse. |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>-Ergänzende Folien im Internet (online verfügbar)<br>- Lemaitre, J.,Chaboche, J.-L.: Mechanics of solid materials, Cambridge University Press |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 320701 VL Werkstoffmodellierung<br>• 320702 Übung Werkstoffmodellierung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 h<br>Selbststudium: 69 h<br>Summe: 90 h |

| | |
|---|---|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32071 Werkstoffmodellierung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 32080 Schadenskunde

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810013 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Michael Seidenfuß |
| 9. Dozenten: | Mathias Büttner |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden kennen den grundsätzlichen Ablauf einer Schadensuntersuchung. Die möglichen unterschiedlichen Schadensursachen und die dadurch verursachten Schäden sind ihnen bekannt. Sie können Schäden anhand ihrer Erscheinungsform bezüglich ihrer Ursache einordnen und klassifizieren. Die Kursteilnehmer sind in der Lage anhand des Schadensbildes die Ursachen selbstständig zu erkennen und entsprechende Abhilfemaßnahmen vorzuschlagen. |
| 13. Inhalt: | Definition und Klassifizierungen von Schäden<br>Schäden durch mechanische Beanspruchung<br>Schäden durch thermische Beanspruchung<br>Schäden durch korrosive Beanspruchung<br>Schäden durch tribologische Beanspruchung |
| 14. Literatur: | - Manuskript zur Vorlesung<br>-Ergänzende Folien (online verfügbar)<br>-Broichhausen,J.: Schadenskunde, Carl Hanser Verlag<br>-Lange,G.: Systematische Beurteilung technischer Schadensfälle, WILEY-VHC Verlag<br>-Grosch, J.:Schadenskunde im Maschinenbau, 5th Edn. Expert-Verl., Renningen, 2010 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 320801 Vorlesung Schadenskunde |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 h<br>Selbststudium: 69 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32081 Schadenskunde (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 32090 Fügetechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810016 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Michael Seidenfuß |
| 9. Dozenten: | Martin Werz |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer des Kurses haben die werkstoffkundlichen Kenntnisse, um die beim Schweißen ablaufenden metallkundlichen Vorgänge zu verstehen. Zum Verständnis der technischen Qualitätsanforderungen können die Studierenden auf Kenntnisse der Festigkeitsberechnung und Werkstofftechnik zurückgreifen. Die Studierenden sind in der Lage, die Risiken und Anforderungen von unterschiedlichen Fügeverfahren zu identifizieren und zu bewerten. |
| 13. Inhalt: | 1. Technische Bedeutung der Schweißtechnik und werkstoffkundliche Vorgänge beim Schweißen von metallischen Werkstoffen<br>Gefügveränderungen<br>Schweißfehler<br>Eigenspannungen<br>Schweißeignung<br>2. Schweißverfahren<br>WIG, Mig-Mag, UP, E-Hand<br>Laserstrahlschweißen, Elektronenstrahlschweißen, Plasmaschweißen,<br>Reibrührschweißen, Widerstandspunktschweißen<br>3. Festigkeitsverhalten geschweißter Bauteile<br>Versagen unter verschiedenen Beanspruchungsformen<br>Auslegung und Berechnung<br>4. Schäden in geschweißten Konstruktionen<br>5. Qualitätssicherung in der Schweißtechnik<br>zerstörungsfreie Prüfung<br>Anforderungen, Ausbildung und Regelwerke |
| 14. Literatur: | |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 320901 Vorlesung Fügetechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 h<br>Selbststudium: 69 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32091 Fügetechnik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Manuskript, PPT-Präsentationen, Interaktive Medien, Online verfügbare Zusatzmaterialien |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# Modul: 32110 Thermokinetische Beschichtungsverfahren

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 072200005 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr. Andreas Killinger |
| 9. Dozenten: | Andreas Killinger |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | keine |
| 12. Lernziele: | Die Studenten können:<br>Funktionsprinzipien thermokinetischer Beschichtungsverfahren beschreiben und erklären.<br>verfahrensspezifische Eigenschaften von Schichten auflisten und benennen.<br>Unterschiede der einzelnen Verfahrensvarianten untereinander wiedergeben und gegenüberstellen.<br>Eignung einer bestimmten Verfahrensvariante hinsichtlich vorgegebener Schichteigenschaften beurteilen und begründen.<br>Herstellverfahren für Pulver und Drähte wiedergeben, vergleichen und Beispiele geben.<br>Einfluss der Pulvereigenschaften auf den Prozess vorhersagen und bewerten.<br>Einfluss der Pulvereigenschaften auf die Schichteigenschaften verstehen und ableiten.<br>industrielle Anwendungsfelder im Maschinenbau benennen und wiedergeben. |
| 13. Inhalt: | Dieser Modul hat die Grundlagen und Verfahrensvarianten der thermokinetischen Beschichtungsverfahren zum Inhalt. Dabei wird auf Fertigungsund Anlagentechnik, Spritzzusatzwerkstoffe, moderne Online-Diagnoseverfahren, zerstörende und zerstörungsfreie Prüfverfahren für Schichtverbunde eingegangen. Anhand von Beispielen aus der industriellen Praxis wird eine Übersicht über die wichtigsten industriellen Anwendungen und aktuelle Forschungsschwerpunkte gegeben.<br>Stichpunkte:<br>• Flammspritzen, Elektrolichtbogendrahtspritzen, Überschallpulverflammspritzen, Suspensionsflammspritzen, Plasmaspritzen.<br>• Herstellung und Eigenschaften von Spritzzusatzwerkstoffen.<br>• Fertigungs- und Anlagentechnik.<br>• Industrielle Anwendungen (Überblick).<br>• Grundlagen der Schichtcharakterisierung. |
| 14. Literatur: | Skript, Literaturliste |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 321101 Vorlesung Thermokinetische Beschichtungsverfahren |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32111 Thermokinetische Beschichtungsverfahren (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>Als Ergänzungsfach im Rahmen des Spezialisierungsfachs: mündlich, 20 min<br>Anmeldung zur mündlichen Modulprüfung in C@mpus und zusätzlich per Email am IFKB beim Ansprechpartner Lehre. Anmeldung per Mail ebenfalls inerhalb des vom Prüfungsamt bekannt gegebenen Prüfungsanmeldezeitraums! |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Fertigungstechnologie keramischer Bauteile |

# Modul: 30910 Praktikum Werkstoff- und Bauteilprüfung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041810018 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Weihe |
| 9. Dozenten: | |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Einführung in die Festigkeitslehre, Werkstoffkunde I + II |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind mit fortgeschrittenen Methoden der Werkstoffprüfung vertraut. Sie sind in der Lage modernste Messtechnik einzusetzen. Sie können ihre Prüfergebnisse mit Finite Elemente Ergebnissen plausibilisieren und verifizieren.<br>Die Kursteilnehmer sind in der Lage, komplexe experimentelle Untersuchungen zu planen, durchzuführen und auszuwerten sowie die Ergebnisse einem fachkundigen Publikum zu präsentieren. |
| 13. Inhalt: | Nähere Informationen zu den Praktischen Übungen: APMB erhalten Sie zudem unter http://www.uni-stuttgart.de/mabau/msc/msc_mach/linksunddownloads.html<br>Beispiele:<br>• Einflussgrößen auf die Fließkurven metallischer Werkstoffe Fließkurven charakterisieren das Last- Verformungsverhalten von Werkstoffen. In diesem Praktikumsversuch werden Zug- und Druckversuche durchgeführt, aus denen die Studierenden die Fließkurven bestimmen. Durch die Wahl verschiedener Werkstoffe, Temperaturen und Dehnraten quantifizieren die Teilnehmer die Einflussgrößen auf die Fließkurven. Während der Versuchsdurchführung erlernen die Studierenden den Umgang mit den entsprechenden Versuchseinrichtungen und der zugehörigen Messtechnik.<br>• Praktische Einführung in die Methode der Finiten Elemente. Sie ist eines der wichtigsten Simulationsinstrumente in der technischen Anwendung. In diesem Spezialisierungsfachversuch erlernen die Studierenden den Umgang mit dem Finite Elemente Programm ABAQUS. Sie idealisieren eine einfache Probengeometrie, führen eine Berechnung durch und beurteilen die Ergebnisse.<br>• etc. |
| 14. Literatur: | - Manuskripte zu den Versuchen |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 309102 Spezialisierungsfachversuch 2<br>• 309101 Spezialisierungsfachversuch 1<br>• 309105 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1<br>• 309108 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4<br>• 309106 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2<br>• 309104 Spezialisierungsfachversuch 4<br>• 309103 Spezialisierungsfachversuch 3<br>• 309107 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 48 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30911 Praktikum Werkstoff- und Bauteilprüfung (USL), Schriftlich und Mündlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre |

# 226 Methoden der Modellierung und Simulation

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2261 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2262 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2263 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 32190 | Praktikum Methoden der Modellierung und Simulation |

# 2261 Kernfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module: 30410 Simulation mit Höchstleistungsrechnern

# Modul: 30410 Simulation mit Höchstleistungsrechnern

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500006 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Michael Resch |
| 9. Dozenten: | Bastian Koller |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Informatik und Mathematik |
| 12. Lernziele: | Die Studenten verstehen<br>die Funktionsweise eines Supercomputers<br>die Programmierung eines Supercomputers<br>die Architektur eines Supercomputers<br>den Einsatz von Supercomputern im Maschinenbau |
| 13. Inhalt: | Supercomputer-Konzepte<br>Supercomputer-Architekturen<br>Supercomputer-Programmierung<br>Supercomputer-Einsatz |
| 14. Literatur: | Neu zu erstellendes Skriptum zur Vorlesung |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304101 Vorlesung Simulation mit Höchstleistungsrechnern |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe. 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30411 Simulation mit Höchstleistungsrechnern (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentation, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# 2262 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 30410 | Simulation mit Höchstleistungsrechnern |
| | 32120 | Softwareentwurf für technische Systeme |
| | 32130 | Parallele Simulationstechnik |

# Modul: 30410 Simulation mit Höchstleistungsrechnern

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500006 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Michael Resch |
| 9. Dozenten: | Bastian Koller |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Informatik und Mathematik |
| 12. Lernziele: | Die Studenten verstehen<br>die Funktionsweise eines Supercomputers<br>die Programmierung eines Supercomputers<br>die Architektur eines Supercomputers<br>den Einsatz von Supercomputern im Maschinenbau |
| 13. Inhalt: | Supercomputer-Konzepte<br>Supercomputer-Architekturen<br>Supercomputer-Programmierung<br>Supercomputer-Einsatz |
| 14. Literatur: | Neu zu erstellendes Skriptum zur Vorlesung |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304101 Vorlesung Simulation mit Höchstleistungsrechnern |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudium: 138 h<br>Summe. 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30411 Simulation mit Höchstleistungsrechnern (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentation, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# Modul: 32120 Softwareentwurf für technische Systeme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500008 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Yevgeniya Kovalenko |
| 9. Dozenten: | Natalia Currle-Linde<br>Jose Gracia |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Informatik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden verstehen die Grundkonzepte von Objektorientierter, Komponentenbasierter und Relationalen Entwurfsmethodik. Sie kennen verschiedene Softwareentwurfsprozesse und Methoden und Werkzeuge für die Projektplanung- und Steuerung komplexer Projekte. Die Studierenden verwenden und beherrschen die Anwendung dieser Konzepte und Methoden im Rahmen einer Fallstudie in Gruppen |
| 13. Inhalt: | Aufbauend auf grundlegenden Kenntnissen der Informatik wie Datenstrukturen und Prinzipien der Programmierung werden die Konzepte objektorientierter und komponentenbasierter Architekturen als Basis moderner Anwendungen erarbeitet. Erweiterte technische Konzepte wie Problemanalyse und Entwurf, Vorgehensmodelle zum Softwareentwicklungsprozess, Datenbank, Softwarequalitätssicherung runden das theoretische Hintergrundwissen ab.<br>Im zweiten Teil der Vorlesung wird das Wissen je nach Studentenzahl auch teilweise in Gruppenarbeit auf eine Fallstudie angewendet, die, ausgehend vom kontrollierten Erfassen von Anforderungen über Analyse, Design und Umsetzung, die Studenten den Entwurf technischer Systeme aus verschiedenen Rollen erfassen lässt.<br>In der zugehörigen Übung werden die theoretischen Konzepte des ersten Vorlesungsteils weiter vertieft und durch konkrete Implementierungen in einer modernen Programmiersprache angewendet. Im Rahmen der Übung nehmen die Studenten zusätzlich zu den oben angeführten Rollen im Entwurfsprozess die Sicht des Softwarentwicklers ein. |
| 14. Literatur: | Es werden ausführliche Folien und zusätzliches eigenes Material zur Verfügung gestellt. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 321202 Übung Softwareentwurf für technische Systeme<br>• 321201 Vorlesung Softwareentwurf für technische Systeme |

| | |
|---|---|
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32121 Softwareentwurf für technische Systeme (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# Modul: 32130 Parallele Simulationstechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500014 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Michael Resch |
| 9. Dozenten: | Alfred-Erich Geiger,<br>Ralf Schneider |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Kenntnisse in numerischer Mathematik und Programmierung |
| 12. Lernziele: | Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung der notwendigen Grundkenntnisse, um die Studenten in die Lage zu versetzen, Lösungen zu folgenden Fragestellungen zu erarbeiten:<br><br>• Wie sind parallele und verteilte Systeme aufgebaut?<br>• Wie finde ich das passende Rechnersystem für mein Problem?<br>• Wie entwerfe ich parallele Software?<br>• Wie konzipiere ich einen IT-Service für die technisch-wissenschaftliche Simulation?<br>• Verstehen der Vorgänge innerhalb der Prozessor- Hardware, des Netzwerkes, der Schwierigkeiten beim Implementieren effizienter Algorithmen.<br>• Grundbegriffe des Computing im Bereich massiven Rechnens<br>• Verstehen grundsätzlicher Algorithmen, die im Höchstleistungsrechnen eine wichtige Rolle spielen. |
| 13. Inhalt: | • Rechnerarchitekturen<br>• Betriebsweisen und Betriebssysteme<br>• Programmiermodelle<br>• Entwicklung paralleler Software<br>• Parallelisierungsstrategien<br>• Grid-Technologie und verteiltes Rechnen<br>• Hardware: Prozessoren, Pipelining, Parallelität, Multi-Core, Vector_Units, Caches, Bandbreite, Latenz, Performance, Vektorisierung.<br>• Implementierung:Vektoren, Datenstrukturen für schwachbesetzte Matrizen, Diifferenzenalgorithmen, Finite-Elemente.<br>• Numerische Mathematik: Partielle Differentialgleichungen, Diskretisierung, Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme. |

| | |
|---|---|
| | • Parallelisierung: Grundlegende Ansätze, Programmiermodelle, Effizienz |
| 14. Literatur: | Skript / Eigene Unterlagen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 321302 Vorlesung Numerik für Höchstleistungsrechner<br>• 321301 Vorlesung Parallelrechner - Architektur und Anwendung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Selbststudium: 138 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32131 Parallele Simulationstechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PowerPoint-Präsentation, Tafelaufschrieb |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# 2263 Ergänzungsfächer mit 3 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 32140 | Simulation im technischen Entwicklungsprozess |
| | 32150 | Parallelrechner - Architektur und Anwendung |
| | 32160 | Virtuelle und erweiterte Realität in der technisch-wissenschaftlichen Visualisierung |
| | 32170 | Numerik für Höchstleistungsrechner |
| | 32180 | Computerunterstützte Simulationsmethoden (MCAE) im modernen Entwicklungsprozess |

