Modulhandbuch
Studiengang Master of Science Energietechnik
Chalmers Outgoing Double Degree
Prüfungsordnung: 211ChO2014

Sommersemester 2017
Stand: 31.03.2017

Universität Stuttgart
Keplerstr. 7
70174 Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

121 Spezialisierungsfächer	8
210 Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach	9
211 Erneuerbare thermische Energiesysteme	10
2111 Kernfächer mit 6 LP	11
12440 Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse	12
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning	14
16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme	17
30420 Solarthermie	20
30460 Biologische und chemische Verfahren für die industrielle Nutzung von Biomasse (Energieträger und Chemierohstoffe)	22
2112 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	24
18160 Berechnung von Wärmeübertragern	25
30470 Thermische Energiespeicher	28
30490 Grundlagen der Energiepflanzenproduktion I	30
38250 Nachhaltigkeit und Produktionsökologie von rohstoffliefernden Pflanzen	32
2113 Ergänzungsfächer mit 3 LP	34
30510 Geothermische Energienutzung	35
30520 Sonderprobleme der Gebäudeenergetik	37
30530 Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe	39
30540 Dampfturbinentechnologie	41
30550 Kraftstoffe aus Erneuerbaren Energien	43
36750 Rationelle Wärmeversorgung	45
36880 Solartechnik II	47
30560 Praktikum Erneuerbare Thermische Energiesysteme	49
212 Feuerungs- und Kraftwerkstechnik	51
2121 Kernfächer mit 6 LP	52
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning	53
15960 Kraftwerksanlagen	56
30570 Dampferzeugung	58
2122 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	60
12440 Einführung in die energetische Nutzung von Biomasse	61
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning	63
15960 Kraftwerksanlagen	66
15970 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen	68
16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme	71
18160 Berechnung von Wärmeübertragern	74
28550 Regelung von Kraftwerken und Netzen	77
30570 Dampferzeugung	79
30580 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen	81
30590 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen	83
2123 Ergänzungsfächer mit 3 LP	85
30510 Geothermische Energienutzung	86
30530 Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe	88
30540 Dampfturbinentechnologie	90
30600 Basics of Air Quality Control	92
30610 Regelungstechnik für Kraftwerke	94
36790 Thermal Waste Treatment	96
36860 Konstruktion von Wärmeübertragern	98
36880 Solartechnik II	100
30620 Praktikum Feuerungs- und Kraftwerkstechnik	102
213 Gebäudeenergetik	104
2131 Kernfächer mit 6 LP	105
30630 Heiz- und Raumluftechnik	106
2132 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	108
30630 Heiz- und Raumluftechnik	109

30640 Energetische Anlagenbewertung und Lüftungskonzepte	111
2133 Ergänzungsfächer mit 3 LP	113
30520 Sonderprobleme der Gebäudeenergetik	114
30650 Ausgewählte Energiesysteme und Anlagen	116
30660 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz	118
30670 Simulation in der Gebäudeenergetik	120
33160 Planung von Anlagen der Heiz- und Raumlufttechnik	122
69500 Energiemanagement nach ISO 50001	124
30680 Praktikum Gebäudeenergetik	126
214 Kernenergietechnik	128
2141 Kernfächer mit 6 LP	129
14110 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung	130
30690 Thermofluiddynamik kerntechnischer Anlagen	133
31450 Simulation kerntechnischer Anlagen (Anlagendynamik)	135
2142 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	137
14110 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung	138
30690 Thermofluiddynamik kerntechnischer Anlagen	141
30700 Reaktorphysik und -sicherheit	143
68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden	146
2143 Ergänzungsfächer mit 3 LP	148
30710 Strahlenschutz	149
51790 Fluid Dynamik der Atmosphäre	151
30730 Praktikum Kernenergietechnik	153
215 Strömungsmechanik und Wasserkraft	155
2151 Kernfächer mit 6 LP	156
14100 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft	157
2152 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	159
14100 Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft	160
17600 Numerische Strömungsmechanik	162
29210 Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen	164
51780 Modeling of Two-Phase Flows	165
2153 Ergänzungsfächer mit 3 LP	168
30740 Strömungsmesstechnik	169
30750 Meeresenergie	171
30770 Planung von Wasserkraftanlagen	172
30780 Praktikum Strömungsmechanik und Wasserkraft	174
216 Techniken zur effizienten Energienutzung	176
2161 Kernfächer mit 6 LP	177
29200 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung	178
30790 Optimale Energiewandlung und Wärmeversorgung	180
69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung	182
2162 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	184
18160 Berechnung von Wärmeübertragern	185
29200 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung	188
30790 Optimale Energiewandlung und Wärmeversorgung	190
30800 Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte	192
68390 Energiemärkte und Energiehandel	194
69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung	196
2163 Ergänzungsfächer mit 3 LP	198
36760 Wärmepumpen	199
36860 Konstruktion von Wärmeübertragern	201
36870 Kältetechnik	203
68280 Energetische Optimierung der Produktion	205
69470 Energieeffizienz II - Branchentechnologien	207
69490 Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien	209
69500 Energiemanagement nach ISO 50001	211
71950 Druckluft und Pneumatik	213
30810 Praktikum: Techniken zur effizienten Energienutzung	215

217 Thermische Turbomaschinen	217
2171 Kernfächer mit 6 LP	218
14070 Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen	219
30820 Thermische Strömungsmaschinen	221
2172 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	223
14070 Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen	224
30820 Thermische Strömungsmaschinen	226
30830 Numerik und Messtechnik für Turbomaschinen	228
57060 Spezielle Themen zu Thermischen Turbomaschinen	231
2173 Ergänzungsfächer mit 3 LP	234
30540 Dampfturbinentechnologie	235
30840 Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik	237
30850 Turbochargers	239
30860 Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen	241
30870 Praktikum Thermische Turbomaschinen	243
218 Windenergie	245
2181 Kernfächer mit 6 LP	246
12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie	247
29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks	249
30880 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen	251
30890 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt	253
2182 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	255
12420 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie	256
14150 Leichtbau	258
17600 Numerische Strömungsmechanik	260
29150 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks	262
30390 Festigkeitslehre I	264
30880 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen	266
30890 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt	268
2183 Ergänzungsfächer mit 3 LP	270
30840 Numerische Methoden in Fluid- und Strukturdynamik	271
30860 Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen	273
30900 Festigkeitslehre II	275
37010 Netzintegration von Windenergie	277
56300 Praktikum Windenergie	279
220 Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter	281
221 Elektrische Maschinen und Antriebe	282
2211 Kernfächer mit 6 LP	283
11550 Leistungselektronik I	284
11580 Elektrische Maschinen I	286
2212 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	288
11550 Leistungselektronik I	289
11580 Elektrische Maschinen I	291
11740 Elektromagnetische Verträglichkeit	293
21690 Elektrische Maschinen II	295
21710 Leistungselektronik II	297
41170 Speichertechnik für elektrische Energie I	298
41750 Speichertechnik für elektrische Energie II	300
2213 Ergänzungsfächer mit 3 LP	302
30930 EMV in der Automobiltechnik	303
30940 Industriegetriebe	305
30950 Mobile Energiespeicher	307
30960 Praktikum Elektrische Maschinen und Antriebe	309
222 Energie und Umwelt	311
2221 Kernfächer mit 6 LP	312
11350 Grundlagen der Luftreinhaltung	313
11380 Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung	315
13940 Energie- und Umwelttechnik	317