# Modul: 32140 Simulation im technischen Entwicklungsprozess

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500007 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Lina Longhitano |
| 9. Dozenten: | Lina Longhitano |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | keine |
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen: Die Studierenden:<br><br>• kennen die methodische Einbindung von Simulationen im Entwicklungsprozess am Beispiel der Fahrzeugentwicklung<br>• haben Kenntnisse der wesentlichen Herausforderungen der Simulationen im technischen Entwicklungsprozess<br>• sind mit den geläufigen Begriffen der Simulationen vertraut<br>• kennen die typischen Methoden und Systeme zur: Produktgestaltung, Produktsimulation, Datenverwaltung<br>• haben Einblick in die zeitlichen Rahmenbedingungen und Engpässe im Entwicklungsprozess für die Planung der Simulation<br>• verstehen das Zusammenspiel zwischen Simulation und Versuch<br>• sind vertraut mit der Basis des Wissensmanagement und dessen Wirkung im Entwicklungsprozess<br>• kennen die Grundlage des Toleranzmanagements, Voraussetzung für die Toleranzsimulation |
| 13. Inhalt: | Im Rahmen der Vorlesung sollen folgende Wissensinhalte vermittelt werden:<br>• Beschreibung der methodischen Einbindung von Simulationen im Entwicklungsprozess am Beispiel der Fahrzeugentwicklung<br>• Darstellung der wesentlichen Herausforderungen der Simulationen im technischen Entwicklungsprozess<br>• Erläuterung der geläufigen Begriffe der Simulationen<br>• Einführung in die typischen Methoden und Systeme zur: Produktgestaltung, Produktsimulation, Datenverwaltung<br>• Einblick in die zeitlichen Rahmenbedingungen und Engpässe im Entwicklungsprozess für die Planung der Simulation<br>• das Zusammenspiel zwischen Simulation und Versuch<br>• die Basis des Wissensmanagement und dessen Wirkung im Entwicklungsprozess<br>• die Grundlage des Toleranzmanagements, Voraussetzung für die Toleranzsimulation |

| | |
|---|---|
| 14. Literatur: | Lina Longhitano: Simulation im technischen Entwicklungsprozess, Vorlesungsunterlagen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 321401 Vorlesung Simulation im technischen Entwicklungsprozess |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 21 Std. Präsenz<br>69 Std. Prüfungsvorbereitung und Prüfung<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32141 Simulation im technischen Entwicklungsprozess (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentation |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# Modul: 32150 Parallelrechner - Architektur und Anwendung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500009 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Alfred-Erich Geiger |
| 9. Dozenten: | Alfred-Erich Geiger |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Kenntnisse in numerischer Mathematik und Programmierung |
| 12. Lernziele: | Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung der notwendigen Grundkenntnisse, um die Studenten in die<br>Lage zu versetzen, Lösungen zu folgenden Fragestellungen zu erarbeiten:<br>Wie sind parallele und verteilte Systeme aufgebaut?<br>Wie finde ich das passende Rechnersystem für mein Problem?<br>Wie entwerfe ich parallele Software?<br>Wie konzipiere ich einen IT-Service für die technisch-wissenschaftliche Simulation? |
| 13. Inhalt: | Motivation des parallelen Rechnens<br>Rechnerarchitekturen<br>Betriebsweisen und Betriebssysteme<br>Programmiermodelle<br>Entwicklung paralleler Software<br>Parallelisierungsstrategien<br>Grid-Technologie und Verteiltes Rechnen |
| 14. Literatur: | Skript |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 321501 Vorlesung Parallelrechner - Architektur und Anwendung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32151 Parallelrechner - Architektur und Anwendung (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PowerPoint-Praesentation, Tafelaufschrieb |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# Modul: 32160 Virtuelle und erweiterte Realität in der technisch-wissenschaftlichen Visualisierung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Uwe Wössner |
| 9. Dozenten: | Uwe Wössner |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Informatik und Mathematik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden können technischwissenschaftliche Daten visualisieren. Die Studierenden verstehen die Grundlagen der menschlichen Wahrnehmung und können diese auf die Visualisierung und Darstellung von Berechnungsergebnissen anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse über aktuelle Hard- und Software zur Erstellung komplexer interaktiver virtueller Welten anzuwenden |
| 13. Inhalt: | Wie funktioniert die menschliche Wahrnehmung?<br>Grundlagen der Computergrafik.<br>Hard- und Software für immersive virtuelle Umgebungen.<br>Konkrete Anwendungen von Augmented Reality-Techniken.<br>Modellierung für VR- und AR Anwendungen. |
| 14. Literatur: | Vortragsfolien/online slides |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 321601 Vorlesung Virtuelle und erweiterte Realität in der technisch - wissenschaftlichen Visualisierung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32161 Virtuelle und erweiterte Realität in der technisch-wissenschaftlichen Visualisierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentation, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# Modul: 32170 Numerik für Höchstleistungsrechner

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500011 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Michael Resch |
| 9. Dozenten: | Ralf Schneider |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Mathematisches Grundverständnis, Programmierkenntnisse, Interesse an Algorithmen |
| 12. Lernziele: | Verstehen der Vorgänge innerhalb der Prozessor- Hardware, des Netzwerkes, der Schwierigkeiten beim Implementieren effizienter Algorithmen. Grundbegriffe des Computing im Bereich massiven Rechnens. Verstehen grundsätzlicher Algorithmen, die im Höchstleitungsrechnen eine wichtige Rolle spielen. |
| 13. Inhalt: | Hardware: Prozessoren, Pipelining, Parallelität, Multi-Core, Vector_Units, Caches, Bandbreite, Latenz, Performance, Vektorisierung.<br>Implementierung:Vektoren, Datenstrukturen für schwachbesetzte Matrizen, Diifferenzenalgorithmen, Finite-Elemente.<br>Numerische Mathematik: Partielle Differentialgleichungen, Diskretisierung, Lösungsverfahren für Lineare Gleichungssysteme.<br>Parallelisierung: Grundlegende Ansätze, Programmiermodelle, Effizienz. |
| 14. Literatur: | Eigene Unterlagen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 321701 Vorlesung Numerik für Höchstleistungsrechner |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32171 Numerik für Höchstleistungsrechner (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentation, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# Modul: 32180 Computerunterstützte Simulationsmethoden (MCAE) im modernen Entwicklungsprozess

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500012 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Yevgeniya Kovalenko |
| 9. Dozenten: | Ralf Schneider |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundkenntnisse in der technischen Mechanik, numerischen Mathematik und Informatik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden des Moduls haben die Prinzipien und Möglichkeiten der Modellierung und Simulation (MCAE) verstanden sowie deren Eingliederung in einen modernen virtuell-basierten Entwicklungsprozess kennengelernt. Sie können beurteilen, für welchen Verwendungszweck welche Simulationsmethoden am besten geeignet sind. Sie können erste einfache Anwendungen der FEM-Simulation auf strukturmechanische Fragestellungen realisieren und verfügen über die Basis zur vertieften Anwendung dieser Methoden, z.B. in einer Studien- oder in der Masterarbeit. |
| 13. Inhalt: | I. Vorlesung<br>• Eingliederung von CAE-Methoden in den Entwicklungsprozess, virtuelle Produktentwicklung, Soft- und Hardwareumgebung, MCAEProzesskette, Innovative MCAEKonzeptwerkzeuge, Optimierung, Simulationsdatenmanagement<br>• Grundbegriffe ingenieurwissenschaftlicher Berechnungen<br>• Die Finite Element Methode - lineare und nichtlineare Berechnungen, Formulierung und Berechnung von Finite Element Matrizen, Lösungsverfahren<br>• Einführung in das FEM-Programm ABAQUS, Übungsbeispiele<br>• zukünftige Entwicklungen, Ausblick.<br><br>II. Praktikum: "Finite Elemente-Analyse mit ABAQUS"<br>Durchführung von 2 Simulationen in 4 Stunden<br>• Linear statische Berechnung einer ebenen Stab-Balken-Konstruktion<br>• Nichtlineare statische Berechnung eines ebenen Balkentragwerkes |
| 14. Literatur: | Vorlesungsmanuskript "Computerunterstützte Simulationsmethoden (MCAE) im modernen Entwicklungsprozess<br>Skript zum Praktikum "Finite Elemente-Analyse mit ABAQUS |

| | |
|---|---|
| | CD mit "ABAQUS Student Edition zur Installation auf Privat-PC/ Laptop |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 321801 Vorlesung Computerunterstützte Simulationsmethoden (MCAE) im modernen Entwicklungsprozess<br>• 321802 Übungen, praktische Simulationen, 4 Std. |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: ca. 25 h<br>Selbststudium: ca. 65 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32181 Computerunterstützte Simulationsmethoden (MCAE) im modernen Entwicklungsprozess (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentation, Videos, Skripte zu Vorlesung und Praktikum, CD mit ABAQUSSoftware |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# Modul: 32190 Praktikum Methoden der Modellierung und Simulation

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500013 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Michael Resch |
| 9. Dozenten: | Michael Resch<br>Alfred-Erich Geiger<br>Martin Dziobek<br>Rolf Rabenseifner<br>Jose Gracia<br>Ralf Schneider<br>Andreas Ruopp<br>Uwe Wössner |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Informatik |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | Nähere Informationen zu den Praktischen Übungen: APMB erhalten Sie zudem unter http://www.uni-stuttgart.de/mabau/msc/msc_mach/linksunddownloads.html<br>Beispiel1: Visualisierung technisch-wissenschaftlicher Daten mit COVISE:<br>Anhand von Beispielen aus der Simulation der Wasserströmung in hydraulischen Strömungsmaschinen werden grundlegende Visualisierungsmethoden wie das Berechnen von Schnittflächen, Isoflächen, die Darstellung von Skalar- und Vektorfeldern sowie die Berechnung von Partikelbahnen vermittelt. Die Studenten können zuerst am Rechner, später in der VR-Umgebung des HLRS, eigene Daten oder Beispieldatensätze visualisieren.<br>Beispiel2: Modellierung mit 3D Studio Max für VRUmgebungen:<br>In diesem Praktikum werden Grundlagen der Modellierung und Animation vermittelt. Anhand von einfachen Beispielen werden Objekte erstellt, texturiert und animiert. Speziell für virtuelle Umgebungen werden Kamerafahrten, interaktive Elemente und Methoden zur Beschleunigung des Renderings wie LODs und visibility culling angewandt. Im Anschluss können die erstellten virtuellen Welten in der CAVE des HLRS erlebt werden.<br>Beispiel3: Finite Elemente-Analyse mit ABAQUS<br>Das Praktikum dient als Ergänzung zur Vorlesung "Computerunterstützte Simulationsmethoden (MCAE) im modernen Entwicklungsprozess" und bietet den Studenten die |

| | |
|---|---|
| | Möglichkeit, die in der Vorlesung behandelten theoretischen Grundlagen zur Finite-Elemente-Methode (FEM) praktisch anzuwenden. In einem 4 stündigen Praktikum sammeln Sie erste Erfahrungen mit dem weltweit eingesetzten Finite-Elemente Programm ABAQUS. Die Studenten lernen dabei die Arbeitsweise mit ABAQUS (Modellaufbau, Erstellung Inputdatensatz, Durchführung der Simulation sowie graphische Auswertemöglichkeiten) kennen. Anhand von Aufgabenstellungen, die teilweise bereits in der Vorlesung theoretisch gelöst wurden, müssen sie 2 Simulationen selbständig durchführen:<br>Linear statische Berechnung einer ebenen Stab-Balken-Konstruktion<br>Geometrisch nichtlineare statische Berechnung eines ebenen Balkentragwerkes<br>Durch einfache Parameteränderungen am FEMModell können sie die Auswirkungen auf die Ergebnisse studieren und visualisieren |
| 14. Literatur: | Praktikums-Unterlagen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 321901 Spezialisierungsfachversuch 1<br>• 321902 Spezialisierungsfachversuch 2<br>• 321903 Spezialisierungsfachversuch 3<br>• 321904 Spezialisierungsfachversuch 4<br>• 321905 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1<br>• 321906 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2<br>• 321907 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3<br>• 321908 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 30 Stunden<br>Selbststudium/Nacharbeitszeit: 60 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32191 Praktikum Methoden der Modellierung und Simulation (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# 227 Thermofluiddynamik

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2271 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2272 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2273 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 56090 | Praktikum Thermo-Fluid Dynamik |

# 2271 Kernfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:
14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II
14180 Numerische Strömungssimulation

# Modul: 14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 040800010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Kronenburg |
| 9. Dozenten: | Andreas Kronenburg |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Thermodynamik, Reaktionskinetik |
| 12. Lernziele: | Die Studenten kennen die physikalisch-chemischen Grundlagen von Verbrennungsprozessen: Reaktionskinetik von fossilen und biogenen Brennstoffen, Flammenstrukturen (laminare und turbulente Flammen, vorgemischte und nicht-vorgemischte |

| | |
|---|---|
| | Flammen), Turbulenz-Chemie Wechselwirkungsmechanismen, Schadstoffbildung |
| 13. Inhalt: | **Grdlg. Technischer Verbrennungsvorgänge I und II (WiSe, Unterrichtssprache Deutsch):**<br>• Erhaltungsgleichungen, Thermodynamik, molekularer Transport, chemische Reaktion, Reaktionsmechanismen, laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen.<br>• Gestreckte Flammenstrukturen, Zündprozesse, Flammenstabilität, turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Verbrennung, Schadstoffbildung, Spray-Verbrennung<br><br>**An equivalent course is taught in English:**<br>**Combustion Fundamentals I und II (summer term only, taught in English):**<br>• Transport equations, thermodynamics, fluid properties, chemical reactions, reaction mechanisms, laminar premixed and non-premixed combustion.<br>• Effects of stretch, strain and curvature on flame characteristics, ignition, stability, turbulent reacting flows, pollutants and their formation, spray combustion |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript<br>• Warnatz, Maas, Dibble, Verbrennung, Springer-Verlag<br>• Warnatz, Maas, Dibble, Combustion, Springer<br>• Turns, An Introduction to Combustion, Mc Graw Hill |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 140902 Übung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II<br>• 140901 Vorlesung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 70 h (4SWS Vorlesung, 1SWS Übung)<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 110 h<br>**Gesamt: 180 h** |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14091 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | • Tafelanschrieb<br>• PPT-Präsentationen<br>• Skripte zu den Vorlesungen |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# Modul: 14180 Numerische Strömungssimulation

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041610002 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | Eckart Laurien<br>Albert Ruprecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Numerik, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Studenten besitzen fundiertes Wissen über die Vorgehensweise, die mathematisch/physikalischen Grundlagen und die Anwendung der numerischen Strömungssimulation (CFD, Computational Fluid Dynamics) einschließlich der Auswahl der Turbulenzmodelle, sie sind in der Lage die fachgerechte Erweiterung, Verifikation und Validierung problemangepasster Simulationsrechnungen vorzunehmen |
| 13. Inhalt: | 1 Einführung<br>1.1 Beispiel: Rohrkrümmer<br>1.1.1 Einführende Demonstration<br>1.1.2 Modellierung und Simulation in der Strömungsmechanik<br>1.1.3 Strömungsphänomene in Rohrkrümmern<br>1.1.4 Vorbereitung und Durchführung<br>2 Vorgehensweise<br>2.1 Physikalische Beschreibung<br>2.1.1 Fluide und ihre Eigenschaften<br>2.1.2 Kompressibilität einer Gasströmung<br>2.1.3 Turbulenz<br>2.1.4 Dimensionsanalyse |

| | |
|---|---|
| | 2.1.5 Ausgebildete laminare Rohrströmung<br>2.2 Mathematische Formulierung<br>2.2.1 Eindimensionale Grundgleichungen der Stromfadentheorie<br>2.2.2 Ableitung der Navier-Stokes Gleichungen<br>2.2.3 Randbedingungen<br>2.2.4 Analytische Lösungen<br>2.2.5 Navier-Stokes Gleichungen für kompressible Strömung<br>2.3 Diskretisierung<br>2.3.1 Finite-Differenzen Methode für die Poissongleichung<br>2.3.2 Grundlagen der Finite-Volumen Methode<br>2.4 Koordinatentransformation und Netzgenerierung<br>2.4.1 Klassifizierung numerischer Netze<br>2.4.2 Netze für komplexe Geometrien<br>2.5 Simulationsprogramme<br>2.5.1 Übersicht<br>2.5.2 Das Rechenprogramm Ansys-CFX<br>2.5.3 Das Rechenprogramm Open Foam<br>3 Grundgleichungen und Modelle<br>3.1 Beschreibung auf Molekülebene<br>3.1.1 Gaskinetische Simulationsmethode<br>3.2 Laminare Strömungen<br>3.2.1 Hierarchie der Grundgleichungen<br>3.2.2 Die Euler-Gleichungen der Gasdynamik<br>3.2.3 Energiegleichung<br>3.2.4 Navier-Stokes Gleichungen für inkompressible Strömungen<br>3.3 Turbulente Strömungen<br>3.3.1 Visualisierung turbulenter Strömungen<br>3.3.2 Direkte Numerische Simulation<br>3.3.3 Reynoldsgleichungen für Turbulente Strömungen<br>3.3.4 Prandtl'sches Mischungswegmodell<br>3.3.5 Algebraische Turbulenzmodelle<br>3.3.6 Zweigleichungs-Transportmodelle<br>3.3.7 Sekundärströmungen<br>3.3.8 Reynoldsspannungemodelle<br>3.3.9 Klassifikation von Turbulenzmodellen<br>3.3.10 Grobstruktursimulation<br>4 Qualität und Genauigkeit<br>4.1 Anforderungen<br>4.1.1 Fehler und Genauigkeit<br>4.1.2 Anforderungen der Strömungsphysik<br>4.1.3 Anforderungen des Ingenieurwesens<br>4.2 Numerische Fehler und Verifikation<br>4.2.1 Rundungsfehler<br>4.2.2 Numerische Diffusion<br>4.2.3 Netzabhängigkeit einer Lösung<br>4.3 Modellfehler und Validierung<br>4.3.1 Arbeiten mit Wandfunktionen<br>4.3.2 Beispiel: Rohrabzweig |
| 14. Literatur: | • E. Laurien und H. Oertel jr.: Numerische Strömungsmechanik - Grundgleichungen und Modelle - Lösungsmethoden - Qualität und Genauigkeit, 5. Auflage, Springer Vieweg (2013)<br>• alle Vorlesungsfolien in ILIAS verfügbar |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 141801 Vorlesung und Übung Numerische Strömungssimulation<br>• 141802 Praktikum Numerische Strömungssimulation |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 45h + Nacharbeitszeit: 131h + Praktikumszeit: 4 h = 180 h |

| | |
|---|---|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14181 Numerische Strömungssimulation (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>keine Hilfsmittel zugelassen |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | ppt-Folien (30 %), Tafel und Kreide (65 %), Computerdemonstration (5%)<br>Manuskripte online |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# 2272 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 14090 | Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II |
| | 14180 | Numerische Strömungssimulation |
| | 18330 | Thermophysikalische Stoffeigenschaften |
| | 26410 | Molekularsimulation |
| | 30580 | Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen |
| | 30590 | Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen |
| | 38360 | Methoden der Numerischen Strömungssimulation |
| | 51780 | Modeling of Two-Phase Flows |

# Modul: 14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 040800010 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Kronenburg |
| 9. Dozenten: | Andreas Kronenburg |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Thermodynamik, Reaktionskinetik |
| 12. Lernziele: | Die Studenten kennen die physikalisch-chemischen Grundlagen von Verbrennungsprozessen: Reaktionskinetik von fossilen und biogenen Brennstoffen, Flammenstrukturen (laminare und turbulente Flammen, vorgemischte und nicht-vorgemischte |

| | |
|---|---|
| | Flammen), Turbulenz-Chemie Wechselwirkungsmechanismen, Schadstoffbildung |
| 13. Inhalt: | **Grdlg. Technischer Verbrennungsvorgänge I und II (WiSe, Unterrichtssprache Deutsch):**<br>• Erhaltungsgleichungen, Thermodynamik, molekularer Transport, chemische Reaktion, Reaktionsmechanismen, laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen.<br>• Gestreckte Flammenstrukturen, Zündprozesse, Flammenstabilität, turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Verbrennung, Schadstoffbildung, Spray-Verbrennung<br><br>**An equivalent course is taught in English:**<br>**Combustion Fundamentals I und II (summer term only, taught in English):**<br>• Transport equations, thermodynamics, fluid properties, chemical reactions, reaction mechanisms, laminar premixed and non-premixed combustion.<br>• Effects of stretch, strain and curvature on flame characteristics, ignition, stability, turbulent reacting flows, pollutants and their formation, spray combustion |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript<br>• Warnatz, Maas, Dibble, Verbrennung, Springer-Verlag<br>• Warnatz, Maas, Dibble, Combustion, Springer<br>• Turns, An Introduction to Combustion, Mc Graw Hill |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 140902 Übung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II<br>• 140901 Vorlesung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 70 h (4SWS Vorlesung, 1SWS Übung)<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 110 h<br>**Gesamt: 180 h** |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14091 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | • Tafelanschrieb<br>• PPT-Präsentationen<br>• Skripte zu den Vorlesungen |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# Modul: 14180 Numerische Strömungssimulation

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041610002 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | Eckart Laurien<br>Albert Ruprecht |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Numerik, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Studenten besitzen fundiertes Wissen über die Vorgehensweise, die mathematisch/physikalischen Grundlagen und die Anwendung der numerischen Strömungssimulation (CFD, Computational Fluid Dynamics) einschließlich der Auswahl der Turbulenzmodelle, sie sind in der Lage die fachgerechte Erweiterung, Verifikation und Validierung problemangepasster Simulationsrechnungen vorzunehmen |
| 13. Inhalt: | 1 Einführung<br>1.1 Beispiel: Rohrkrümmer<br>1.1.1 Einführende Demonstration<br>1.1.2 Modellierung und Simulation in der Strömungsmechanik<br>1.1.3 Strömungsphänomene in Rohrkrümmern<br>1.1.4 Vorbereitung und Durchführung<br>2 Vorgehensweise<br>2.1 Physikalische Beschreibung<br>2.1.1 Fluide und ihre Eigenschaften<br>2.1.2 Kompressibilität einer Gasströmung<br>2.1.3 Turbulenz<br>2.1.4 Dimensionsanalyse |

| | |
|---|---|
| | 2.1.5 Ausgebildete laminare Rohrströmung<br>2.2 Mathematische Formulierung<br>2.2.1 Eindimensionale Grundgleichungen der Stromfadentheorie<br>2.2.2 Ableitung der Navier-Stokes Gleichungen<br>2.2.3 Randbedingungen<br>2.2.4 Analytische Lösungen<br>2.2.5 Navier-Stokes Gleichungen für kompressible Strömung<br>2.3 Diskretisierung<br>2.3.1 Finite-Differenzen Methode für die Poissongleichung<br>2.3.2 Grundlagen der Finite-Volumen Methode<br>2.4 Koordinatentransformation und Netzgenerierung<br>2.4.1 Klassifizierung numerischer Netze<br>2.4.2 Netze für komplexe Geometrien<br>2.5 Simulationsprogramme<br>2.5.1 Übersicht<br>2.5.2 Das Rechenprogramm Ansys-CFX<br>2.5.3 Das Rechenprogramm Open Foam<br>3 Grundgleichungen und Modelle<br>3.1 Beschreibung auf Molekülebene<br>3.1.1 Gaskinetische Simulationsmethode<br>3.2 Laminare Strömungen<br>3.2.1 Hierarchie der Grundgleichungen<br>3.2.2 Die Euler-Gleichungen der Gasdynamik<br>3.2.3 Energiegleichung<br>3.2.4 Navier-Stokes Gleichungen für inkompressible Strömungen<br>3.3 Turbulente Strömungen<br>3.3.1 Visualisierung turbulenter Strömungen<br>3.3.2 Direkte Numerische Simulation<br>3.3.3 Reynoldsgleichungen für Turbulente Strömungen<br>3.3.4 Prandtl'sches Mischungswegmodell<br>3.3.5 Algebraische Turbulenzmodelle<br>3.3.6 Zweigleichungs-Transportmodelle<br>3.3.7 Sekundärströmungen<br>3.3.8 Reynoldsspannungemodelle<br>3.3.9 Klassifikation von Turbulenzmodellen<br>3.3.10 Grobstruktursimulation<br>4 Qualität und Genauigkeit<br>4.1 Anforderungen<br>4.1.1 Fehler und Genauigkeit<br>4.1.2 Anforderungen der Strömungsphysik<br>4.1.3 Anforderungen des Ingenieurwesens<br>4.2 Numerische Fehler und Verifikation<br>4.2.1 Rundungsfehler<br>4.2.2 Numerische Diffusion<br>4.2.3 Netzabhängigkeit einer Lösung<br>4.3 Modellfehler und Validierung<br>4.3.1 Arbeiten mit Wandfunktionen<br>4.3.2 Beispiel: Rohrabzweig |
| 14. Literatur: | • E. Laurien und H. Oertel jr.: Numerische Strömungsmechanik - Grundgleichungen und Modelle - Lösungsmethoden - Qualität und Genauigkeit, 5. Auflage, Springer Vieweg (2013)<br>• alle Vorlesungsfolien in ILIAS verfügbar |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 141801 Vorlesung und Übung Numerische Strömungssimulation<br>• 141802 Praktikum Numerische Strömungssimulation |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 45h + Nacharbeitszeit: 131h + Praktikumszeit: 4 h = 180 h |

| | |
|---|---|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 14181 Numerische Strömungssimulation (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1<br>keine Hilfsmittel zugelassen |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | ppt-Folien (30 %), Tafel und Kreide (65 %), Computerdemonstration (5%)<br>Manuskripte online |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# Modul: 18330 Thermophysikalische Stoffeigenschaften

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410029 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Klaus Spindler |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Thermodynamik, Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer kennen die Methoden zur Berechnung der Stoffeigenschaften von reinen Stoffen und Gemischen in ihren Aggregatzuständen (fest, flüssig, gasförmig). Sie beherrschen das Theorem der korrespondierenden Zustände und die Methode der Strukturgruppenbeiträge. Sie können entsprechende Berechnungen für thermische Eigenschaften und Transporteigenschaften durchführen. Die Teilnehmer können die Temperatur- und Druckabhängigkeit der Stoffeigenschaften berechnen oder aus Moleküldaten abschätzen. Sie beherrschen die Verfahren nach dem geltenden Stand der Technik. Sie können damit Komponenten und Anlagen strömungs- und wärmetechnisch projektieren und auslegen.<br>Sie beherrschen die Grundlagen der genauen Bestimmung thermophysikalischer Stoffeigenschaften für Prozesse mit vollständiger stofflicher Ausnutzung durch hohe Anforderungen des Umweltschutzes. |
| 13. Inhalt: | • Thermische Eigenschaften<br>• Dampfdruck<br>• Theorem der übereinstimmenden Zustände<br>• Dichte von Gasen, überhitztem Dampf und Flüssigkeiten<br>• Dichte auf der Grenzkurve<br>• kritische Temperatur, kritischer Druck, kritisches Volumen<br>• Verdampfungsenthalpie<br>• spezifische Wärmekapazität<br>• ideale, reale Gase und Flüssigkeiten<br>• Temperatur- und Druckabhängigkeit<br>• Methode der Gruppenbeiträge<br>• Verfahren mit der Zusatzwärmekapazität<br>• in der Nähe der Grenzkurve<br>• im überkritischen Gebiet<br>• Differenz der spezifischen Wärmekapazität auf der Grenzkurve |

| | |
|---|---|
| | • Näherungsverfahren<br>• Transporteigenschaften<br>• Viskosität von Gasen und Flüssigkeiten<br>• Druck- und Temperaturabhängigkeit<br>• Theorem der übereinstimmenden Zustände<br>• Flüssigkeiten auf der Siedelinie<br>• Wärmeleitfähigkeit<br>• Gase bei niedrigem u. hohem Druck<br>• Temperatur- und Druckabhängigkeit<br>• Flüssigkeiten<br>• Gemische<br>• Diffusionskoeffizient<br>• Gasgemische bei niedrigem und hohem Druck<br>• Flüssigkeiten<br>• Oberflächenspannung<br>• Thermophysikalische Eigenschaften von Festkörpern, Metalle und Legierungen, Kunststoffe, Wärmedämmstoffe, feuerfeste Materialien, Baustoffe, Erdreich, Holz, Schüttstoffe |
| 14. Literatur: | • B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'Connell: The Properties of Gases and Liquids. 5th edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 2000<br>• D. Lüdecke, C. Lüdecke: Thermodynamik - Physikalisch-chemische Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik<br>• Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2000<br>• VDI-Wärmeatlas: Berechnungsblätter für den Wärmeübergang. 10. Aufl. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006<br>• Manuskript und Arbeitsblätter |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 183302 Übung Thermophysikalische Stoffeigenschaften<br>• 183301 Vorlesung Thermophysikalische Stoffeigenschaften |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h<br>Gesamt:180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 18331 Thermophysikalische Stoffeigenschaften (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Powerpoint, Overhead, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 26410 Molekularsimulation

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042100004 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Joachim Groß |
| 9. Dozenten: | Joachim Groß<br>Niels Hansen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | inhaltlich: Technische Thermodynamik I und II, Molekulare Thermodynamik<br>formal: Bachelor-Abschluss |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden<br>• können mit Hilfe von Computersimulationen thermodynamische Stoffeigenschaften einzig aus zwischenmolekularen Kräften ableiten.<br>• können etablierte Methoden im Bereich der ",Molekulardynamik', und der ",Monte-Carlo-Simulation', anwenden und haben darüber hinaus vertiefte Kenntnisse um eigene Programme zur Berechnung verschiedener Stoffeigenschaften wie beispielsweise Diffusionskoeffizienten zu entwickeln. ;<br>• können durch die Simulationen unterstützt eine optimale Auswahl von Fluiden für eine verfahrenstechnische Anwendung generieren, so beispielsweise ein prozessoptimiertes Lösungsmittel.<br>• haben die Fähigkeit bestehende Berechnungsmethoden bezüglich ihrer physikalischen Grundannahmen, der Genauigkeit der Ergebnisse und der Recheneffizienz zu bewerten und weiter zu entwickeln. ; |
| 13. Inhalt: | Ausgangspunkt sind Modelle der zwischenmolekularen Wechselwirkungen, wie Hartkörper-, Square-Well-, und Lennnard-Jones-Potential sowie elektrostatische Potentiale.<br>Die Grundlagen der molekularen Simulation werden diskutiert: periodische Randbedingungen, Minimum-Image-Konvention, Abschneideradien, Langreichweitige Korrekturen. Eine Einführung in die beiden grundlegenden Simulationsmethoden Molekulardynamik und Monte-Carlo-Technik wird gegeben. Die Berechnung thermodynamischer Zustandsgrößen aus geeigneten Ensemble-Mittelwerten von Simulationen wird etabliert. Die Paarkorrelationsfunktionen werden als strukturelle Eigenschaften diskutiert. Spezielle Methoden zur simulativen Berechnung von Phasengleichgewichten werden eingeführt. |

| | |
|---|---|
| 14. Literatur: | • M.P. Allen, D.J. Tildesley: Computer Simulation of Liquids, Oxford University Press<br>• D. Frenkel, B.J. Smit: Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications, Academic Press<br>• D.C. Rapaport: The Art of Molecular Dynamics Simulation, Cambridge University Press |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 264101 Vorlesung Molekularsimulation<br>• 264102 Übung Molekularsimulation |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Nachbearbeitungszeit: 124 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 26411 Molekularsimulation (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1<br>Prüfungsvoraussetzung: (USL-V), schriftliche Prüfung |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Entwicklung des Vorlesungsinhaltes als Tafelanschrieb. Die Übung wird als Rechnerübung gehalten. |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik |

# Modul: 30580 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042200102 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Oliver Thomas Stein |
| 9. Dozenten: | Oliver Thomas Stein |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Fundierte Grundlagen in Thermodynamik, Chemie, Mathematik, Physik, Informatik<br>Vertiefungsmodul: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge I + II (begleitend) |
| 12. Lernziele: | Studierende kennen die Grundlagen der numerischen Simulation vereinfachter Verbrennungsprozesse. Sie haben erste Erfahrungen mit der Modellbildung von Verbrennungssystemen und deren Implementierung. Sie können selbstständig einfachste Verbrennungsreaktoren programmieren, und Simulationen durchführen und die Ergebnisse auswerten. Diese Fähigkeiten sind zur Vertiefung in Form von Studien-/Masterarbeiten geeignet. |
| 13. Inhalt: | - Wiederholung der Grundlagen der Verbrennung<br>- Vereinfachte Reaktormodelle: Durchflussreaktoren, Chargenreaktoren, ideale Rührreaktoren, konstante Druck-/ Volumenreaktoren |

| | |
|---|---|
| | - Grundlagen der numerischen Simulation: Modellbildung, Diskretisierung, Implementierung<br>- Orts-/Zeitdiskretisierung, Anfangs-/Randbedingungen, explizite/ implizite Lösungsverfahren<br>- Übung: Implementierung und Simulation einfacher Verbrennungssysteme in Matlab |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsfolien<br>• S.R. Turns, An Introduction to Combustion: Concepts and Applications, 2nd Edition, McGraw Hill (2006)<br>• J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, Verbrennung, 4th Edition, Springer (2010)<br>• J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer (2002) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305801 Vorlesung Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen<br>• 305802 Computerübungen in Kleingruppen Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:<br>1) Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Vorlesung: 2.0 SWS = 28 Stunden<br>2) Computerübungen in Kleingruppen Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Computerübungen (in Kleingruppen): 3.0 SWS = 42 Stunden<br>- Summe Präsenzzeit: 70 Stunden<br>- Selbststudium: 110 Stunden<br>- Gesamt: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30581 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1<br>unbenotete Prüfungsvorleistung: Computerübungen |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Computeranwendungen |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# Modul: 30590 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042200103 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 5 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Oliver Thomas Stein |
| 9. Dozenten: | Oliver Thomas Stein |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Vertiefungsmodul: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge I + II<br>• Modul: Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden haben sich mit der Komplexität der Modellierung sowohl vereinfachter, als auch angewandter Verbrennungssysteme auseinandergesetzt. Sie sind mit den Grundzügen der Turbulenz und deren numerischer Simulation vertraut. Sie kennen verschiedene Ansätze zur Modellierung technischer Flammen und sind in der Lage dieses Wissen in vertiefenden Arbeiten umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | • Einführung in die Softwareumgebung: Linux, C++, OpenFOAM<br>• Einführung in CFD, Anwendungsbereiche<br>• Erhaltungsgleichungen: Herleitung, Bedeutung, Formen |

| | |
|---|---|
| | • Turbulenz: Phänomenologie und Modellierung (RANS, LES, DNS)<br>• Verbrennungsmodellierung: laminar/turbulent<br>• Numerische Verfahren: Finite Volumen Methode, Lösungsalgorithmen<br><br>Übung: Implementierung, Simulation und Ergebnisanalyse mit OpenFOAM |
| 14. Literatur: | • Lecture slides<br>• H.K. Versteeg, W. Malalasekera, „An Introduction to Computational Fluid Dynamics, The Finite Volume Method“, Pearson/Prentice Hall (2007)<br>• J.H. Ferziger, M. Peric, „Computational Methods for Fluid Dynamics“, Springer (2002) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 305902 Computerübungen in Kleingruppen Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen<br>• 305901 Vorlesung Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit:<br>1) Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen, Vorlesung: 2.0 SWS = 28 Stunden<br>2) Computerübungen Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen (in Kleingruppen): 3.0 SWS = 42 Stunden<br>• Summe Präsenzzeit: 70 Stunden<br>• Selbststudium: 110 Stunden<br>• Gesamt: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30591 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1<br>unbenotete Prüfungsvorleistung: Computerübungen |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Computeranwendungen |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# Modul: 38360 Methoden der Numerischen Strömungssimulation