15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning	319
2222 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	322
11350 Grundlagen der Luftreinhaltung	323
11380 Grundlagen der Verbrennung und Umweltauswirkungen der Energieumwandlung	325
13940 Energie- und Umwelttechnik	327
14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II	329
15430 Measurement of Air Pollutants	331
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning	333
2223 Ergänzungsfächer mit 3 LP	336
30660 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz	337
30710 Strahlenschutz	339
30990 Emissions reduction at selected industrial processes	341
36790 Thermal Waste Treatment	343
69500 Energiemanagement nach ISO 50001	345
32010 Praktikum Energie und Umwelt	347
224 Energiesysteme und Energiewirtschaft	349
2241 Kernfächer mit 6 LP	350
29200 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung	351
68390 Energiemärkte und Energiehandel	353
69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung	355
2242 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	357
16000 Erneuerbare Energien	358
16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme	360
29200 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung	363
30800 Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte	365
68390 Energiemärkte und Energiehandel	367
69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung	369
2243 Ergänzungsfächer mit 3 LP	371
32030 Strategische Unternehmensplanung in der Energiewirtschaft	372
36820 Energie und Umwelt	374
36850 Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien	376
68280 Energetische Optimierung der Produktion	378
68400 Energiepolitik	380
69470 Energieeffizienz II - Branchentechnologien	382
69490 Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien	384
69500 Energiemanagement nach ISO 50001	386
71930 Elektrische Verbundsysteme	388
71950 Druckluft und Pneumatik	389
71970 Unternehmenssteuerung in der Energiewirtschaft	391
32040 Praktikum Energiesysteme	393
225 Festigkeitslehre und Werkstofftechnik	395
2251 Kernfächer mit 6 LP	396
30390 Festigkeitslehre I	397
30400 Methoden der Werkstoffsimulation	399
32050 Werkstoffeigenschaften	401
32060 Werkstoffe und Festigkeit	403
2252 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	406
30390 Festigkeitslehre I	407
30400 Methoden der Werkstoffsimulation	409
32050 Werkstoffeigenschaften	411
32060 Werkstoffe und Festigkeit	413
35980 Computational Materials Modeling (CMM)	416
2253 Ergänzungsfächer mit 3 LP	418
30900 Festigkeitslehre II	419
32070 Werkstoffmodellierung	421
32080 Schadenskunde	423
32090 Fügechnik	424
32110 Thermokinetische Beschichtungsverfahren	426

30910	Praktikum Werkstoff- und Bauteilprüfung	428
226	Methoden der Modellierung und Simulation	430
2261	Kernfächer mit 6 LP	431
30410	Simulation mit Höchstleistungsrechnern	432
2262	Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	434
30410	Simulation mit Höchstleistungsrechnern	435
32120	Softwareentwurf für technische Systeme	437
32130	Parallele Simulationstechnik	439
2263	Ergänzungsfächer mit 3 LP	441
32140	Simulation im technischen Entwicklungsprozess	442
32150	Parallelrechner - Architektur und Anwendung	444
32160	Virtuelle und erweiterte Realität in der technisch-wissenschaftlichen Visualisierung	445
32170	Numerik für Höchstleistungsrechner	446
32180	Computerunterstützte Simulationsmethoden (MCAE) im modernen Entwicklungsprozess	447
32190	Praktikum Methoden der Modellierung und Simulation	449
227	Thermofluiddynamik	451
2271	Kernfächer mit 6 LP	452
14090	Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II	453
14180	Numerische Strömungssimulation	455
2272	Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	458
14090	Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II	459
14180	Numerische Strömungssimulation	461
18330	Thermophysikalische Stoffeigenschaften	464
26410	Molekularsimulation	466
30580	Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen	468
30590	Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen	470
38360	Methoden der Numerischen Strömungssimulation	472
51780	Modeling of Two-Phase Flows	474
2273	Ergänzungsfächer mit 3 LP	477
51790	Fluid Dynamik der Atmosphäre	478
51800	Advanced Combustion	480
51810	Angewandte Strömungsmesstechnik und Versuchstechnik	482
56090	Praktikum Thermo-Fluid Dynamik	483
228	Energiespeicher	485
2281	Kernfächer mit 6 LP	486
30470	Thermische Energiespeicher	487
48390	Elektrochemische Energiespeicherung	489
2282	Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	491
18160	Berechnung von Wärmeübertragern	492
30470	Thermische Energiespeicher	495
41170	Speichertechnik für elektrische Energie I	497
41750	Speichertechnik für elektrische Energie II	499
48390	Elektrochemische Energiespeicherung	501
2283	Ergänzungsfächer mit 3 LP	503
36830	Lithiumbatterien: Theorie und Praxis	504
36850	Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien	506
58180	Thermodynamik der Energiespeicher	508
71930	Elektrische Verbundsysteme	509
50310	Praktikum Energiespeicher	510
229	Energieverteilung	512
2291	Kernfächer mit 6 LP	513
11560	Elektrische Energienetze I	514
28550	Regelung von Kraftwerken und Netzen	516
2292	Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP	518
11560	Elektrische Energienetze I	519
21760	Elektrische Energienetze II	521
28550	Regelung von Kraftwerken und Netzen	523

29140 Smart Grids	525
2293 Ergänzungsfächer mit 3 LP	527
29180 Dynamik elektrischer Verbundsysteme	528
37010 Netzintegration von Windenergie	530
58110 Expertensysteme in der elektrischen Energieversorgung	532
71930 Elektrische Verbundsysteme	534
50530 Praktikum Energieverteilung	535
122 Pflichtfächer	537
13060 Grundlagen der Heiz- und Raumluftechnik	538
35990 Industriepraktikum Energietechnik	540
80690 Studienarbeit Energietechnik	541
72050 Module Chalmers University of Technology	542

121 Spezialisierungsfächer

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
	16020	Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme
	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 Günter Scheffknecht Uwe Schnell		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodul		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			

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 beurteilen und erstellen.
13. Inhalt:	I: Bereitstellung von biogenen Energieträgern • Biologische und verfahrenstechnische Grundlagen zur Produktion und Bereitstellung von Biomasse als Brennstoff zur energetischen Nutzung, • technisch-wirtschaftliche Entwicklungsperspektiven und ökologische Auswirkungen • Einordnung der systemanalytischen und energiewirtschaftlichen Zusammenhänge • Rahmenbedingungen einer Nutzung in Energiesystem • Einführung in physikalisch-chemische und biochemische Umwandlungsverfahren II: Energetische Nutzung von Biomasse • Brennstofftechnische Charakterisierung von Biomasse • Einführung in Verbrennungs- und Vergasungstechnologien sowie die Fermentation • Emissionsverhalten und Einführung in die Abgasreinigung • Einführung in die Umwandlungsverfahren zur Erzeugung von Strom und/oder Wärme
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript • 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 Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h 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, → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules		

- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester
 → Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester
 → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester
 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester
 → Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester
 → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester
 → Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
 → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester
 → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester
 → 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 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: • Lecture notes "Combustion and Firing Systems • Skript • Notes for practical work II: • Lecture notes Flue gas cleaning • Skript • Notes for practical work
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 154402 Firing Systems and Flue Gas Cleaning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h V Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h 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: 16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme

2. Modulkürzel:	042410042	5. Moduldauer:	Zweimestrig
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 → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 austermodynamischen 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 -
- **Thermodynamische Grundlagen** der elektrochemischen Energieumwandlung, Chemische Thermodynamik: Grundlagen und Zusammenhänge, Elektrochemische Potentiale und die freie Enthalpie ΔG , Wirkungsgrad der elektrochemischen Stromerzeugung, Druckabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale / Zellspannungen, Temperaturabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale
- **Aufbau und Funktion von Brennstoffzellen**, Komponenten: Anforderungen und Eigenschaften, Elektrolyt: Eigenschaften verschiedener Elektrolyte, Elektrochemische Reaktionsschicht von Gasdiffusionselektroden, Gasdiffusionsschicht, Stromkollektor und Gasverteiler, Stacktechnologie
- **Technischer Wirkungsgrad**, 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 Bestimmung einzelner Verlustanteile

Technik und Systeme (SS):

- **Überblick:** Einsatzgebiete von Brennstoffzellensystemen, stationär, mobil, portabel
- **Brennstoffzellensysteme**, Niedertemperaturbrennstoffzellen, Alkalische Brennstoffzellen, Phosphorsaure Brennstoffzellen, Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen, Direktmethanol-Brennstoffzellen, Hochtemperaturbrennstoffzellen, Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen, Oxidkeramische Brennstoffzellen
- **Einsatzbereiche von Brennstoffzellensystemen**, Verkehr: Automobilsystem, Auxiliary Power Unit (APU), Luftfahrt, stationäre Anwendung: Dezentrale Blockheizkraftwerke, Hausenergieversorgung, Portable Anwendung: Elektronik, Tragbare Stromversorgung, Netzunabhängige Stromversorgung
- **Brenngasbereitstellung und Systemtechnik**, Wasserstoffherstellung: Methoden, Reformierung, Systemtechnik und Wärmebilanzen,
- **Ganzheitliche Bilanzierung**, Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Perspektiven der Brennstoffzellentechnologien

14. Literatur:

- Vorlesungszusammenfassungen,

empfohlene Literatur:

	• P. Kurzweil, Brennstoffzellentechnik, Vieweg Verlag Wiesbaden, ISBN 3-528-03965-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 160201 Vorlesung Grundlagen Brennstoffzellentechnik • 160202 Vorlesung Brennstoffzellentechnik, Technik und Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:56 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:124 h 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: 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, → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in Mathematik und Thermodynamik		
12. Lernziele:	Erworbene Kompetenzen: Die Studierenden • können die auf unterschiedlich orientierte Flächen auf der Erdoberfläche auftreffende Solarstrahlung berechnen • kennen Methoden zur aktiven und passiven thermischen Solarenergienutzung im Niedertemperaturbereich • kennen Solaranlagen und deren Komponenten zur Trinkwassererwärmung, Raumheizung und solaren Kühlung		

- kennen unterschiedliche Technologien zur Speicherung von Solarwärme.
  - 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. 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 of Thermal Processes, Wiley-Interscience, ISBN 0-471-51056 • Volker Quaschnig: Regenerative Energiesysteme, Hanser Verlag. ISBN 978-3-446-40973-6 • Norbert Fisch / Bruno Möws / Jürgen Zieger: Solarstadt Konzepte, Technologien, Projekte, W. Kolhammer, 2001 ISBN 3-17-015418-4 • Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafelanschrieb und Aufgabenblättern
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 304202 Übung mit Workshop Solarthermie • 304201 Vorlesung Solarthermie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 48 Stunden Selbststudium: 132 Stunden 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
 → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule

M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester
 → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer

M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester
 → Zusatzmodule

M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester
 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule

M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester
 → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer

M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester
 → Selection 2 --> Semicompulsory Modules

11. Empfohlene Voraussetzungen: Empfohlen: Grundlagen Erneuerbare Energien Grundlagen der energetischen Nutzung von Biomasse

12. Lernziele: Die Studierenden

- 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
- kennen die chemischen Verfahren zur Herstellung von biogenen Energieträgern (Biodiesel) und Chemierohstoffen
- wissen um Einsatz der Biomasse und Anwendungen der biobasierten Energieträger und Chemierohstoffe
- kennen die Auswirkungen der Konversionsprozesse im Hinblick auf Energieeffizienz und CO₂- Reduktionsstrategie

	• kennen die Problematik Biomasse zu Lebensmittel bzw. zu Energieträgern
13. Inhalt:	• Nachhaltige Rohstoffversorgung • Aufbau einer Bioraffinerie - Rohstoffe, Prozesse und Produkte • Biologische Verfahren zur Herstellung von Energieträgern und Chemierohstoffen • Chemische Verfahren zur Herstellung von Energieträgern und Chemierohstoffen • Auswirkungen von Konversionsprozessen auf die CO2 Bilanz
14. Literatur:	• Hirth, Thomas, Von der Erdölraffinerie zur Bioraffinerie, Vorlesungsmanuskript. • Trösch, Walter, Hirth, Thomas, Biologische und chemische Verfahren zur industriellen Nutzung von Biomasse (Energieträger und Chemierohstoffe), Vorlesungsmanuskript. • Ulmann, Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH. • Kamm, Gruber, Kamm Biorefineries - Industrial processes and products
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 304601 Vorlesung Nachhaltige Rohstoffversorgung - Von der Erdölraffinerie zur Bioraffinerie • 304602 Vorlesung Biologische und chemische Verfahren zur industriellen Nutzung von Biomasse (Energieträger und Chemierohstoffe) • 304603 Exkursion
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenz: 70 h Selbststudium: 110 h 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 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester		

- Zusatzmodule
- M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester
  - Selection 1 --> Semicompulsory Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester
  - Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
  - Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
  - Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester
  - Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer

11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in Wärme- und Stoffübertragung
12. Lernziele:	Erworbenene Kompetenzen: Die Studierenden • kennen die Grundgesetze der Wärmeübertragung und der Strömungen • sind in der Lage die Grundlagen in Form von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden • kennen unterschiedliche Methoden zur Berechnung von Wärmeübertragern • 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. Die Lehrveranstaltung • zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis, • vermittelt die Grundlagen zur Berechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode) • behandelt Sonderbauformen und Spezialprobleme (Wärmeverluste), • vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und im Mantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung, Kondensation, Verdampfung), • führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände, Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren), • behandelt die Bestimmung von Druckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen • vermittelt die Berechnung von Regeneratoren
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript, • empfohlene Literatur: VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern

- 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h 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 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, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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:		

Die Studierenden

- kennen die physikalischen Grundlagen zur thermischen Energiespeicherung
- kennen Verfahren zur thermischen Energiespeicherung im Gebäudesektor und für industrielle und Kraftwerks-Prozesse
- kennen Anlagen und deren Komponenten zur thermischen Energiespeicherung
- kennen Verfahren zur Prüfung thermischer Energiespeicher und zur Ermittlung von Bewertungskriterien
- 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 Phasenwechselfvorgänge (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 • II: Vorlesungsmanuskript "Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 304701 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Grundlagen und Niedertemperaturanwendungen • 304702 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: ca. 56 h Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30471 Thermische Energiespeicher (PL), Schriftlich, 90 Min., 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:	Zweimestrig
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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → 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 - Kriterien für die Wahl von Bioenergiepflanzen - Keimung und Bestandesbegründung - Inter- und intraspezifische Konkurrenz - Wirkungen der Produktionsfaktoren Licht, CO₂, Wasser auf die Substanzproduktion - Entwicklung und Ertragsbildung - Ertragsphysiologie - Ernteverfahren, pflanzenbauliche Aspekte - Fruchtfolgegestaltung - Reinkultur und Mischbau - Bodenbearbeitungsverfahren, pflanzenbauliche Aspekte - Agrarraumgestaltung - Beziehungen zwischen Landschaftsstrukturelementen und Produktionsflächen - Verfahren des Anbaus von Lignocellulose-, Öl-, Zucker- und Stärkepflanzen - Wechselwirkungen zwischen Boden, Standort und Pflanzen		
14. Literatur:	Aufhammer, W. (1998): Getreide- und andere Körnerfruchtarten. (UTB, Ulmer/Stuttgart) Bauemer, K. (1992): Allgemeiner Pflanzenbau. 3. Aufl.. (UTB, Ulmer/Stuttgart) Diepenbrock, W. (1999): Spezieller Pflanzenbau. 3. neubearb. u. erg. Aufl.. (UTB, Ulmer/Stuttgart) Diepenbrock, W., Ellmer, F. und J. Leon (2005): Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Grundwissen Bachelor. (UTB, Ulmer/Stuttgart) 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 des Pflanzenbaues 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 Ulrich Thumm Andreas Kiesel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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:	<i>Erwerbung der folgenden Kompetenzen:</i> • <i>Erstellung und ökologische Bewertung von biogenen Wertschöpfungsketten und Biomasse-Bereitstellungskonzepten.</i> • <i>Kritisches, analytisches Denken durch die abwägende Betrachtung ökologischer Vor- und Nachteile von Biomasse-Bereitstellungskonzepten.</i> • <i>Teamfähigkeit durch Erstellung von Berichten in Gruppenarbeit.</i> <i>Schriftliche und mündliche Ausdrucksfähigkeit durch Berichte und mündliche Präsentation der Arbeitsergebnisse.</i>		
13. Inhalt:	Die Produktionsökologie schlägt die Brücke zwischen Pflanzenbauforschung, Ökologie und Ökonomie. Die Studierenden erhalten einen Einblick in die Grundlagen der Modellierung im Pflanzenbau, in die ökologischen Aspekte und Potentiale des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen und Energiepflanzen und damit in die Möglichkeit zur Gestaltung nachhaltiger Biomasseproduktionssysteme. Ressourcennutzungseffizienz, Biomasseproduktions- sowie -versorgungssysteme und Nährstoffbilanzen werden aus pflanzenbaulicher Sicht ebenso thematisiert wie die Auswirkungen von Biomasseproduktionssystemen auf die Landschaftsnutzungsänderung und Biodiversität.		
14. Literatur:	<i>Vorlesungsunterlagen (ILIAS)</i>		

*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), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 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:	30510	Geothermische Energienutzung
	30520	Sonderprobleme der Gebäudeenergetik
	30530	Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe
	30540	Dampfturbinentechnologie
	30550	Kraftstoffe aus Erneuerbaren Energien
	36750	Rationelle Wärmeversorgung
	36880	Solartechnik II

Modul: 30510 Geothermische Energienutzung

2. Modulkürzel:	042400040	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:	Roman Marx Klaus Spindler		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlen: Technische Thermodynamik I/II, Grundlagen der Wärmeübertragung		
12. Lernziele:	Die Teilnehmer kennen die Grundlagen und technischen Möglichkeiten zur Nutzung der oberflächennahen und tiefen Geothermie. Sie können entsprechende Kreislaufberechnungen durchführen. Sie beherrschen die Grundlagen nach dem geltenden Stand der Technik und können entsprechend geothermische Anlagen entwerfen, planen und wärmetechnisch auslegen. Sie kennen die thermodynamischen Verfahren und Kreisläufe zur Stromerzeugung und Kraft-Wärme- Kopplung aus Tiefengeothermie. Sie beherrschen die Grundlagen der verschiedenen Wärmepumpenprozesse und können Wärmepumpenanlagen zur Nutzung der Erdwärme auslegen und energetisch,ökologisch und ökonomisch zu bewerten.		
13. Inhalt:	Tiefengeothermie : • Grundlagen, Potenziale, Wärmeleitung, Geologie • Grundwasserströmungen • direkte Thermalwassernutzung • ORC-Prozesse Kalina-Prozesse Hot-Dry-Rock-Verfahren • Kraft-Wärme-Kopplung		

Oberflächennahe Geothermie:

- Thermodynamische Grundlagen, Ideal- Prozess, Theoretischer Vergleichsprozess der Kompressionswärmepumpe
- Realer Prozess der Kaltdampfkompansionswärmepumpe idealisierter Absorptionsprozess,
- Leistungszahl, Jahresnutzungsgrad,
- Arbeitsmittel und Komponenten für Kompressionswärmepumpen und Absorptionswärmepumpen
- Auslegungsbeispiele und Dimensionierung für Wärmepumpen
- Wirtschaftlichkeit und Vergleich mit anderen Wärmeerzeugungsanlagen
- Kühlen mit Erdsonden

---

14. Literatur:	• Powerpoint-Folien der Vorlesung, Daten- u. Arbeitsblätter
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 305101 Vorlesung mit integrierten Übungen Geothermische Energienutzung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium, Prüfungsvorber.: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30511 Geothermische Energienutzung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermodynamik und Wärmetechnik

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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Heiz- und Raumlufttechnik		
12. Lernziele:	Im Modul Sonderprobleme der Gebäudeenergetik 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. Erworbene Kompetenzen : Die Studenten sind mit Lösungen für Spezial- und Sonderfälle vertraut können methodisch Lösungen für solche Fälle entwickeln und auslegen		
13. Inhalt:	Sonderräume in der Heiz- und Raumlufttechnik spezielle technische Lösungen in der Anlagentechnik alternative und regenerative Energien energieeffizientes Bauen		
14. Literatur:	Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimattechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994		

Rietschel, H., Raumklimatechnik Band 3: Modulhandbuch M.Sc. Maschinenbau Seite 714 Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004
Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller- Verlag, 1981
Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998
Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 305201 Vorlesung Sonderprobleme der Gebäudeenergetik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden 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 Raumluftechnik