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041600612 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen der Numerik, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre |
| 12. Lernziele: | Studenten besitzen fundiertes Wissen über die Algorithmen zur numerischen Strömungssimulation als Grundlage für problemangepasste Simulationsprogramme |
| 13. Inhalt: | 1 Einführung<br>1.1 Beispiele für die Anwendung Numerischer Methoden<br>1.2 Vorgehensweise der Numerischen Strömungssimulation<br>1.3 Eigenschaften von Differentialgleichungen<br>1.4 Differenzenverfahren zur Lösung der Poissongleichung<br>1.5 Geschiche der Numerischen Strömungssimulation<br>2 Simulation eindimensionaler kompressibler Strömungen<br>2.1 Beispiel: Stoßausbreitung in einem Rohr<br>2.2 Explizites Einschrittverfahren mit zentralen Differenzen<br>2.3 Lax-Wendroff Verfahren<br>3 Dreidimensionale Grundgleichungen der Strömungsmechanik<br>3.1 Ableitung für kompressible Strömungen<br>3.2 Randbedingungen<br>3.3 Vereinfachungen für inkompressible Strömungen<br>3.4 Randbedingungen<br>3.5 Beispiel einer Lösungsmethode: DuFort-Frankel Verfahren<br>3.6 Semi-Implizite Methode<br>4 Grundlagen der Diskretisierung<br>4.1 Zeitdiskretisierung<br>4.2 Diskretisierungsfehler<br>4.3 Rundungsfehler<br>4.4 Diskretisierung eindimensionaler Modellgleichungen<br>5 Netzgenerierung<br>5.1 Numerische Netze<br>5.2 Interpolationsmethode<br>5.3 Generierung Unstrukturierter Netze<br>5.4 Netzadaption<br>6 Finite-Differenzen Methoden<br>6.1 Transformation in den Rechenraum |

| | |
|---|---|
| | 6.2 Berechnung der Metrik-Koeffizienten<br>6.3 MacCormack Verfahren<br>7 Finite-Volumen Methoden<br>7.1 Finite-Volumen Methode für eine Dgl. 1. Ordnung<br>7.2 Finite-Volumen Methode für die Poissongleichung<br>7.3 Semi-Implizite Finite-Volumen Methode<br>7.4 Runge-Kutta Finite-Volumen Methode |
| 14. Literatur: | E. Laurien und H. Oertel jr.: Numerische Strömungsmechanik, 4. Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden (2011) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 383601 Vorlesung Methoden der Numerischen Strömungssimulation |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 38361 Methoden der Numerischen Strömungssimulation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb (80%) und ppt-Präsentation (20%) |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# Modul: 51780 Modeling of Two-Phase Flows

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041600615 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | Eckart Laurien |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Numerische Strömungssimulation |
| 12. Lernziele: | The students have special knowledge about the three-dimensional methods using multifluid models for two- or three-dimensional two-phase flows in energy-, process, and environmental engineering. Bubbly, stratified and droplet flows will be modeled using statistical averaging in an application-oriented way. The emphasis is on gas-liquid systems with momentum transfer, two-phase turbulence as well as boiling, cavitation and condensation. The quality and accuracy of those models is discussed in view of experimental observations and measurements. An example software (CFX) is presented and used in practical exercises. |
| 13. Inhalt: | 1 Introduction<br>1.1 Characterization of Two-Phase Flows<br>1.1.1 Two-Phase Flows, Examples<br>1.1.2 Classification of Two-Phase Flows<br>1.1.3 Stokes Number |

| | |
|---|---|
| | 1.1.4 Turbulence in Two-Phase Flows<br>1.2 Euler-Lagrange Model<br>1.2.1 Model Equations<br>1.2.2 Computation of Particle-Laden Flow<br>1.2.3 Numerical Integration of Particle Trajectories<br>1.2.4 Lagrangian Turbulence Modeling<br>2 Adiabatic Two-Phase Flows (Gas-Liquid)<br>2.1 Bubble Plume<br>2.1.1 Mechanisms of Momentum Transfer<br>2.1.2 Fundamental Equations<br>2.1.3 Numerical Simulation of a Bubble Plume<br>2.2 Bubbly Pipe Flow<br>2.2.1 Experimental Observations<br>2.2.2 Numerical Simulation of Bubbly Pipe Flows<br>2.2.3 Bubble Dynamics<br>2.2.4 Derivation of the Two-Fluid Equations<br>2.2.5 Single-Phase Turbulence Modelling Overview<br>2.2.6 Prandtls Mixing-Length Model<br>2.2.7 The K-epsilon Turbulence Model<br>2.2.8 Two-Phase Turbulence Models<br>2.2.9 Extended Continuum Models<br>2.3 Stratified Flow<br>2.3.1 Countercurrent Flow Experiments<br>2.3.2 Forces at a Wavy Surface<br>2.3.3 Two-Phase Turbulence Transport Models<br>2.4 Direct Numerical Simulation<br>2.4.1 Volume-of-Fluid Method<br>2.4.2 Example: Determination of the Virtual Mass Coefficient<br>3 Two-Phase Flow with Heat and Mass Transfer<br>3.1 Examples<br>3.1.1 Boiling, Cavitation and Condensation of Water<br>3.2 Continuum Model with Heat and Mass Transfer<br>3.2.1 Direct-Contact Heat and Mass Transfer3.2.2 Number Density versus Particle Size<br>3.2.3 Thermal Cavitation in Gravity-Driven Pipe Flow<br>3.2.4 Nucleation Model<br>3.2.5 Wall-Boiling Model<br>3.3 Two-Phase Flows of Mixtures<br>3.3.1 Thermodynamics of Wet Air and Vapour<br>3.3.2 Two Fluid Model for Wet Air and Vapour<br>3.3.3 Wall-Condensation Model<br>4 Flow and Heat Transfer at Supercritical Pressure<br>4.1 Technical Applications of Supercritical Fluids<br>4.2 Experiments of Heat Transfer to Supercritical Water Pipe Flows<br>4.3 Empirical Correlations<br>4.4 Two-Layer Theory for Heat Transfer of Pipe Flows<br>4.5 One-Dimensional Theory<br>4.6 CFD and RANS Models for Supercritical-Pressure Flows |
| 14. Literatur: | complete lecture material can be downloaded from ILIAS in the form of slides (pdf-format)<br>E. Laurien und H. Oertel: Numerische Strömungsmechanik, 5. Auflage, Vieweg+Teubner, 2013 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 517801 Vorlesung Modeling of Two-Phase Flows Part I<br>• 517802 Vorlesung Modeling of Two-Phase Flows Part II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 6 x 30 h |

| | |
|---|---|
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | • 51781 Modeling of Two-Phase Flows (PL), Mündlich, Gewichtung: 1<br>• 51782 Modeling of Two-Phase Flows (USL), Mündlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# 2273 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 51800 | Advanced Combustion |
| 51810 | Angewandte Strömungsmesstechnik und Versuchstechnik |

# Modul: 51800 Advanced Combustion

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042200106 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Kronenburg |
| 9. Dozenten: | Andreas Kronenburg Oliver Thomas Stein |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge I+II, Einführung in die Simulation von Verbrennungsprozessen |
| 12. Lernziele: | The students understand the complexities of turbulent reacting single and multiphase flows. They appreciate the interactions of the different physico-chemical processes. They are able to apply the concepts of turbulent combustion and its modelling to real turbulent flames in applications of technical relevance using different types of fuel (gaseous, liquid and solid). |
| 13. Inhalt: | Part I: Introduction to turbulent combustion theory and modelling, turbulent premixed and non-premixed flames, issues related to the modelling of turbulent reactive species, simple closures for the chemical source terms (for global reaction schemes), mixture fraction based methods for turbulent non-premixed combustion, probability density function/Monte Carlo methods for turbulent combustion, linear-eddy modelling, level-set methods and flame surface density models for turbulent premixed combustion, Part II: Introduction to liquid fuel and solid fuel combustion and its coupling with the flow field, single droplet combustion, stochastic modelling of spray break-up and dispersion, spray combustion, coal combustion, rocket fuel combustion |
| 14. Literatur: | 1. T. Poinsot, D. Veynante, „Theoretical and Numerical Combustion“, 2nd Edition, RT Edwards Inc, 2005 2. N. Peters. “Turbulent Combustion” Cambridge University Press, 2000 3. R. S. Cant and E. Mastorakos. „A Introduction to Turbulent Reacting Flows“, Imperial College Press, 2008 4. W. A. Sirignano, „Fluid Dynamics and Transport of Droplets and Sprays“, Cambridge University Press, 2000 |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 518001 Vorlesung Advanced Combustion |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h Selbststudiumszeit/Nachbearbeitungszeit: 62 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 51801 Advanced Combustion (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>written examination (60 minutes) for course „Advanced Combustion“ or oral examination (20 minutes) |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# Modul: 51810 Angewandte Strömungsmesstechnik und Versuchstechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 41600620 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | Rudi Kulenovic |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Fluidmechanik I, Messtechnik-Praktikum |
| 12. Lernziele: | Die Absolventen des Kurses besitzen fundierte Kenntnisse über die Anwendung unterschiedlicher Methoden der Messung von Geschwindigkeits- und Temperaturfeldern sowie bei Zweiphasenströmungen der Phasenverteilung in instationären turbulenten Strömungsfeldern. Möglichkeiten und Grenzen eines Versuchsaufbaues unterschiedlicher Versuchsstände können abgeschätzt und beurteilt werden. Sie sind in der Lage, Versuchsstände auszulegen und Exerimente zu planen. Sie kennen die Konzepte der Validierung theoretischer Berechnungsmethoden. |
| 13. Inhalt: | Gliederung -- Validierung theoretischer Berechnungsmethoden -- Laser-Doppler Anemometrie -- Particle-Image Velocimetrie -- Thermoelemente in Strömungen -- Fluoreszenzmethoden -- Wärmebildkamera, Hochgeschwindigkeitskamera -- Ultraschnelle Röntgentomographie -- Bildgebende Messverfahren -- Rohrleitungs-Versuchsstände -- Versuchsstand zur Untersuchung von Siedevorgängen -- Versuchsstand mit Superkritischem Kohlendioxid |
| 14. Literatur: | W. Nitsche: Strömungsmesstechnik, Springer, Berlin 1994 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 518101 Vorlesung Angewandte Strömungsmesstechnik und Versuchstechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 51811 Angewandte Strömungsmesstechnik und Versuchstechnik (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# Modul: 56090 Praktikum Thermo-Fluid Dynamik

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

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien |
| 9. Dozenten: | Eckart Laurien<br>Rudi Kulenovic<br>Rainer Mertz |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester<br>➞ Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester<br>➞ Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage, die Ziele und den Aufwand, von Laborexperimenten und Messungen einzuschätzen. Sie haben forschungsorientierte experimentelle Anlagen kennen gelernt und können diese unter Anleitung betreiben. Sie haben fortgeschrittene Messtechniken kennen gelernt und können die erforderlichen Auswertemethoden selbstständig anwenden. Sie haben praktische Erfahrungen mit einem industriellen CFD-Programm gesammelt und können den erforlerlichen Aufwand für Berechnungen und Auswertungen abschätzen. |
| 13. Inhalt: | Numerische Strömungssimulation: Nach einer allgemeinen Einführung in die numerische Strö-mungssimulation werden von den Studenten unter Anleitung Simulationsrechnungen mit Hilfe der kommerziellen CFDSoft-ware CFX durchgeführt. In diesem Zusammenhang wird der Gittereinfluss auf die Simulationsergebnisse untersucht. Anhand eines praktischen Beispiels einer Naturkonvektionsströmung in einer einfachen Geometrie bestimmen die Teilnehmer wärme-technische Größen, z. B. Wärmeübergangskoeffizient und Nusselt-Zahl. Digitale Videobildverarbeitung: Im Praktikum wird ein Versuchsaufbau im Betrieb vorgestellt, mit dem Siedevorgänge visuell beobachtet werden können. Es wird auf die Voraussetzungen für die Bildaufnahme eingegangen, z.B. die notwendige Bildauflösung, Beleuchtung, Datenraten und anfallende Datenmengen. Anschließend wird eine Testaufnahme durchgeführt und mit geeigneten morphologischen Bildoperatio-nen verarbeitet. In diesem Zusammenhang werden Bildanalyse-methoden zur Objekterkennung, Objektverfolgung und Extrahie-rung von Objekteigenschaften vorgestellt. Die gezeigten Metho-den sind allgemein anwendbar und werden in vielen Aufgaben-gebieten der optischen Messtechnik eingesetzt, z.B. bei der Ob-jekterkennung, Qualitätssicherung in der Produktion und Video-überwachung. Laseroptische Messungen in strömungsmechanischen Aufgabenstellungen: |

| | |
|---|---|
| | Im Praktikum wird ein Überblick zu aktuellen nichtinvasiven laseroptischen Messtechniken für thermofluiddynamische Strömungsuntersuchungen, z.B. Bestimmung von lokalen und globalen Strömungseigenschaften wie Strömungsgeschwindigkeiten, Temperaturverteilungen, Mischungsverhältnissen, etc., gegeben und anhand von industriellen Anwendungsbeispielen deren Einsatzmöglichkeiten dargestellt. Insbesondere das Messverfahren der Particle-Image-Velocimetry (PIV) wird näher vorgestellt und anschließend an einem praktischen Anwendungsbeispiel demonstriert. Hierzu werden mit einem PIV-Messsystem Strö-mungsgeschwindigkeitsmessungen an einem Versuchskanal des IKE durchgeführt und ausgewertet. Ultraschnelle 3D-Röntgentomographie zur Untersuchung von Zweiphasenströmungen: Im Theorieteil des Praktikums wird die Funktionsweise und Methodik der ultraschnellen Computertomographie erläutert. Dies beinhaltet die Elektronenstrahlsteuerung, die Detektortechnik, sowie die digitale Bildrekonstruktion. Anschließend besteht die Möglichkeit, ein Strömungsphantom unter Anleitung zu scannen und zu rekonstruieren. Simulation der Ausbreitung radioaktiver Schadstoffe: Im Rahmen des Praktikums werden kurz die wesentlichen physika-lischen Prozesse bei der Ausbreitung der radioaktiven Stoffe, sowie der Einsatz des Simulationssystems im Rahmen des Notfallschutzes besprochen. Nach einer kurzen Einführung in die Handhabung des Systems werden die Praktikumsteilnehmer selbstständig Ausbreitungsrechnungen auf Basis von definierten Szenarien durchführen. Abschließend werden dieErgebnisse der Rechnungen visualisiert und die Auswirkung unterschiedlicher Einflussparameter auf das Ergebnis diskutiert. |
| 14. Literatur: | Praktikumsunterlagen (werden bei der Anmeldung im ILIAS ausgegeben) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 560901 Praktikum Thermo-Fluid Dynamik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 3 x 30 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 56091 Praktikum Thermo-Fluid Dynamik (Deutsch) (USL), Sonstige, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Laborübungen und Computerübungen |
| 20. Angeboten von: | Thermofluiddynamik |

# 228 Energiespeicher

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2281 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2282 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2283 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 50310 | Praktikum Energiespeicher |

# 2281 Kernfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module: 30470 Thermische Energiespeicher
48390 Elektrochemische Energiespeicherung

# Modul: 30470 Thermische Energiespeicher

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042400038 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Henner Kerskes |
| 9. Dozenten: | Henner Kerskes |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Mathematik, Thermodynamik und Wärme und Stoffübertragung |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br><br>Die Studierenden<br><br>• kennen die physikalischen Grundlagen zur thermischen Energiespeicherung<br><br>• kennen Verfahren zur thermischen Energiespeicherung im Gebäudesektor und für industrielle und Kraftwerks-Prozesse<br><br>• kennen Anlagen und deren Komponenten zur thermischen Energiespeicherung<br><br>• kennen Verfahren zur Prüfung thermischer Energiespeicher und zur Ermittlung von Bewertungskriterien<br><br>• können thermische Energiespeicher berechnen und auslegen. |
| 13. Inhalt: | Die Vorlesung vermittelt theoretisches und praktisches Wissen über die zur Speicherung von Wärme verfügbaren Technologien im Temperaturbereich von ca. - 10 ,C bis + 1000 ,C. Ausgehend von grundlegenden thermodynamischen und physikalischen Zusammenhängen wird die Energiespeicherung in Form von fühlbarer Wärme in Flüssigkeiten und Feststoffen, durch Phasenwechselvorgänge (Latentwärmespeicher incl. Eisspeicher) sowie Technologien für thermo-chemische Energiespeicher auf der Basis reversibler exo- und endothermischer chemischer Reaktionen behandelt. Ergänzend hierzu werden Druckluftspeicher vorgestellt. Algorithmen und Gleichungssysteme zur numerischen Beschreibung des thermischen Verhaltens ausgewählter Speicherkonzepte werden entwickelt. Unterschiedliche Varianten der Integration der diversen Speichertechnologien in Gesamtsysteme zur Energiebereitstellung werden, insbesondere im Hinblick auf solarthermische Anwendungen, präsentiert. |
| 14. Literatur: | • I: Vorlesungsmanuskript "Thermische Energiespeicher - Grundlagen und Niedertemperaturanwendungen<br><br>• II: Vorlesungsmanuskript "Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304701 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Grundlagen und Niedertemperaturanwendungen<br>• 304702 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: ca. 56 h<br>Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30471 Thermische Energiespeicher (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafel Anschrieb |

20. Angeboten von: Thermodynamik und Wärmetechnik

# Modul: 48390 Elektrochemische Energiespeicherung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410042 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Friedrich |
| 9. Dozenten: | Andreas Friedrich |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/innen haben Kenntnisse in Grundlagen und Anwendungen der Batterietechnik. Sie verstehen das Prinzip der elektrochemischen Energieumwandlung und sind in der Lage, Zellspannung und Energiedichte mit Hilfe thermodynamischer Daten zu errechnen. Sie kennen Aufbau und Funktionsweise von typischen Batterien (Alkali-Mangan, Zink-Luft) und Akkumulatoren (Blei, Nickel-Metallhydrid, Lithium). Sie verstehen die Systemtechnik und Anforderungen typischer Anwendungen (portable Geräte, Fahrzeugtechnik, Pufferung regenerativer Energien, Hybridsysteme). Sie haben grundlegende Kenntnisse von Herstellungsverfahren, Sicherheitstechnik und Entsorgung. Sie haben eine Handfertigkeit in der experimentellen Charakterisierung von Lithiumbatterien erlangt und können die Leistung einer Zelle anhand von Kennlinien bewerten. Sie sind mit dem inneren Aufbau von Batterien vertraut und können deren elektrochemischen und thermischen Eigenschaften mit Hilfe von Computersimulationen vorhersagen. |
| 13. Inhalt: | - Grundlagen: Elektrochemische Thermodynamik, Elektrolyte, Grenzflächen, elektrochemische Kinetik |

| | |
|---|---|
| | - Primärzellen: Alkali-Mangan<br>- Sekundärzellen: Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid, Nickel-Cadmium, Lithium-Ionen, Natrium-Schwefel, Redox-Flow<br>- Anwendungen: Systemtechnik, Hybridisierung, portable Geräte, Fahrzeugtechnik, regenerative Energien<br>- Herstellung, Sicherheitstechnik und Entsorgung Grundlagen und Hintergrund: Materialien und Elektrochemie, Zell- und Batteriekonzepte, Systemtechnik, Anwendungen<br>- Praxis: Messung von Kennlinien, Präparation von Zellen, Analytik, Hybridisierung<br>- Theorie: Elektrochemische Simulationen, Wärmemanagement, Systemauslegung |
| 14. Literatur: | Skript und Unterlagen zur Veranstaltung, A. Jossen und W. Weydanz, Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen (2006). |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 483901 Vorlesung Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien<br>• 483902 Vorlesung mit theoretischen und praktischen Übungen Lithiumbatterien: Theorie und Praxis |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Vor- / Nachbereitung: 98 h<br>Prüfungsvorbereitung: 40 h<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 48391 Elektrochemische Energiespeicherung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Brennstoffzellentechnik |

# 2282 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 18160 | Berechnung von Wärmeübertragern |
| | 30470 | Thermische Energiespeicher |
| | 41170 | Speichertechnik für elektrische Energie I |
| | 41750 | Speichertechnik für elektrische Energie II |
| | 48390 | Elektrochemische Energiespeicherung |

# Modul: 18160 Berechnung von Wärmeübertragern

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410030 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Wolfgang Heidemann |
| 9. Dozenten: | Wolfgang Heidemann |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule |

| | |
|---|---|
| | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Wärme- und Stoffübertragung |
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br>Die Studierenden<br>• kennen die Grundgesetze derWärmeübertragung und der Strömungen<br>• sind in der Lage die Grundlagen inForm von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden<br>• kennen unterschiedliche Methodenzur Berechnung von Wärmeübertragern<br>• kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertragerbauformen |
| 13. Inhalt: | Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieursausbildung durch Vermittlung von Fachwissen für die Berechnung von Wärmeübertragern zu leisten.<br>Die Lehrveranstaltung<br>• zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis,<br>• vermittelt die Grundlagen zurBerechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode<br>• behandelt Sonderbauformen undSpezialprobleme(Wärmeverluste),<br>• vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und imMantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung,Kondensation, Verdampfung),<br>• führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände,Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren),<br>• behandelt die Bestimmung vonDruckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen<br>• vermittelt die Berechnung vonRegeneratoren |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsmanuskript,<br>• empfohlene Literatur: VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern<br>• 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 18161 Berechnung von Wärmeübertragern (PL), Schriftlich, 70 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung: Beamerpräsentation<br>Übung: Overhead-Projektoranschrieb, Online-Demonstration von Berechnungssoftware |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# Modul: 30470 Thermische Energiespeicher

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042400038 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr.-Ing. Henner Kerskes |
| 9. Dozenten: | Henner Kerskes |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse in Mathematik, Thermodynamik und Wärme und Stoffübertragung |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Erworbene Kompetenzen:<br><br>Die Studierenden<br><br>• kennen die physikalischen Grundlagen zur thermischen Energiespeicherung<br><br>• kennen Verfahren zur thermischen Energiespeicherung im Gebäudesektor und für industrielle und Kraftwerks-Prozesse<br><br>• kennen Anlagen und deren Komponenten zur thermischen Energiespeicherung<br><br>• kennen Verfahren zur Prüfung thermischer Energiespeicher und zur Ermittlung von Bewertungskriterien<br><br>• können thermische Energiespeicher berechnen und auslegen. |
| 13. Inhalt: | Die Vorlesung vermittelt theoretisches und praktisches Wissen über die zur Speicherung von Wärme verfügbaren Technologien im Temperaturbereich von ca. - 10 ,C bis + 1000 ,C. Ausgehend von grundlegenden thermodynamischen und physikalischen Zusammenhängen wird die Energiespeicherung in Form von fühlbarer Wärme in Flüssigkeiten und Feststoffen, durch Phasenwechselvorgänge (Latentwärmespeicher incl. Eisspeicher) sowie Technologien für thermo-chemische Energiespeicher auf der Basis reversibler exo- und endothermischer chemischer Reaktionen behandelt. Ergänzend hierzu werden Druckluftspeicher vorgestellt. Algorithmen und Gleichungssysteme zur numerischen Beschreibung des thermischen Verhaltens ausgewählter Speicherkonzepte werden entwickelt. Unterschiedliche Varianten der Integration der diversen Speichertechnologien in Gesamtsysteme zur Energiebereitstellung werden, insbesondere im Hinblick auf solarthermische Anwendungen, präsentiert. |
| 14. Literatur: | • I: Vorlesungsmanuskript "Thermische Energiespeicher - Grundlagen und Niedertemperaturanwendungen<br><br>• II: Vorlesungsmanuskript "Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 304701 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Grundlagen und Niedertemperaturanwendungen<br>• 304702 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: ca. 56 h<br>Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30471 Thermische Energiespeicher (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafel Anschrieb |

20. Angeboten von: Thermodynamik und Wärmetechnik

# Modul: 41170 Speichertechnik für elektrische Energie I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050513050 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Peter Birke |
| 9. Dozenten: | Kai Peter Birke |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden lernen die Speichertechniken für elektrische Energie kennen. |
| 13. Inhalt: | Aufbau und Funktionsweise von:<br>• Elektrochemischen Speichern: Primärzellen (Alkali-Mangan,...), Sekundärzellen wie Blei-Akkumulator, Nickel-basierte Systeme, Redox-Flow-Zellen, Lithium-Ionen, Post Lithium-Ionen Zellen, Brennstoffzellen, Elektrolyse<br>• Elektrischen Speichern (Spule, supraleitende Spule, Kondensator, Doppelschichtkondensator)<br>• Elektromechanischen Speichern (Schwungrad, Gas, Wasser)<br><br>Charakterisierung der Speicher anhand charakteristischer Größen wie:<br>• Energieinhalt<br>• Leistung (dynamisch/stationär)<br>• Kosten<br>• Betriebssicherheit<br><br>Überblick über die wichtigsten Messverfahren<br>Einführung in Ersatzschaltbilder und Modellierung |
| 14. Literatur: | Skript zur Vorlesung, wird im ILIAS regelmäßig hochgeladen, ausführliche Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben und mit dem Skript hochgeladen. |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 411701 Vorlesung Speicher für Elektrische Energie<br>• 411702 Übung Speicher für Elektrische Energie |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: ca. 124 h<br>Summe: 180h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 41171 Speichertechnik für elektrische Energie (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamer, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Elektrische Energiespeichersysteme |

# Modul: 41750 Speichertechnik für elektrische Energie II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050513062 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Peter Birke |
| 9. Dozenten: | Kai Peter Birke |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Speichertechnik für elektrische Energie I (optional, keine zwingende Voraussetzung) |
| 12. Lernziele: | • Vertieftes Verständnis der mikroskopischen Abläufe in elektrochemischen Energiespeichern<br>• Wichtige Messverfahren<br>• Diskussion elektrischer Speichertechniken insbesondere in Bezug auf ihre Eignung zur nachhaltigen elektrischen Energieversorgung<br>• Die Studenten erlangen ein vertieftes Verständnis und Auslegungskompetenz für elektrische Energiespeicher für unterschiedliche aktuelle und zukünftige Anwendungsgebiete. |
| 13. Inhalt: | VL1: Grundlagen der Thermodynamik und Elektrochemie<br>VL2: Ausgewählte Aspekte der Elektrochemie für elektrische Energiespeicherung<br>VL3: Elektrochemie in der praktischen Anwendung<br>VL4: Ladungstransport in Feststoffen und Flüssigkeiten, Festkörperbatterien (nächste Generation)<br>VL5: Messverfahren und Überwachung I (Zellebene)<br>VL6: Messverfahren und Überwachung II (Batterieebene)<br>VL7: Brennstoffzellen<br>VL8: Wasserstoffelektrolyse, moderne Verfahren der Wasserstoffspeicherung und -verteilung<br>VL9: Photokatalytische Reaktoren<br>VL10: Power to X |

| | |
|---|---|
| | VL11: Stationäre Energiespeicher (MWh-Bereich) auf der Basis von Batterien<br>VL12: Elektrische Energiespeicher in Insellösungen und Smart Grids<br>VL13: Alternative Speichertechniken für elektrische Energie<br>VL14: Zukünftige Speichertechniken für elektrische Energie<br>VL15: Repetitorium |
| 14. Literatur: | Skript zur Vorlesung (es gibt eine überarbeitete und aktualisierte Version im WS 2016/17), wird im ILIAS hochgeladen, weitere Literaturhinweise werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 417501 Vorlesung Speicher für Elektrische Energie II<br>• 417502 Übung Speicher für Elektrische Energie II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 60 h<br>Selbststudium: ca. 120 h<br>Summe: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 41751 Speichertechnik für elektrische Energie II (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Elektrische Energiespeichersysteme |

# Modul: 48390 Elektrochemische Energiespeicherung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042410042 | 5. Moduldauer: | Zweisemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Friedrich |
| 9. Dozenten: | Andreas Friedrich |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/innen haben Kenntnisse in Grundlagen und Anwendungen der Batterietechnik. Sie verstehen das Prinzip der elektrochemischen Energieumwandlung und sind in der Lage, Zellspannung und Energiedichte mit Hilfe thermodynamischer Daten zu errechnen. Sie kennen Aufbau und Funktionsweise von typischen Batterien (Alkali-Mangan, Zink-Luft) und Akkumulatoren (Blei, Nickel-Metallhydrid, Lithium). Sie verstehen die Systemtechnik und Anforderungen typischer Anwendungen (portable Geräte, Fahrzeugtechnik, Pufferung regenerativer Energien, Hybridsysteme). Sie haben grundlegende Kenntnisse von Herstellungsverfahren, Sicherheitstechnik und Entsorgung. Sie haben eine Handfertigkeit in der experimentellen Charakterisierung von Lithiumbatterien erlangt und können die Leistung einer Zelle anhand von Kennlinien bewerten. Sie sind mit dem inneren Aufbau von Batterien vertraut und können deren elektrochemischen und thermischen Eigenschaften mit Hilfe von Computersimulationen vorhersagen. |
| 13. Inhalt: | - Grundlagen: Elektrochemische Thermodynamik, Elektrolyte, Grenzflächen, elektrochemische Kinetik |

| | |
|---|---|
| | - Primärzellen: Alkali-Mangan<br>- Sekundärzellen: Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid, Nickel-Cadmium, Lithium-Ionen, Natrium-Schwefel, Redox-Flow<br>- Anwendungen: Systemtechnik, Hybridisierung, portable Geräte, Fahrzeugtechnik, regenerative Energien<br>- Herstellung, Sicherheitstechnik und Entsorgung Grundlagen und Hintergrund: Materialien und Elektrochemie, Zell- und Batteriekonzepte, Systemtechnik, Anwendungen<br>- Praxis: Messung von Kennlinien, Präparation von Zellen, Analytik, Hybridisierung<br>- Theorie: Elektrochemische Simulationen, Wärmemanagement, Systemauslegung |
| 14. Literatur: | Skript und Unterlagen zur Veranstaltung, A. Jossen und W. Weydanz, Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen (2006). |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 483901 Vorlesung Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien<br>• 483902 Vorlesung mit theoretischen und praktischen Übungen Lithiumbatterien: Theorie und Praxis |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 Stunden<br>Vor- / Nachbereitung: 98 h<br>Prüfungsvorbereitung: 40 h<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 48391 Elektrochemische Energiespeicherung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Brennstoffzellentechnik |

# 2283 Ergänzungsfächer mit 3 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 36830 | Lithiumbatterien: Theorie und Praxis |
| | 36850 | Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien |
| | 58180 | Thermodynamik der Energiespeicher |
| | 71930 | Elektrische Verbundsysteme |

# Modul: 36830 Lithiumbatterien: Theorie und Praxis

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042411047 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Friedrich |
| 9. Dozenten: | Andreas Friedrich |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/innen haben Kenntnisse in der theoretischen Beschreibung und den experimentellen Eigenschaften von Lithiumbatterien. Sie kennen unterschiedliche zum Einsatz kommende Aktivmaterialien und können deren Vor- und Nachteile bewerten. Sie haben eine Handfertigkeit in der experimentellen Charakterisierung von Lithiumbatterien erlangt und können die Leistung einer Zelle anhand von Kennlinien bewerten. Sie sind mit dem inneren Aufbau von Batterien vertraut und können deren elektrochemischen und thermischen Eigenschaften mit Hilfe von Computersimulationen vorhersagen. |
| 13. Inhalt: | 1) Grundlagen und Hintergrund: Materialien und Elektrochemie, Zell- und Batteriekonzepte, Systemtechnik, Anwendungen<br>2) Praxis: Messung von Kennlinien, Rasterelektronenmikroskopie, Hybridisierung<br>3) Theorie: Elektrochemische Simulationen, Wärmemanagement, Systemauslegung |
| 14. Literatur: | Skript zur Veranstaltung,<br>A. Jossen und W. Weydanz, Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen (2006). |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 368301 Vorlesung mit theoretischen und praktischen Übungen Lithiumbatterien: Theorie und Praxis |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 Stunden<br>Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 62 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36831 Lithiumbatterien: Theorie und Praxis (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | a) Grundlagen und Hintergrund: Tafelanschrieb und Powerpoint-Präsentation<br>b) Praxis: Experimentelles Arbeiten im Labor<br>c) Theorie: Computersimulationen |
| 20. Angeboten von: | Brennstoffzellentechnik |