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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer		
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: • Die chemischen und physikalische Grundlagen der Verbrennung • Laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen: • Flammenstruktur und -geschwindigkeit • Erhaltungsgleichungen für Masse, Energie und Geschwindigkeit • Turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen: • Gleichungssysteme • Modellierungsstrategien		

	• Entstehung von Schadstoffen
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript S.R. Turns, An Introduction to Combustion, 2nd Edition, McGrawHill, 2000 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 Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: 69 h 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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Technische Thermodynamik I+II, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre		
12. Lernziele:	Der Studierende		

- verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der physikalischen und technischen Vorgänge in Dampfkraftwerken und Dampfturbinen
  - beherrscht die Thermodynamik des zugrundeliegenden Clausius-Rankine-Prozesses
  - ist in der Lage, die Funktionsprinzipien der wesentlichen Dampfturbinen- Komponenten und deren Zusammenwirken zu erkennen und zu analysieren
  - erkennt die technischen Grenzen der verschiedenen Turbinen-Bauarten und kann diese begründen
-

13. Inhalt:

- 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
-

14. Literatur:

- Bell, R., Dampfturbinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart
  - Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, 4. Aufl., Bd. 1 u. 2, Springer 2001
  - Dietzel, F., Dampfturbinen, 3. Aufl., Hanser 1980
-

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 305401 Vorlesung Dampfturbinentechnologie
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 Stunden
 Selbststudium: 69 Stunden
 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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlen: Grundkenntnisse in Chemie und Physik		
12. Lernziele:	Studierenden • besitzen vertiefte Kenntnisse über diverse Pfade zur Herstellung von Kraftstoffen aus Erneuerbaren Energien. • 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. • haben die Kompetenz, zukünftige Konzepte im Bereich der Mobilität zu beurteilen und nachhaltige Lösungswege zu generieren. • 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): Im Rahmen der Vorlesung werden die aussichtsreichsten Optionen regenerativ erzeugter Kraftstoffe, deren Herstellungspfade sowie die Vor- und Nachteile der verschiedenen Energieträger dargestellt. 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. II: Exkursionen (8 h): 1. Synthesegaserzeugung, diverse Gaskonditionierungsprozesse, Brennstoffsynthese aus		

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) • vollständiger ppt-Foliensatz • ausgewählte Literatur für die Anfertigung der selbstständigen Hausarbeit
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 305501 Vorlesung Kraftstoffe aus Erneuerbaren Energien • 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) Selbststudium: 54 h 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Thermodynamik I/II 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 Wirtschaftlichkeitsberechnungen 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 wärmetechnische Komponenten und Systeme bilanzieren und Vorschläge für einen geeigneten ressourcenschonenden 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 raumluftechnischer 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 Selbststudium, Prüfungsvorber.: 62 h Gesamt: 90h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36751 Rationelle Wärmeversorgung (BSL), Schriftlich, 30 Min., 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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer		
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 Potential und Markt solarthermischer Kraftwerke Grundlagen der Umwandlung konzentrierter Solarstrahlung Übersicht zur Parabol-Rinnen Kraftwerkstechnik Übersicht zur Solar Turm Kraftwerkstechnik Auslegungskonzepte für Rinnenkollektoren und Absorber Auslegungskonzepte für Receiver Grundlagen von Hochtemperatur-Wärmespeicher Auslegungskonzepte ausgewählter Speichertechniken Übersicht zu aktuellen Kraftwerksprojekten		
14. Literatur:	Kopie der Powerpoint-Präsentation		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 368801 Vorlesung Solartechnik II		

- 368802 Seminar Solarkraftwerke
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:62 h Gesamt: 90h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36881 Solartechnik II (BSL), Schriftlich, 120 Min., 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 Thomas Brendel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester → Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer		
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. • Wärmeübertrager: Es wird die Leistung eines Wärmeübertragers im Gleich- und Gegenstrombetrieb ermittelt. • Wärmepumpe: Es wird die Leistungszahl einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe bei verschiedenen Betriebszuständen bestimmt. • IR-Kamera: Es wird das Oberflächentemperaturfeld und der Emissionsgrad einer Modellfassade ermittelt. • Brennstoffzelle: Es wird das Betriebsverhalten eines PEM-Brennstoffzellen-Hybridsystems näher untersucht. • Kompressionskälteanlage: Es wird die Funktion und das Betriebsverhalten einer Kompressionskälteanlage mit verschiedenen Expansionsorganen untersucht. • Diffusions- Absorptionskältemaschine: Es wird der NH₃/H₂O-Absorptionsprozess mit dem Hilfsgas H₂ und einer Thermosiphonpumpe untersucht. • 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
- 305608 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 4
- 305607 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 3
- 305605 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 1
- 305603 Spezialisierungsfachversuch 3
- 305602 Spezialisierungsfachversuch 2
- 305601 Spezialisierungsfachversuch 1
- 305606 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 2

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 28 Stunden
Selbststudium: 62 Stunden
Gesamt: 90 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

30561 Praktikum Erneuerbare Thermische Energiesysteme (USL),
Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
Unbenotete Studienleistung (USL):
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, → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules		

- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
→ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester
→ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester
→ 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 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: • Lecture notes "Combustion and Firing Systems • Skript • Notes for practical work II: • Lecture notes Flue gas cleaning • Skript • Notes for practical work
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 154402 Firing Systems and Flue Gas Cleaning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h V Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h 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 Arnim Wauschkuhn		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Zusatzmodule		
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): Energie und CO₂-Emissionen, Energiebedarf und -ressourcen, CO₂-Anreicherungs- und Abscheideverfahren, Referenzkraftwerk auf der Basis von Stein- und Braunkohle, Wirkungsgradsteigerung durch		

fortgeschrittene Dampfparameter, Prinzipien des Gas- und Dampfturbinenkraftwerks.

Kraftwerksanlagen II (Schnell):

- Erdgas-/Kohle-Kombi- und Verbundkraftwerke, Kombinierte Kraftwerksprozesse (insbes. Kohledruckvergasung), Vergleich von Kraftwerkstechnologien.

Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik (Wauschkuhn):

- 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" • Vorlesungsmanuskript "Kraftwerksanlagen II" • Vorlesungsmanuskript "Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik" • Weiterführende Literaturhinweise in den Vorlesungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 159601 Vorlesung Kraftwerksanlagen I • 159602 Vorlesung Kraftwerksanlagen II • 159603 Vorlesung Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 70 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 110 h 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, → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer		
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 • Übersicht Dampferzeugerbauarten: Rauchrohr- und Wasserrohr- Dampferzeuger, Verdampferprinzipien (Umlauf- und Zwangdurchlaufverdampfer, Einsatzgebiet), Ausführungsbeispiele, Abhitzedampferzeuger, Sonderbauarten • 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 • Komponenten und Nebenanlagen: Druckteile, Tragkonstruktion, Luft- und Rauchgassystem, Komponenten zur Brennstoffzerkleinerung und -zuteilung, Komponenten der Feuerungsanlage, Systeme zur Rauchgasreinigung, Wärmeverschiebesysteme • Werkstoffe und Festigkeit: Berechnung der maximalen Drücke und Temperaturen, Spannungskategorien, Spannungshypothesen und Kesselformel, Spannungsbegrenzung, Werkstoffe, Erschöpfungsrechnung • Betriebsweisen, Anfahren und Dynamik: Schaltungsvarianten (für Dampfkraftwerke), Belastungsweise, dynamische Merkmale eines Kraftwerksblocks, Blockregelung und Betriebsweisen, Laständerungsvermögen, Einzelregelungen, Anlagenschutz • Speisewasserchemie und Korrosion: Chemie des Arbeitsmittels Wasser/Dampf, Korrosionen an von Wasser bzw. Dampf berührten Bauteilen, Korrosionen auf der Rauchgasseite • Neuere Entwicklungen: senkrechte Verdampferberohrung für Zwangdurchlaufdampferzeuger, Kohlevortrocknung, höhere Dampfstufen und Werkstoffentwicklungen, alternative Dampferzeugerkonzepte, Abwärmenutzung, Konzepte mit CO₂-Abscheidung
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript "Dampferzeugung" • Übungsunterlagen "Dampferzeugung"
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 305701 Vorlesung und Übung Dampferzeugung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 124 h 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
Günter Scheffknecht
Uwe Schnell

10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:

M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,
→ Selection 2 --> Semicompulsory Modules

M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011,
→ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer

M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,
→ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer

M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014,
→ Selection 1 --> Semicompulsory Modules

M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul

M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester
→ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul

M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul

M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
→ Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul

M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
→ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit

M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer

M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer

M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
→ Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodul

11. Empfohlene Voraussetzungen:

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 beurteilen und erstellen.
13. Inhalt:	I: Bereitstellung von biogenen Energieträgern • Biologische und verfahrenstechnische Grundlagen zur Produktion und Bereitstellung von Biomasse als Brennstoff zur energetischen Nutzung, • technisch-wirtschaftliche Entwicklungsperspektiven und ökologische Auswirkungen • Einordnung der systemanalytischen und energiewirtschaftlichen Zusammenhänge • Rahmenbedingungen einer Nutzung in Energiesystem • Einführung in physikalisch-chemische und biochemische Umwandlungsverfahren II: Energetische Nutzung von Biomasse • Brennstofftechnische Charakterisierung von Biomasse • Einführung in Verbrennungs- und Vergasungstechnologien sowie die Fermentation • Emissionsverhalten und Einführung in die Abgasreinigung • Einführung in die Umwandlungsverfahren zur Erzeugung von Strom und/oder Wärme
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript • 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 Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h 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, → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules		

- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
→ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester
→ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester
→ 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 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: • Lecture notes "Combustion and Firing Systems • Skript • Notes for practical work II: • Lecture notes Flue gas cleaning • Skript • Notes for practical work
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 154402 Firing Systems and Flue Gas Cleaning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h V Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h 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 Arnim Wauschkuhn		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Zusatzmodule		
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): Energie und CO₂-Emissionen, Energiebedarf und -ressourcen, CO₂-Anreicherungs- und Abscheideverfahren, Referenzkraftwerk auf der Basis von Stein- und Braunkohle, Wirkungsgradsteigerung durch		

fortgeschrittene Dampfparameter, Prinzipien des Gas- und Dampfturbinenkraftwerks.

Kraftwerksanlagen II (Schnell):

- Erdgas-/Kohle-Kombi- und Verbundkraftwerke, Kombinierte Kraftwerksprozesse (insbes. Kohledruckvergasung), Vergleich von Kraftwerkstechnologien.

Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik (Wauschkuhn):

- 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" • Vorlesungsmanuskript "Kraftwerksanlagen II" • Vorlesungsmanuskript "Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik" • Weiterführende Literaturhinweise in den Vorlesungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 159601 Vorlesung Kraftwerksanlagen I • 159602 Vorlesung Kraftwerksanlagen II • 159603 Vorlesung Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 70 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 110 h 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 Benedetto Risio Oliver Thomas Stein		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen in Mathematik, Physik und Informatik. 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. 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.

II: Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik (Risio):
Einsatzfelder für technische Flammen in der Energie- und Verfahrenstechnik, Techniken zur Abbildung industrieller Feuerungssysteme, Aufbau und Funktion moderner Höchstleistungsrechner, Algorithmen und Programmierertechnik 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

III: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge III (Stein):
Lösung nicht-linearer Gleichungssysteme
Verfahren zur Zeitdiskretisierung
Homogene Reaktoren
Eindimensionale Reaktoren/Flammen

I: Combustion and Firing Systems II (Schnell):
Fundamentals of model descriptions for turbulent reacting fluid flow, radiative heat transfer, combustion of fuels, and pollutant formation in flames and furnaces.

II: Simulation and Optimization Methods for Combustion Systems (Risio):
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).

III: Fundamentals of Technical Combustion Processes III (Stein):
Solution of non-linear equation systems
Methods for temporal discretization
Homogeneous reactors
One-dimensional reactors/flames

---

14. Literatur:

- Vorlesungsmanuskript "Verbrennung und Feuerungen II"
- Vorlesungsmanuskript "Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik"
- Vorlesungsfolien "Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge III"

- S.R. Turns, An Introduction to Combustion: Concepts and Applications, 2nd Edition, McGraw Hill (2006)
  - J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, Verbrennung, 4th Edition, Springer (2010)
  - J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer (2002)
-

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 159701 Vorlesung Verbrennung und Feuerungen II
- 159702 Vorlesung Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik
- 159703 Vorlesung Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge III

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 62 h
Selbststudium: 118 h
Gesamt: 180 h
Time of attendance: 62 hrs
Time outside classes: 118 hrs
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 → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 austermodynamischen 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 -
- **Thermodynamische Grundlagen** der elektrochemischen Energieumwandlung, Chemische Thermodynamik: Grundlagen und Zusammenhänge, Elektrochemische Potentiale und die freie Enthalpie ΔG , Wirkungsgrad der elektrochemischen Stromerzeugung, Druckabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale / Zellspannungen, Temperaturabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale
- **Aufbau und Funktion von Brennstoffzellen**, Komponenten: Anforderungen und Eigenschaften, Elektrolyt: Eigenschaften verschiedener Elektrolyte, Elektrochemische Reaktionsschicht von Gasdiffusionselektroden, Gasdiffusionsschicht, Stromkollektor und Gasverteiler, Stacktechnologie
- **Technischer Wirkungsgrad**, 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 Bestimmung einzelner Verlustanteile

Technik und Systeme (SS):

- **Überblick:** Einsatzgebiete von Brennstoffzellensystemen, stationär, mobil, portabel
- **Brennstoffzellensysteme**, Niedertemperaturbrennstoffzellen, Alkalische Brennstoffzellen, Phosphorsaure Brennstoffzellen, Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen, Direktmethanol-Brennstoffzellen, Hochtemperaturbrennstoffzellen, Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen, Oxidkeramische Brennstoffzellen
- **Einsatzbereiche von Brennstoffzellensystemen**, Verkehr: Automobilsystem, Auxiliary Power Unit (APU), Luftfahrt, stationäre Anwendung: Dezentrale Blockheizkraftwerke, Hausenergieversorgung, Portable Anwendung: Elektronik, Tragbare Stromversorgung, Netzunabhängige Stromversorgung
- **Brenngasbereitstellung und Systemtechnik**, Wasserstoffherstellung: Methoden, Reformierung, Systemtechnik und Wärmebilanzen,
- **Ganzheitliche Bilanzierung**, Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Perspektiven der Brennstoffzellentechnologien

14. Literatur:

- Vorlesungszusammenfassungen,

empfohlene Literatur:

	• P. Kurzweil, Brennstoffzellentechnik, Vieweg Verlag Wiesbaden, ISBN 3-528-03965-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 160201 Vorlesung Grundlagen Brennstoffzellentechnik • 160202 Vorlesung Brennstoffzellentechnik, Technik und Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:56 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:124 h 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 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester		

- Zusatzmodule
- M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester
  - Selection 1 --> Semicompulsory Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester
  - Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
  - Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
  - Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester
  - 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: Die Studierenden • kennen die Grundgesetze der Wärmeübertragung und der Strömungen • sind in der Lage die Grundlagen in Form von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden • kennen unterschiedliche Methoden zur Berechnung von Wärmeübertragern • kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertragerbauformen
13. Inhalt:	Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieurausbildung durch Vermittlung von Fachwissen für die Berechnung von Wärmeübertragern zu leisten. Die Lehrveranstaltung • zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis, • vermittelt die Grundlagen zur Berechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode) • behandelt Sonderbauformen und Spezialprobleme (Wärmeverluste), • vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und im Mantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung, Kondensation, Verdampfung), • führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände, Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren), • behandelt die Bestimmung von Druckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen • vermittelt die Berechnung von Regeneratoren
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript, • empfohlene Literatur: VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern

• 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h 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 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 → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine		

12. Lernziele:	Die Absolventen des Moduls kennen die kraftwerks- und netzseitigen Automatisierungs- und Regelungsaufgaben im Bereich der Stromerzeugung. Sie sind mit den aktuellen nationalen und internationalen Spezifikationen und Richtlinien für die Standard-Regelaufgaben in der Stromerzeugung vertraut und können bestehende Regelungen und ihre Auswirkungen auf das Verbundsystem bewerten.
13. Inhalt:	I: Einführung I.1 Aufbau elektrischer Energieversorgungssysteme I.2 Grundlagen der Systemdynamik und der Regelungstechnik I.3: Europäisches Verbundnetz und Verbundnetze weltweit I.4 Stromerzeugung und Netzbetrieb im liberalisierten Versorgungssystem II: Dynamisches Verhalten und Regelung der Netzpartner II.1a: fossile Dampfkraftwerke II.1b: Kernkraftwerke II.1c: Solarthermische Kraftwerke II.1d: Wasserkraftwerke II.1e: Windkraftanlagen II.1f: weitere dezentrale Erzeuger II.2: Verbraucher II.3: Netzbetriebsmittel/Leistungselektronik III: Netzregelung und Systemführung III.1: Frequenz-Wirkleistungs-Regelung III.2: Spannungsregelung III.3: Dynamisches Netzverhalten III.4: Monitoring IV: Aktuelle Herausforderungen IV.1: Einbindung erneuerbarer Energien IV.2: Ausweitung des europäischen Stromhandels IV.3: Erweiterungen des europäischen Verbundnetzes V: Übungen V.1: Fossil befeuerte Kraftwerke V.2: Kernkraftwerke und Wasserkraftwerke V.3: Leistungs-Frequenzregelung V.4: Lastflussrechnung
14. Literatur:	Vorlesungsskript, VDI/VDE-Richtlinienreihe 35xx, Nationale und internationale Netzcodes (TransmissionCode, DistributionCode, UCTE Operation Handbook)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 285501 Vorlesung Regelung von Kraftwerken und Netzen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden 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 ... :	Regelung von Kraftwerken und Netzen
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, → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer		
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 • Übersicht Dampferzeugerbauarten: Rauchrohr- und Wasserrohr- Dampferzeuger, Verdampferprinzipien (Umlauf- und Zwangdurchlaufverdampfer, Einsatzgebiet), Ausführungsbeispiele, Abhitzedampferzeuger, Sonderbauarten • 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 • Komponenten und Nebenanlagen: Druckteile, Tragkonstruktion, Luft- und Rauchgassystem, Komponenten zur Brennstoffzerkleinerung und -zuteilung, Komponenten der Feuerungsanlage, Systeme zur Rauchgasreinigung, Wärmeverchiebesysteme • Werkstoffe und Festigkeit: Berechnung der maximalen Drücke und Temperaturen, Spannungskategorien, Spannungshypothesen und Kesselformel, Spannungsbegrenzung, Werkstoffe, Erschöpfungsrechnung • Betriebsweisen, Anfahren und Dynamik: Schaltungsvarianten (für Dampfkraftwerke), Belastungsweise, dynamische Merkmale eines Kraftwerksblocks, Blockregelung und Betriebsweisen, Laständerungsvermögen, Einzelregelungen, Anlagenschutz • Speisewasserchemie und Korrosion: Chemie des Arbeitsmittels Wasser/Dampf, Korrosionen an von Wasser bzw. Dampf berührten Bauteilen, Korrosionen auf der Rauchgasseite • Neuere Entwicklungen: senkrechte Verdampferberohrung für Zwangdurchlaufdampferzeuger, Kohlevortrocknung, höhere Dampfzustände und Werkstoffentwicklungen, alternative Dampferzeugerkonzepte, Abwärmenutzung, Konzepte mit CO₂-Abscheidung
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript "Dampferzeugung • Übungsunterlagen "Dampferzeugung
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 305701 Vorlesung und Übung Dampferzeugung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 124 h 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:	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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Fundierte Grundlagen in Thermodynamik, Chemie, Mathematik, Physik, Informatik 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 - Vereinfachte Reaktormodelle: Durchflussreaktoren, Chargenreaktoren, ideale Rührreaktoren, konstante Druck-/Volumenreaktoren - Grundlagen der numerischen Simulation: Modellbildung, Diskretisierung, Implementierung - Orts-/Zeitdiskretisierung, Anfangs-/Randbedingungen, explizite/implizite Lösungsverfahren - Übung: Implementierung und Simulation einfacher Verbrennungssysteme in Matlab
14. Literatur:	• Vorlesungsfolien • S.R. Turns, An Introduction to Combustion: Concepts and Applications, 2nd Edition, McGraw Hill (2006) • J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, Verbrennung, 4th Edition, Springer (2010) • 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 • 305802 Computerübungen in Kleingruppen Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 1) Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Vorlesung: 2.0 SWS = 28 Stunden 2) Computerübungen in Kleingruppen Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Computerübungen (in Kleingruppen): 3.0 SWS = 42 Stunden Summe Präsenzzeit: 70 Stunden Selbststudium: 110 Stunden Gesamt: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30581 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 unbenotete Prüfungsvorleistung: schriftliche Hausaufgaben/Tests
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:	4	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Andreas Kronenburg		
9. Dozenten:	Andreas Kronenburg Oliver Thomas Stein		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vertiefungsmodul: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge I + II Modul: Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben sich mit der Komplexität der Modellierung realer Verbrennungssysteme auseinandergesetzt. Sie sind mit den Grundzügen der Turbulenz und deren numerischen Simulation vertraut. Sie kennen verschiedene Ansätze zur Modellierung technischer Flammen und sind in der Lage dieses Wissen in vertiefenden Arbeiten umzusetzen.		