# Modul: 36850 Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042411045 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Friedrich |
| 9. Dozenten: | Andreas Friedrich |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Teilnehmer/innen haben Kenntnisse in Grundlagen und Anwendungen der Batterietechnik. Sie verstehen das Prinzip der elektrochemischen Energieumwandlung und sind in der Lage, Zellspannung und Energiedichte mit Hilfe thermodynamischer Daten zu errechnen. Sie kennen Aufbau und Funktionsweise von typischen Batterien (Alkali- Mangan, Zink-Luft) und Akkumulatoren (Blei, Nickel- Metallhydrid, Lithium). Sie verstehen die Systemtechnik und Anforderungen typischer Anwendungen (portable Geräte, Fahrzeugtechnik, Pufferung regenerativer Energien, Hybridsysteme). Sie haben grundlegende Kenntnisse von Herstellungsverfahren, Sicherheitstechnik und Entsorgung. |

| | |
|---|---|
| 13. Inhalt: | - Grundlagen: Elektrochemische Thermodynamik, Elektrolyte, Grenzflächen, elektrochemische Kinetik<br>- Primärzellen: Alkali-Mangan<br>- Sekundärzellen: Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid, Lithium-Ionen<br>- Anwendungen: Systemtechnik, Hybridisierung, portable Geräte, Fahrzeugtechnik, regenerative Energien<br>- Herstellung, Sicherheitstechnik und Entsorgung |
| 14. Literatur: | Skript zur Vorlesung,<br>A. Jossen und W. Weydanz, Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen (2006). |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 368501 Vorlesung Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Vor- / Nachbereitung:62 h<br>Gesamtaufwand: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 36851 Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafelanschrieb und Powerpoint-Präsentation |
| 20. Angeboten von: | Brennstoffzellentechnik |

# Modul: 58180 Thermodynamik der Energiespeicher

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042810001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. André Thess |
| 9. Dozenten: | André Thess<br>Micha Schäfer |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Vorlesung Technische Thermodynamik I und II |
| 12. Lernziele: | Ziel der Vorlesung ist das Verständnis der thermodynamischen Grundlagen von Energiespeichern sowie die Erarbeitung von Methoden zur Berechnung des Wirkungsgrades ausgewählter Energiespeicher. Das Ziel besteht ferner im Erlernen der numerischen Simulation von Energiespeichern mittels des Kraftwerkssimulationsprogramms EBSILON. |
| 13. Inhalt: | - Grundlagen: Entropie und Entropieprinzip<br>- Anwendung 1: Druckluftspeicher<br>- Anwendung 2: Strom-Wärme-Strom Speicher<br>- Anwendung 3: Thermochemischer Speicher |
| 14. Literatur: | Thess, Das Entropieprinzip, DeGruyter Oldenbourg Verlag, 2014 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 581801 Vorlesung Thermodynamik der Energiespeicher |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Vor- / Nachbereitung: 49 h<br>Prüfungsvorbereitung: 20 h<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 58181 Thermodynamik der Energiespeicher (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Energiespeicherung |

# Modul: 71930 Elektrische Verbundsysteme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310025 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen |
| 9. Dozenten: | Rainer Joswig |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Elektrische Energienetze I |
| 12. Lernziele: | Der Studierende hat Kenntnisse der komplexen technisch-organisatorischen Systeme der länderübergreifenden Elektrizitätsversorgung in ihrem gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Umfeld sowie der wesentlichen wirksamen Faktoren und Prozesse. Er hat die Fähigkeit, Probleme von Verbundbetrieb und -nutzung richtig im Zusammenhang einzuordnen und Ansätze für Problemlösungen zu identifizieren. |
| 13. Inhalt: | • Verbundbetrieb großer Netze<br>• Besonderheiten bei der Kupplung von Netzen<br>• Netzführung, Energie-Dispatching und Netzleittechnik |

| | |
|---|---|
| | • Netzregelung in Verbundsystemen<br>• Elektrizitätswirtschaftliche Verfahren und Kostenfragen<br>• Stromhandel<br>• Reguliertes Geschäftsfeld der TSO<br>• Exkursion |
| 14. Literatur: | Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004<br>Schwab: Elektroenergiesysteme, Springer-Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 719301 Vorlesung Elektrische Verbundsysteme |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 71931 Elektrische Verbundsysteme (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>Schriftlich und Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Power Point, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Energieübertragung und Hochspannungstechnik |

# Modul: 50310 Praktikum Energiespeicher

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500008 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler |
| 9. Dozenten: | Günter Scheffknecht<br>Klaus Spindler<br>André Thess |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Empfohlen: Vorlesungen Thermodynamik, Solarthermie, Berechnung von Wärmeübertragern, Regelung von Kraftwerken und Netzen |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen. |
| 13. Inhalt: | Es sind folgende **4 Spezialisierungsfachversuche** an den entsprechenden Instituten zu belegen, dazu ist jeweils eine Ausarbeitung anzufertigen:<br>• Wärmeübertrager (Leistungsmessung eines Wärmeübertragers im Gleich- und Gegenstrombetrieb) (ITW)<br>• Mini-BHKW (Gesamtbilanzierung und Wirkungsgradbestimmung eines erdgasbetriebenen Mini-Blockheizkraftwerks) (ITW)<br>• Wirkungsgradberechnung des Heizkraftwerks der Universität Stuttgart (IFK)<br>• Batterie - Brennstoffzellen - Hybridsystem (IES)<br><br>**4 weitere Versuche** sind aus dem Angebot des **Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB)** zu absolvieren:<br>• APMB 1<br>• APMB 2<br>• APMB 3<br>• APMB 4 |
| 14. Literatur: | Praktikumsunterlagen (online verfügbar) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 503101 Praktikum Energiespeicher |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenszeit: 30 Stunden<br>Selbststudium: 60 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 50311 Praktikum Energiespeicher (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |

| | |
|---|---|
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Thermodynamik und Wärmetechnik |

# 229 Energieverteilung

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 2291 | Kernfächer mit 6 LP |
| | 2292 | Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP |
| | 2293 | Ergänzungsfächer mit 3 LP |
| | 50530 | Praktikum Energieverteilung |

# 2291 Kernfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 11560 | Elektrische Energienetze I |
| 28550 | Regelung von Kraftwerken und Netzen |

# Modul: 11560 Elektrische Energienetze I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen |
| 9. Dozenten: | Stefan Tenbohlen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Elektrische Energietechnik |
| 12. Lernziele: | Studierender hat Kenntnisse der elektrischen Energieübertragung und der Berechnungsverfahren für Leitungen und Netze. Die Studierenden kennen den Aufbau und die Ersatzschaltblider der elektrischen Netzkomponenten. Sie können Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnungen durchführen. |
| 13. Inhalt: | • Aufgaben des elektrischen Energienetzes, Smart Grids<br>• Einpolige Ersatzschaltungen der Betriebselemente für symmetrische Betriebsweise<br>• Berechnung von Energieübertragungsanlagen und -netzen<br>• Betrieb elektrischer Energieversorgungsnetze<br>• Kurzschlussströme bei symmetrischem Kurzschluss<br>• Symmetrische Komponenten |
| 14. Literatur: | • Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004<br>• Heuck, Dettmann: Elektrische Energieversorgung Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 6. Aufl., 2005<br>• Hosemann (Hg.):Hütte Taschenbücher der Technik. Elektrische Energietechnik. Band 3: Netze. Springer-Verlag, Berlin, 2001<br>• Schwab: Elektroenergiesysteme, Springer-Verlag, 1. Aufl., 2006 |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 115601 Vorlesung Elektrische Energienetze 1<br>• 115602 Übung Elektrische Energienetze 1 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | **Präsenzzeit:** 56 h<br>**Selbststudium/Nacharbeitszeit:** 124 h<br>**Gesamt:** 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11561 Elektrische Energienetze I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Elektrische Energienetze II |
| 19. Medienform: | PowerPoint, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Energieübertragung und Hochspannungstechnik |

# Modul: 28550 Regelung von Kraftwerken und Netzen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500042 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Hendrik Lens |
| 9. Dozenten: | Hendrik Lens |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Keine zwingenden Voraussetzungen.<br>Grundlagen der Systemdynamik und/oder der Regelungstechnik sind von Vorteil. |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Absolventen des Moduls kennen und verstehen die Zusammenhänge der Dynamik des Stromversorgungssystems in Bezug auf das Netz, die Erzeugung und die Verbraucher.<br>Sie kennen und verstehen die Regelungsaufgaben im Bereich der Stromerzeugung. Sie sind mit dem aktuellen Stand der Technik in Bezug auf die Standard-Regelaufgaben in der Stromerzeugung vertraut und können bestehende Regelungen und ihre Auswirkungen auf das Verbundsystem bewerten. |
| 13. Inhalt: | • Einführung<br>• Aufbau von elektrischen Energieversorgungssystemen<br>• Kontinentaleuropäisches Verbundsystem<br>• Kurzeinführung in dynamische Übertragungsglieder und Regelungen<br>• Leistungs-Frequenzregelung<br>• Spannungs-Blindleistungsregelung<br>• Lastflussrechnung<br>• Dynamik und Regelung von<br><br>• thermischen Kraftwerken<br>• Kernkraftwerken<br>• Wasserkraftwerken<br>• Windenergieanlagen<br>• solarthermischen Kraftwerken<br>• Verbrauchern<br>• Netzbetriebsmitteln<br><br>• Dezentrale Anlagen<br>• Speicherung von elektrischer Energie<br><br>Es werden im Rahmen der Vorlesungen drei Übungen angeboten, davon findet eine Übung am Rechner statt. |
| 14. Literatur: | Zur weiteren Vertiefung:<br>• VDI/VDE-Richtlinienreihe 35xx,<br>• Nationale und internationale Netzcodes (TransmissionCode, DistributionCode, UCTE Operation Handbook)<br>• Schwab, A. J.: Elektroenergiesysteme. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012<br>• Crastan, V.: Elektrische Energieversorgung (1-3). Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012<br>• Klefenz, G.: Die Regelung von Dampfkraftwerken. 4. Auflage, BI Wissenschaftsverlag, Mannheim 1991<br>• Kundur, Prabha S; Balu, Neal J: Power system stability and control. New York, NY: McGraw-Hill, 1994 (The EPRI power system engineering series) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 285501 Vorlesung Regelung von Kraftwerken und Netzen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 60 Stunden<br>Selbststudium: 120 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 28551 Regelung von Kraftwerken und Netzen (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Präsentation, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# 2292 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 11560 | Elektrische Energienetze I |
| | 21760 | Elektrische Energienetze II |
| | 28550 | Regelung von Kraftwerken und Netzen |
| | 29140 | Smart Grids |
| | 56950 | Planung und Betrieb elektrischer Netze mit dezentraler Einspeisung |

# Modul: 11560 Elektrische Energienetze I

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310001 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen |
| 9. Dozenten: | Stefan Tenbohlen |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | • Elektrische Energietechnik |
| 12. Lernziele: | Studierender hat Kenntnisse der elektrischen Energieübertragung und der Berechnungsverfahren für Leitungen und Netze. Die Studierenden kennen den Aufbau und die Ersatzschaltblider der elektrischen Netzkomponenten. Sie können Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnungen durchführen. |
| 13. Inhalt: | • Aufgaben des elektrischen Energienetzes, Smart Grids<br>• Einpolige Ersatzschaltungen der Betriebselemente für symmetrische Betriebsweise<br>• Berechnung von Energieübertragungsanlagen und -netzen<br>• Betrieb elektrischer Energieversorgungsnetze<br>• Kurzschlussströme bei symmetrischem Kurzschluss<br>• Symmetrische Komponenten |
| 14. Literatur: | • Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004<br>• Heuck, Dettmann: Elektrische Energieversorgung Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 6. Aufl., 2005<br>• Hosemann (Hg.):Hütte Taschenbücher der Technik. Elektrische Energietechnik. Band 3: Netze. Springer-Verlag, Berlin, 2001<br>• Schwab: Elektroenergiesysteme, Springer-Verlag, 1. Aufl., 2006 |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 115601 Vorlesung Elektrische Energienetze 1<br>• 115602 Übung Elektrische Energienetze 1 |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | **Präsenzzeit:** 56 h<br>**Selbststudium/Nacharbeitszeit:** 124 h<br>**Gesamt:** 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 11561 Elektrische Energienetze I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | Elektrische Energienetze II |
| 19. Medienform: | PowerPoint, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Energieübertragung und Hochspannungstechnik |

# Modul: 21760 Elektrische Energienetze II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310022 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen |
| 9. Dozenten: | Stefan Tenbohlen<br>Ulrich Schärli |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | "Elektrische Energienetze I" oder vergleichbare externe Vorlesung |
| 12. Lernziele: | Studierende können die Leitungsbeläge von Drehstrom-Freileitungen und -Kabeln bestimmen.<br>Unsymmetrische, insbesondere einpolige Kurzschlüsse bzw. Erdschlüsse können sie berechnen und die dabei auftretenden Vorgänge beurteilen.<br>Darauf aufbauend können sie Fragen zur elektromagnetischen Kopplung und Beeinflussung durch Freileitungen beantworten.<br>Sie können die thermische Belastbarkeit von Kabeln berechnen und kennen wichtige Einflussparameter.<br>Sie können die Lastflussberechnung nach Newton-Raphson anwenden und deren Ergebnisse beurteilen.<br>Oberschwingungen und Spannungsschwankungen können sie abschätzen.<br>Sie kennen die aktuellen HGÜ-Techniken und deren Anwendungsfälle. |
| 13. Inhalt: | • Kennwerte von Drehstrom-Freileitungen und -Kabeln<br>• Belastbarkeit von Kabeln<br>• Vorgänge bei Erdschluss und Erdkurzschluss<br>• Sternpunktbehandlung<br>• Beeinflussung<br>• Lastflussberechnung<br>• Zustandserkennung<br>• Netzrückwirkungen<br>• Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) |
| 14. Literatur: | • Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer-Verlag<br>• Heuck, Dettmann: Elektrische Energieversorgung. Vieweg-Verlag<br>• Hosemann (Hg.): Hütte Taschenbücher der Technik. Elektrische Energietechnik. Band 3: Netze. Springer-Verlag<br>• Handschin: Elektrische Energieübertragungssysteme. Teil 1: Stationärer Betriebszustand. Hüthig-Verlag<br>• Brakelmann: Belastbarkeiten der Energiekabel. VDE-Verlag |

| | |
|---|---|
| | • Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Springer-Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 217602 Übung Elektrische Energienetze II<br>• 217601 Vorlesung Elektrische Energienetze II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 Stunden<br>Selbststudium: 124 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 21761 Elektrische Energienetze II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Overhead, Tafelanschrieb, Powerpointpräsentation |
| 20. Angeboten von: | Energieübertragung und Hochspannungstechnik |

# Modul: 28550 Regelung von Kraftwerken und Netzen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500042 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Hendrik Lens |
| 9. Dozenten: | Hendrik Lens |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Keine zwingenden Voraussetzungen.<br>Grundlagen der Systemdynamik und/oder der Regelungstechnik sind von Vorteil. |

| | |
|---|---|
| 12. Lernziele: | Die Absolventen des Moduls kennen und verstehen die Zusammenhänge der Dynamik des Stromversorgungssystems in Bezug auf das Netz, die Erzeugung und die Verbraucher.<br>Sie kennen und verstehen die Regelungsaufgaben im Bereich der Stromerzeugung. Sie sind mit dem aktuellen Stand der Technik in Bezug auf die Standard-Regelaufgaben in der Stromerzeugung vertraut und können bestehende Regelungen und ihre Auswirkungen auf das Verbundsystem bewerten. |
| 13. Inhalt: | • Einführung<br>• Aufbau von elektrischen Energieversorgungssystemen<br>• Kontinentaleuropäisches Verbundsystem<br>• Kurzeinführung in dynamische Übertragungsglieder und Regelungen<br>• Leistungs-Frequenzregelung<br>• Spannungs-Blindleistungsregelung<br>• Lastflussrechnung<br>• Dynamik und Regelung von<br><br>• thermischen Kraftwerken<br>• Kernkraftwerken<br>• Wasserkraftwerken<br>• Windenergieanlagen<br>• solarthermischen Kraftwerken<br>• Verbrauchern<br>• Netzbetriebsmitteln<br><br>• Dezentrale Anlagen<br>• Speicherung von elektrischer Energie<br><br>Es werden im Rahmen der Vorlesungen drei Übungen angeboten, davon findet eine Übung am Rechner statt. |
| 14. Literatur: | Zur weiteren Vertiefung:<br>• VDI/VDE-Richtlinienreihe 35xx,<br>• Nationale und internationale Netzcodes (TransmissionCode, DistributionCode, UCTE Operation Handbook)<br>• Schwab, A. J.: Elektroenergiesysteme. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012<br>• Crastan, V.: Elektrische Energieversorgung (1-3). Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012<br>• Klefenz, G.: Die Regelung von Dampfkraftwerken. 4. Auflage, BI Wissenschaftsverlag, Mannheim 1991<br>• Kundur, Prabha S; Balu, Neal J: Power system stability and control. New York, NY: McGraw-Hill, 1994 (The EPRI power system engineering series) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 285501 Vorlesung Regelung von Kraftwerken und Netzen |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 60 Stunden<br>Selbststudium: 120 Stunden<br>Summe: 180 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 28551 Regelung von Kraftwerken und Netzen (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Präsentation, Tafelanschrieb, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 29140 Smart Grids

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310030 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Krzysztof Rudion |
| 9. Dozenten: | Krzysztof Rudion |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Selection 1 --> Semicompulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Elektrische Energienetze I |
| 12. Lernziele: | Studierende kennen die Charakteristika und das Regelverhalten dezentraler Erzeuger, Speicher und Lasten. Sie kennen verschiedene Möglichkeiten, die Komponenten eines Smart Grids durch moderne Informations- und Kommunikationstechnik zu verknüpfen. Sie kennen Rahmenbedingungen für die Netzintegration von erneuerbaren Energien. Sie kennen Auslegungs- und Betriebsverfahren für aktive Verteilnetze. |
| 13. Inhalt: | • Regelmöglichkeiten dezentraler Erzeuger, Speicher, Elektrofahrzeuge und Lasten<br>• Aggregation, Virtuelle Kraftwerke, Mikronetze<br>• Smart Metering, Informations- und Kommunikationstechnik<br>• Netzanschlussbedingungen und Systemdienstleistungen (z.B. Spannungs- und Frequenzhaltung)<br>• Verteilnetzplanung<br>• Netzmodellierung<br>• Netzberechnung<br>• Verteilnetzbetrieb |

| | |
|---|---|
| 14. Literatur: | • V. Quaschning, Regenerative Energiesysteme, 5. Aufl., Hanser Verlag<br>• VDE-Studie: Smart Distribution 2020, ETG, 2008<br>• VDE-Studie: Smart Energy 2020, ETG, 2010<br>• M. Sanchez: Smart Electricity Networks, Renewable Energies and Energy Efficiency, Vol. 3, 2007.<br>• ILIAS, Online-Material<br>• dena Studie Systemdienstleistungen 2030<br>• Buchholz, B. M. , Styczynski, Z.: Smart Grids - Grundlagen und Technologien der elektrischen Netze der Zukunft |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 291401 Vorlesung Smart Grids<br>• 291402 Übung Smart Grids |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h<br>Selbststudium: 124 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 29141 Smart Grids (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Tafel, Beamer, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Netzintegration erneuerbarer Energien |

# Modul: 56950 Planung und Betrieb elektrischer Netze mit dezentraler Einspeisung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310032 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 6 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 4 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Krzysztof Rudion |
| 9. Dozenten: | Krzysztof Rudion |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Elektrische Energienetze I, Smart Grids |
| 12. Lernziele: | Studierende kennen die grundlegenden Ziele und Voraussetzungen der Netzplanung sowie des Netzbetriebes unter Berücksichtigung des Einflusses von dezentralen und erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen. Sie kennen die Modellierungsgrundlagen von den relevanten Systemkomponenten als Basis für die Analyse unterschiedlicher Aspekte, wie z.B. statische und dynamische Netzanalyse, Zuverlässigkeitsanalyse, etc. Weiterhin kennen sie die aktuellen und künftigen technischen und organisatorischen Herausforderungen bezüglich der Gewährleistung einer sicheren und zuverlässigen Energieversorgung, die u.a. Aspekte wie BlackOuts, Beobachtbarkeit des Systems mit Phasor Measurement Units und Wide Area Monitoring, Netzsicherheitsmanagement und Dynamic Security Assessment umfassen. Sie kennen Rahmenbedingungen für Investitionsbewertung und den liberalisierten Energiemarkt. |
| 13. Inhalt: | Grundlagen der Netzplanung mit DEA<br>Grundlagen des Netzbetriebes<br>Modellierung der relevanten Betriebsmittel<br>Windparkmodellierung<br>Zuverlässigkeitsanalyse der elektrischen Netze<br>Aspekte der Elektrizitätswirtschaft und Investitionsbewertung<br>Liberalisierter Energiemarkt<br>Systembeobachtbarkeit und PMU<br>DSA (dynamic security assessment) und Blackout-Prävention<br>NSM (Netzsicerheitsmanagement) und Versorgungsicherheit<br>Netzsimulation |
| 14. Literatur: | B. Oswald - Netzberechnung, Berechnung stationärer und quasi-stationärer Betriebszustände in Elektroenergieversorgungsnetzen, vde-verlag, 1992<br>B. Oswald - Netzberechnung 2, Berechnung transienter Vorgänge Elektroenergieversorgungsnetzen, vde-verlag, 1996<br>D. Oeding, B. R. Oswald - Elektrische Kraftwerke und Netze,7. Auflage, Springer 2011<br>A. J. Schwab - Elektroenergiesysteme, 3. Auflage, Springer 2012<br>G. Hosemann - Elektrische Energietechnik - Netze B.3, Springer, 2001 |

| | |
|---|---|
| | K. Heuck, K.-D. Dettmann, D. Schulz - Elektrische Energieversorgung, 8. Auflage, Vieweg+Teubner 2010<br>P. Kundur - Power System Stability and Control, McGraw-Hill 1994<br>ILIAS, Online-Material |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 569501 Vorlesung Planung und Betrieb elektrischer Netze mit dezentraler Einspeisung<br>• 569502 Übung Planung und Betrieb elektrischer Netze mit dezentraler Einspeisung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 42 h<br>Selbststudiumszeit : 138 h<br>Gesamt: 180 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 56951 Planung und Betrieb elektrischer Netze mit dezentraler Einspeisung (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Beamer, Overhead-Projektor, Tafel, ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Netzintegration erneuerbarer Energien |

# 2293 Ergänzungsfächer mit 3 LP

| | | |
|---|---|---|
| Zugeordnete Module: | 29180 | Dynamik elektrischer Verbundsysteme |
| | 37010 | Netzintegration von Windenergie |
| | 58110 | Expertensysteme in der elektrischen Energieversorgung |
| | 71930 | Elektrische Verbundsysteme |

# Modul: 29180 Dynamik elektrischer Verbundsysteme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500041 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Hendrik Lens |
| 9. Dozenten: | Hendrik Lens |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Empfohlen: Grundlagen der Elektrotechnik, Grundlagen der Systemdynamik |
| 12. Lernziele: | Absolventen des Moduls verstehen das dynamische Verhalten großer elektrischer Verbundsysteme. Sie haben vertiefte Kenntnisse der Dynamik der beteiligten Komponenten (Generatoren, Kraftwerke, Verbraucher, Regeleinrichtungen, Power System Stabilizer, FACTS, etc.) sowie deren dynamischen Einflüsse beim Zusammenwirken im Verbundsystem. Sie können Oszillationen im Verbundnetz erkennen, mathematisch beschreiben und bewerten. Sie wissen, wie stabilitätsgefährdende Zustände erkannt und verhindert werden können. |
| 13. Inhalt: | In der Vorlesung werden Stromerzeuger, Netz und Verbraucher als Komponenten eines dynamischen Gesamtsystems aufgefasst. Die Frage nach der Stabilität dieses Systems spielt schon seit Beginn der elektrischen Energieversorgung eine wesentliche Rolle. Dabei wird zwischen verschiedenen Stabilitätskriterien unterschieden. Die Vorlesung führt in die verschiedenen Stabilitätsbegriffe ein, behandelt die Grundlagen des dynamischen Verhaltens eines Verbundsystems und geht auf bestimmte Phänomene ein, die insbesondere in großen Verbund-systemen eine Rolle spielen. Dazu gehören beispielsweise elektromechanische Ausgleichsvorgänge, die als sogenannte Netzpendelungen („Inter Area Oscillations“) Auswirkungen im gesamten Verbundsystem haben.<br>Es werden regelungstechnische Maßnahmen zur Sicherstellung der Stabilität behandelt, wobei auch der Einfluss der zunehmenden dezentralen und regenerativen Erzeugung berücksichtigt wird. Außerdem wird gezeigt, wie ein dynamisches Modell aufgebaut und für Simulationen genutzt werden kann.<br>Inhalte: |

| | |
|---|---|
| | • Einführung<br>• Summarische Betrachtung der Verbundsystemdynamik<br>  • Momentanreserve (Netzanlaufzeit, Einfluss der Schwungmassen)<br>  • Netzselbstregeleffekt (Einfluss der Verbraucher)<br>  • Leistungs-Frequenz-Regelung<br>  • Dynamik der Erzeuger und Verbraucher<br>• Räumlich verteilte Betrachtung der Verbundsystemdynamik<br>  • Stabilitätsbegriffe<br>  • Zusammenhang der Netzdynamik mit den dynamischen Eigenschaften der Betriebsmittel<br>  • Dynamisches Verhalten des Synchrongenerators<br>  • Auswirkungen zunehmender dezentraler/erneuerbarer Erzeugung<br>• Dynamische Modellierung und Simulation von elektrischen Verbundsystemen<br>  • Modellierung<br>  • Berechnungsverfahren<br>• Elektromechanische Schwingungen (Netzpendelungen)<br>  • Ursachen<br>  • Analyse auf Basis von Modellen<br>  • Analyse auf Basis von Messdaten<br>  • Dämpfung von Netzpendelungen (Power System Stabilizer und Leistungselektronik)<br>  • Monitoring<br><br>Zur Vertiefung der Vorlesungsinhalte werden Rechnerübungen angeboten. Die Termine der Übungen und der zugehörige Rechnerraum werden in der Vorlesung bekanntgegeben. |
| 14. Literatur: | • Vorlesungsfolien Lehrbücher<br>  • P. Kundur: Power System Stability and Control<br>  • D. Nelles: Netzdynamik<br><br>  Nationale und internationale Netzcodes<br>  • TransmissionCode<br>  • VDE-Normen<br>  • ENTSO-E Continental Europe Operation Handbook<br>  • … |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 291801 Vorlesung Dynamik elektrischer Verbundsysteme |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Vorlesung + Rechnerübungen |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 29181 Dynamik elektrischer Verbundsysteme (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Präsentationsfolien, Tafelanschrieb, Interaktive Rechnerübungen |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 37010 Netzintegration von Windenergie

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310026 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen |
| 9. Dozenten: | Markus Pöller |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Elektrische Energienetze 1 |
| 12. Lernziele: | Der Studierende kann Probleme des Zusammenspiels von Windenergieanlagen und Energieversorgungsnetzen richtig im Zusammenhang einordnen und Ansätze für Problemlösungen identifizieren. |
| 13. Inhalt: | - Physikalische Grundlagen der Windturbine<br>- Aerodynamische Grundlagen<br>- Generatorkonzepte<br>- Netzrückwirkungen<br>- Betrieb von Netzen mit hohem Windenergieanteil<br>- Einfluss der Windenergie auf die Netzstabilität<br>- Fallbeispiele |
| 14. Literatur: | • Hau, Windkraftanlagen - Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, 4. Aufl., 2008<br>• Heier, Windkraftanlagen - Systemauslegung, Integration und Regelung, 4. Aufl., 2005<br>• Hormann/Just/Schlabbach, Netzrückwirkungen, 3. Aufl., 2008 |

| | |
|---|---|
| | • Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004<br>• V. Crastan, Elektrische Energieversorgung II, 2 Aufl., 2008 |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 370101 Vorlesung Netzintegration von Windenergie |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 Stunden<br>Selbststudium: 62 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 37011 Netzintegration von Windenergie (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Powerpoint, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Energieübertragung und Hochspannungstechnik |

# Modul: 58110 Expertensysteme in der elektrischen Energieversorgung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310033 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Krzysztof Rudion |
| 9. Dozenten: | Krzysztof Rudion |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Elektrische Energienetze I, empfehlenswert auch Smart Grids |
| 12. Lernziele: | Studierende kennen die grundlegenden Ziele des Einsatzes von auf künstlicher Intelligenz basierenden Systemen in der elektrischen Energieversorgung.<br><br>Sie kennen die Grundidee der Expertensysteme sowie deren Vorteile und Nachteile in Bezug auf die Unterstützung des Betriebes elektrischer Netze.<br><br>Die Studierenden kennen die logischen Grundbegriffe sowie die Möglichkeiten der Wissensrepräsentation. Weiterhin kennen sie die Voraussetzungen bezüglich programmierungstechnischer Umsetzung von Wissensdatenbanken und sind mit dem Einsatz von Fuzzy-Logik zur Gestaltung von Expertensystemen vertraut. Sie kennen Beispiele des Einsatzes von Expertensystemen in der elektrischen Energieversorgung. Darüberhinaus kennen die Studierenden die ausgewählten Aspekte aus dem Bereich der künstlichen neuronalen Netze sowie genetischen Algorithmen. |
| 13. Inhalt: | Einführung in die künstliche Intelligenz<br>Wissensbasierte Systeme (Expertensysteme in der Energieversorgung)<br>Logische Grundbegriffe<br>Wissensrepräsentation<br>Deklaratives Programmieren<br>Inferenzmechanismen<br>Behandlung von Ungenauigkeiten<br>Fuzzy-Logik<br>Fuzzy-Algebra<br>Künstliche Neuronale Netze<br>Genetische Algorithmen<br>Beispiele der Expertensysteme |
| 14. Literatur: | ILIAS, Online-Material<br>weitere Literaturquellen werden zum Vorlesungsanfang angegeben |

| | |
|---|---|
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 581101 Vorlesung Expertensysteme in der elektrischen Energieversorgung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudiumszeit : 62 h<br>Gesamt: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 58111 Expertensysteme in der elektrischen Energieversorgung (BSL), Mündlich, Gewichtung: 1<br>ggf. andere Leistungen (z.B. Schriftlicher Bericht zum vorgegebenen Thema, Präsentation, Poster, etc. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Netzintegration erneuerbarer Energien |

# Modul: 71930 Elektrische Verbundsysteme

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 050310025 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen |
| 9. Dozenten: | Rainer Joswig |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Elektrische Energienetze I |
| 12. Lernziele: | Der Studierende hat Kenntnisse der komplexen technisch-organisatorischen Systeme der länderübergreifenden Elektrizitätsversorgung in ihrem gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Umfeld sowie der wesentlichen wirksamen Faktoren und Prozesse. Er hat die Fähigkeit, Probleme von Verbundbetrieb und -nutzung richtig im Zusammenhang einzuordnen und Ansätze für Problemlösungen zu identifizieren. |
| 13. Inhalt: | • Verbundbetrieb großer Netze<br>• Besonderheiten bei der Kupplung von Netzen<br>• Netzführung, Energie-Dispatching und Netzleittechnik |

| | |
|---|---|
| | • Netzregelung in Verbundsystemen<br>• Elektrizitätswirtschaftliche Verfahren und Kostenfragen<br>• Stromhandel<br>• Reguliertes Geschäftsfeld der TSO<br>• Exkursion |
| 14. Literatur: | Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004<br>Schwab: Elektroenergiesysteme, Springer-Verlag |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 719301 Vorlesung Elektrische Verbundsysteme |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 71931 Elektrische Verbundsysteme (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1<br>Schriftlich und Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Power Point, Tafel |
| 20. Angeboten von: | Energieübertragung und Hochspannungstechnik |

# Modul: 50530 Praktikum Energieverteilung

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500008 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Hendrik Lens |
| 9. Dozenten: | Hendrik Lens<br>Kai Hufendiek<br>Stefan Riedelbauch<br>Andreas Friedrich |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | *Empfohlen: Vorlesungen Thermodynamik, Regelung von Kraftwerken und Netzen* |
| 12. Lernziele: | *Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen.* |
| 13. Inhalt: | *Es sind folgende 4 Spezialisierungsfachversuche an den entsprechenden Instituten zu belegen. Dazu ist jeweils eine Ausarbeitung anzufertigen:*<br>*- Wirkungsgradberechnung des Heizkraftwerks der Universität Stuttgart (IFK)*<br>*- Online-Praktikum "Demand Side Integration" (IER)*<br>*- Netzregelung mit Flusskraftwerken zum Ausgleich fluktuierender erneuerbarer Energien (IHS)*<br>*- Batterie-Brennstoffzellen-Hybrid-System (IES)*<br><br>*4 weitere Versuche sind aus dem Angebot des Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) zu absolvieren:*<br>*- APMB 1*<br>*- APMB 2*<br>*- APMB 3*<br>*- APMB 4* |
| 14. Literatur: | *Praktikumsunterlagen (online verfügbar)* |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 505301 Praktikum Spezialisierungsfach Energieverteilung |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | *Präsenszeit: 30 Stunden*<br><br>*Selbststudium: 60 Stunden*<br><br>*Summe: 90 Stunden* |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 50531 Praktikum Energieverteilung (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | *Angaben zu verwendeten Medien (Tafel, Flipchart etc.)* |
| 20. Angeboten von: | Feuerungs- und Kraftwerkstechnik |

# 400 Schlüsselqualifikationen fachaffin

Zugeordnete Module:

| | |
|---|---|
| 30990 | Emissions reduction at selected industrial processes |
| 32530 | Total Quality Management (TQM) und unternehmerisches Handeln |
| 33150 | Modellierung, Simulation und Optimierungsverfahren II |
| 39140 | Sustainable Production Processes |
| 69520 | Einführung in C++ für Ingenieure |
| 72480 | Nachhaltigkeit für angehende Ingenieure |

# Modul: 30990 Emissions reduction at selected industrial processes

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500027 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Weitere Sprachen |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Ulrich Vogt |
| 9. Dozenten: | Günter Baumbach |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester<br>➞ Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Schlüsselqualifikationen fachaffin |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Recommended: Module Firing Systems and Flue Gas Cleaning, Luftreinhaltung I or "Basics of Air Quality |
| 12. Lernziele: | The students have the competence for the independent solution of emission reduction problems at several industrial processes. |
| 13. Inhalt: | **I Introducing lecture:** Discussion of the general subject and procedure of the project work<br>**II Office hours:** Individual discussion of the subject in office hours (2 - 3 visits)<br>**III Excursion:** Examples: Cement factory, foundary, steal factory, refinery, pulp and paper production, chipboard factory, lacquering plant, glas melting plant<br>**VI Project work with presentation:** Working out of possibilities of emissions reduction measures for a special case of industrial processes:<br>• Description of the selected industrial process<br>• Description of the emissions sources and pollutant formation within this process<br>• Possibilities of emissions reduction for this specific process |
| 14. Literatur: | • G. Baumbach, Lehrbuch "Luftreinhaltung", Springer Verlag or G. Baumbach, Text book Air Quality Control, Springer Verlag<br>• Wayne T. Davis: Air Pollution Engineering Manual, Air und Waste Management Association 2nd edition, 2000<br>• VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft mit den entsprechenden VDI-Richtlinien |

| | |
|---|---|
| | • Actual to the subject from internet (e.g. BAT (Best Available Technics), UBA, LUBW) |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 309901 Emissions reduction at selected industrial processes, Project group work, 3 persons in each group + 1 Excursion: 1,5 SWS |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Presence time: 19 h (= 2 h V + 2 h Office hour + 8 h E + 7 h presentation)<br>Self study: 71 h (project work)<br>Sum: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 30991 Emissions reduction at selected industrial processes (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1<br>Seminar presentation of the project work: 8 minutes, weight: 0,5<br>Report of the project work in Emissions reduction, weight: 0,5<br>The participation in 70 % (max. 7) of all presentations of this module in the relevant semester is compulsory. The participation in one excursion offered for this module is compulsory. |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | • Oral advices in office hours<br>• Power Point presentation fo the project works<br>• Written report<br>• ILIAS |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 32530 Total Quality Management (TQM) und unternehmerisches Handeln

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 072210008 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. Rainer Gadow |
| 9. Dozenten: | Rainer Gadow |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Schlüsselqualifikationen fachaffin<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die Studierenden können Problemstellungen des Qualitätsmanagements in Prozessabläufen, Fertigung und Organisation sowie die Vernetzung in Unternehmen analysieren sowie hinsichtlich der Strukturen und Methoden bewerten. Sie können methodisches Wissen über Qualitätsmanagement und Kaizen-Werkzeuge anwenden, um Kernprozesse in Unternehmen zu identifizieren und deren Abläufe zu bewerten und zu optimieren. Dazu können sie die Grundlagen der statistischen Prozesskontrolle anwenden. Sie können in der Planungsphase Probleme im Produktionsablauf ermitteln und Strategien zur Fehlervermeidung an Produkten und Prozessen entwickeln. |
| 13. Inhalt: | In diesem Seminar werden grundlegende Methoden und Werkzeuge des Total Quality Managements, die Systematik des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses sowie prozessorientierte Führung in Industrieunternehmen und Institutionen behandelt und anhand von Fallstudien vertieft. Als grundlegende Methode zur Umsetzung und zum Verständnis von TQM-Systemen ist KAIZEN zu nennen, das daher den Schwerpunkt der Veranstaltung bildet. Weitere Themengebiete sind die statistische Prozesskontrolle, Kommunikations- und Visualisierungstechniken (Q7, M7), Qualitätstechniken (FMEA, QFD) sowie Qualitätsmanagementsysteme (ISO 9000ff.). |
| 14. Literatur: | Vorlesungsfolien<br>Fallstudien (Case Studies) Lektüreempfehlungen:<br>Imai, M.:"Kaizen:der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb.,Frankfurt/M., Berlin:Ullstein, 1994.<br>Masing, W. (Hrsg.): "Handbuch Qualitätsmanagement, München, Wien : Carl Hanser Verlag,1999.<br>Kamiske G. F., Brauer J.-P.: "Qualitätsmanagement von A bis Z, München : Hanser, 2006. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 325301 Vorlesung +Übungen Total Quality Management (TQM) und unternehmerisches Handeln<br>• 325302 Exkursion Total Quality Management (TQM) und unternehmerisches Handeln |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 21 Stunden<br>Selbststudium: 69 Stunden |

| | |
|---|---|
| | Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 32531 Total Quality Management (TQM) und unternehmerisches Handeln (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Fertigungstechnologie keramischer Bauteile |

# Modul: 33150 Modellierung, Simulation und Optimierungsverfahren II

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 041500015 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Sommersemester |
| 4. SWS: | 3 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Michael Resch |
| 9. Dozenten: | Alexey Cheptsov, Colin Glass |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>→ Schlüsselqualifikationen fachaffin |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Grundkenntnisse des Programmierens (z.B. Matlab)<br>Modellierung, Simulation und Optimierungsverfahren I |
| 12. Lernziele: | • Die Studenten verstehen die Grundkonzepte der Simulation und Optimierung.<br>• Ausgehend von gegebenen Modellen verstehen die Studenten den Prozess der Programmierung und Simulation bis hin zur Formulierung von Problemszenarien und deren Optimierung.<br>• Die Studenten sind in der Lage basierend auf dem erlernten Wissen in praktischen Arbeiten Simulationen durchzuführen und optimale Lösungen zu finden. |
| 13. Inhalt: | • Grundlagen der Simulation (Anwendungsgebiete, Methoden, Algorithmen, Programmierung)<br>• Grundlagen der Optimierung (Konzepte, bekannte Verfahren, Entwurf) |
| 14. Literatur: | Wird während der Vorlesung angegeben. |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 331502 Übung Simulation und Modellierung II<br>• 331501 Vorlesung Simulation und Modellierung II |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 32 Stunden<br>Selbststudium: 58 Stunden<br>Summe: 90 Stunden |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 33151 Modellierung, Simulation und Optimierungsverfahren II (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | PPT-Präsentation, Tafelanschrieb |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# Modul: 39140 Sustainable Production Processes

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 074300030 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 2 | 7. Sprache: | Englisch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | apl. Prof. Dr. Günter Tovar |
| 9. Dozenten: | Günter Tovar<br>Steffen Schütz |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Zusatzmodule<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester<br>➞ Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester<br>➞ Schlüsselqualifikationen fachaffin |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Good knowledge of basics of process engineering, chemistry and environmental engineering |
| 12. Lernziele: | • The students know the principles of sustainability and sustainable pro-duction.<br>• The students have understood the needs for sustainable production.<br>• The students are able to analyze and assess production processes with respect to sustainability.<br>• The students have the competence of sustainable process develop-ment.<br>• The students can identify opportunities for process optimization and improvement and describe the sustainable processes. |
| 13. Inhalt: | • Introduction to sustainable development and sustainable production.<br>• Impact of production processes on the environment.<br>• Sustainable production processes in the chemical industries.<br>• Sustainable production processes in the metal industries.<br>• Sustainable production processes in the ceramic industries |
| 14. Literatur: | • Chemical Technology and the Environment - Volume 1 Kirk Othmer, John Wiley und Sons, New Jersey 2007<br>• P. Eyerer, Th. Hirth, J. Woidasky, Nachhaltige rohstoffnahe Produktion, IRB-Verlag, 2007<br>• Lecture notes |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 391401 Vorlesung Sustainable Production Processes |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Time of attendance: 21 h<br>Private study: approx. 69 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 39141 Sustainable Production Processes (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 |

| | |
|---|---|
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | Blackboard, PPT-presentation, manuscript of the lecture |
| 20. Angeboten von: | Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie |

# Modul: 69520 Einführung in C++ für Ingenieure

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042200 107 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 3 LP | 6. Turnus: | Wintersemester |
| 4. SWS: | 3 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Dr. Oliver Thomas Stein |
| 9. Dozenten: | Oliver Thomas Stein |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Schlüsselqualifikationen fachaffin<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>➞ Zusatzmodule |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Hintergrundwissen aus dem laufenden Ingenieurstudium. Grundkenntnisse der Programmierung sind hilfreich. |
| 12. Lernziele: | Die Kursteilnehmer erlernen die Grundlagen der Programmiersprache C++. Sie lernen die Werkzeuge zur Analyse von gegebenen ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen kennen und können diese mittels passender Programmierkonzepte in C++ lösen. Sie sammeln erste Erfahrungen im Implementieren und Testen der entsprechenden Computerprogramme, sowie der Ergebnisanalyse. |
| 13. Inhalt: | Grundlagen der C++ Programmierung: Compilation/execution, variable declaration/initialisation, assignments, types, conversions, scope, operators, functions, conditions, loops, arrays, structures, pointers, references, memory allocation, classes, objects, members, instantiation, con-/destructors, inheritance, overloading, templates.<br>Anwendung der C++-Konzepte auf ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen. In den zugehörigen Computerübungen werden:<br>1) eine Problemstellung aus den Bereichen Energietechnik, Maschinenbau, Verfahrenstechnik u.A. vorgestellt<br>2) das Problem mathematisch-analytisch beschrieben und eine Näherungslösung (ohne den Einsatz von C++) erarbeitet<br>3) ein genaueres Modell zur Problemlösung vorgeschlagen und ein dazu passendes C++-Programm entworfen<br>4) geeignete C++Programmierkonzepte ausgewählt und implementiert<br>5) das Programm getestet, validiert und ggf. Fehler behoben<br>6) die numerische Problemlösung mit der analytischen und ggf. weiteren Datensätzen verglichen<br>7) die Ergebnisse interpretiert und bewertet, sowie mögliche Unsicherheiten bzgl. der verlässlichen Beantwortung der ursprüngl. Fragestellung diskutiert<br>Ein zusätzliches Praktikum dient der weiteren Vertiefung der Inhalte aus Vorlesung und Übung. |
| 14. Literatur: | |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 695201 Vorlesung Einführung in C++ für Ingenieure<br>• 695202 Übung Einführung in C++ für Ingenieure<br>• 695203 Praktikum Einführung in C++ für Ingenieure |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 56 h |

| | |
|---|---|
| | Selbststudiumszeit/Nachbearbeitungszeit: 34 h<br>Summe: 90 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 69521 Einführung in C++ für Ingenieure (BSL), Schriftlich, Gewichtung: 1<br>benotete Übungsblätter (Gewichtung: 0,5)<br>schriftliche Prüfung, 60 Minuten (Gewichtung: 0,5) |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |

# Modul: 72480 Nachhaltigkeit für angehende Ingenieure

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

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Michael Resch |
| 9. Dozenten: | |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>→ Schlüsselqualifikationen fachaffin |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | • Die Studenten verstehen die Bedeutung von Nachhaltigkeit.<br>• Die Studenten haben ein Verständnis für Corporate Social Responsibility (CSR)<br>• Die Studenten sind mit den Konzepten des Öko-Audit und vergleichbarer Instrumente vertraut. Sie sind in der Lage, diese Instrumente praktisch anzuwenden.<br>• Die Studenten verstehen die Bedeutung der Nachhaltigkeit im ingenieurwissenschaftlichen Entwicklungsprozess |
| 13. Inhalt: | • Internationale Nachhaltigkeitskonzepte<br>• Nationale und regionale Zielsetzungen<br>• Nationale und regionale Realisierungsbeispiele<br>• Corporate Social Responsibility<br>• Öko-Audit und ähnliche Prozesse<br>• Nachhaltigkeit in industriellen Entwicklungsprozessen<br>• Firmenbesuche |
| 14. Literatur: | Lehrbuch "Grundkurs Nachhaltigkeit |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 724801 Vorlesung Nachhaltigkeit für Ingenieure |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | Präsenzzeit: 28 h<br>Selbststudium: 52 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | 72481 Nachhaltigkeit für angehende Ingenieure (BSL), , Gewichtung: 1 |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Höchstleistungsrechnen |

# Modul: 80270 Masterarbeit Energietechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500009 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 30 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 0 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht |
| 9. Dozenten: | |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 4. Semester<br>➞ Compulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 4. Semester<br>➞ Compulsory Modules<br>M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 4. Semester |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | Mindestens 72 erworbene Leistungspunkte |
| 12. Lernziele: | Zur Erlangung des Mastergrades ist eine Masterarbeit anzufertigen. In ihr soll der Studierende seine Fähigkeit nachweisen, die im Studium erworbenen Kenntnisse in einer selbständigen wissenschaftlichen Arbeit auf Projekte aus der Ingenieurspraxis anzuwenden. Eine Problemstellung soll innerhalb einer vorgegebenen Frist selbstständig strukturiert werden, nach wissenschaftlichen Methoden systematisch bearbeitet und schließlich transparent dokumentiert werden. |
| 13. Inhalt: | Wird individuell definiert. |
| 14. Literatur: | keine |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 802701 Masterarbeit Energietechnik |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 900h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Thermische Kraftwerkstechnik |

# Modul: 80690 Studienarbeit Energietechnik

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2. Modulkürzel: | 042500004 | 5. Moduldauer: | Einsemestrig |
| 3. Leistungspunkte: | 12 LP | 6. Turnus: | Wintersemester/ Sommersemester |
| 4. SWS: | 0 | 7. Sprache: | Deutsch |

| | |
|---|---|
| 8. Modulverantwortlicher: | Univ.-Prof. Dr. Andreas Kronenburg |
| 9. Dozenten: | |
| 10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: | M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,<br>M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,<br>➞ Pflichtfächer<br>M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,<br>➞ Compulsory Modules |
| 11. Empfohlene Voraussetzungen: | |
| 12. Lernziele: | Die / der Studierende hat die Fähigkeit zur selbständigen Durchführung einer wissenschaftlichen Arbeit erworben.<br>Hierzu gehören: das Erkennen und die klare Formulierung der Aufgabenstellung, die Erfassung des Standes der Technik oder Forschung in einem begrenzten Bereich durch die Anfertigung und Auswertung einer Literaturrecherche, die Erstellung eines Versuchsprogramms, die praktische Durchführung von Versuchen oder die Anwendung eines Simulationsprogramms, die Auswertung und grafische Darstellung von Versuchsergebnissen und deren Beurteilung. Mit diesen Fähigkeiten besitzt die / der Studierende im Fachgebiet entsprechende experimentelle oder modellhafte Ansätze zur Problemlösung, um diese selbständig zu planen und auszuführen. Generell hat die /der Studierende in der Studienarbeit das Rüstzeug zur selbständigen wissenschaftlichen Arbeit erworben. |
| 13. Inhalt: | Inhalt: Individuelle Absprache<br>Innerhalb der Bearbeitungsfrist (6 Monate) ist die fertige Studienarbeit in schriftlicher Form bei der bzw. dem/der Prüfer(in) abzugeben. Zusätzlich muss ein Exemplar in elektronischer Form eingereicht werden. Bestandteil der Studienarbeit ist der Besuch von mindestens 9 Seminarvorträgen (Teilnahmebestätigung auf Formblatt des Instituts) und ein eigener Vortrag von 20-30 Minuten Dauer über deren Inhalt. |
| 14. Literatur: | |
| 15. Lehrveranstaltungen und -formen: | • 806901 Studienarbeit, Seminar des Spezialisierungsfaches |
| 16. Abschätzung Arbeitsaufwand: | 360 h |
| 17. Prüfungsnummer/n und -name: | |
| 18. Grundlage für ... : | |
| 19. Medienform: | |
| 20. Angeboten von: | Technische Verbrennung |