13. Inhalt:	• Wiederholung der Grundlagen der numerischen Strömungssimulation: Kontinuumsgleichungen/ Skalggleichungen, Orts- /Zeitdiskretisierung, Stabilität - Grundzüge reaktiver Strömungen: Reaktionskinetik, Verbrennungsmoden: vorgemischt / nicht-vorgemischt / teilvorgemischt, Phänomenologie / mathematische Beschreibung • Grundlagen der Turbulenz und Turbulenzsimulation: Reynoldszahl, turbulente Skalen, Energiekaskade, Kolmogorov, RANS / LES / DNS • Ansätze zur Modellierung turbulenter Flammen, u.a. Mixedis-Burnt, Gleichgewichtschemie, Flamelets, CMC, EBU, BML, FSD, G-Gleichung, PDF, LEM • Modellierung komplexer Geometrien von praktischer Relevanz • Schwerpunkt LES: gefilterte Gleichungen, Feinskalenmodellierung, Schließung • Beispiele: Verdrallte Gasflammen, Simulation von Kohle-Verbrennung Übung: Implementierung und Simulation mit Matlab/OpenFOAM
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript J.H. Ferziger, M. Peric, "Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer, 2002 T. Poinso, D. Veynante, "Theoretical and Numerical Combustion, 2nd Edition, RT Edwards Inc, 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 305902 Computerübungen in Kleingruppen Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen • 305901 Vorlesung Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit/Nachbearbeitungszeit: 138 h Summe: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30591 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 unbenotete Prüfungsvorleistung: schriftliche Hausaufgaben/Tests
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen, Computeranwendungen
20. Angeboten von:	Technische Verbrennung

2123 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module:

- 30510 Geothermische Energienutzung
- 30530 Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe
- 30540 Dampfturbinentechnologie
- 30600 Basics of Air Quality Control
- 30610 Regelungstechnik für Kraftwerke
- 36790 Thermal Waste Treatment
- 36860 Konstruktion von Wärmeübertragern
- 36880 Solartechnik II

Modul: 30510 Geothermische Energienutzung

2. Modulkürzel:	042400040	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:	Roman Marx Klaus Spindler		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlen: Technische Thermodynamik I/II, Grundlagen der Wärmeübertragung		
12. Lernziele:	Die Teilnehmer kennen die Grundlagen und technischen Möglichkeiten zur Nutzung der oberflächennahen und tiefen Geothermie. Sie können entsprechende Kreislaufberechnungen durchführen. Sie beherrschen die Grundlagen nach dem geltenden Stand der Technik und können entsprechend geothermische Anlagen entwerfen, planen und wärmetechnisch auslegen. Sie kennen die thermodynamischen Verfahren und Kreisläufe zur Stromerzeugung und Kraft-Wärme- Kopplung aus Tiefengeothermie. Sie beherrschen die Grundlagen der verschiedenen Wärmepumpenprozesse und können Wärmepumpenanlagen zur Nutzung der Erdwärme auslegen und energetisch,ökologisch und ökonomisch zu bewerten.		
13. Inhalt:	Tiefengeothermie : • Grundlagen, Potenziale, Wärmeleitung, Geologie • Grundwasserströmungen • direkte Thermalwassernutzung • ORC-Prozesse Kalina-Prozesse Hot-Dry-Rock-Verfahren • Kraft-Wärme-Kopplung		

Oberflächennahe Geothermie:

- Thermodynamische Grundlagen, Ideal- Prozess, Theoretischer Vergleichsprozess der Kompressionswärmepumpe
- Realer Prozess der Kaltdampfkompansionswärmepumpe idealisierter Absorptionsprozess,
- Leistungszahl, Jahresnutzungsgrad,
- Arbeitsmittel und Komponenten für Kompressionswärmepumpen und Absorptionswärmepumpen
- Auslegungsbeispiele und Dimensionierung für Wärmepumpen
- Wirtschaftlichkeit und Vergleich mit anderen Wärmeerzeugungsanlagen
- Kühlen mit Erdsonden

---

14. Literatur:	• Powerpoint-Folien der Vorlesung, Daten- u. Arbeitsblätter
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 305101 Vorlesung mit integrierten Übungen Geothermische Energienutzung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium, Prüfungsvorber.: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30511 Geothermische Energienutzung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermodynamik und Wärmetechnik

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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer		
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: • Die chemischen und physikalische Grundlagen der Verbrennung • Laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen: • Flammenstruktur und -geschwindigkeit • Erhaltungsgleichungen für Masse, Energie und Geschwindigkeit • Turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen: • Gleichungssysteme • Modellierungsstrategien		

	• Entstehung von Schadstoffen
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript S.R. Turns, An Introduction to Combustion, 2nd Edition, McGrawHill, 2000 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 Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: 69 h 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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Technische Thermodynamik I+II, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre		
12. Lernziele:	Der Studierende		

- verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der physikalischen und technischen Vorgänge in Dampfkraftwerken und Dampfturbinen
  - beherrscht die Thermodynamik des zugrundeliegenden Clausius-Rankine-Prozesses
  - ist in der Lage, die Funktionsprinzipien der wesentlichen Dampfturbinen- Komponenten und deren Zusammenwirken zu erkennen und zu analysieren
  - erkennt die technischen Grenzen der verschiedenen Turbinen-Bauarten und kann diese begründen
-

13. Inhalt:

- 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
-

14. Literatur:

- Bell, R., Dampfturbinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart
  - Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, 4. Aufl., Bd. 1 u. 2, Springer 2001
  - Dietzel, F., Dampfturbinen, 3. Aufl., Hanser 1980
-

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 305401 Vorlesung Dampfturbinentechnologie
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 Stunden
 Selbststudium: 69 Stunden
 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: 30600 Basics of Air Quality Control

2. Modulkürzel:	042500026	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:		Dr. Ulrich Vogt	
9. Dozenten:		Ulrich Vogt	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The graduates of the module have understood pollutants formation, their sources and dependencies as well the air pollutants behavior in the atmosphere. Thus the student has acquired the basis for further understanding and application of air pollution control studies and measures.		
13. Inhalt:	Lecture Basics of Air Quality Control • Clean air and air pollution, definitions • Natural sources of air pollutants • History of air pollution and air quality control • Pollutant formation during combustion and industrial processes • Dispersion of air pollutants in the atmosphere: Meteorological influences, inversions • Atmospheric chemical transformations • Ambient air quality		
14. Literatur:	Text book "Air Quality Control (Günter Baumbach, Springer Verlag), Scripts of the lectures, News on topics from internet (e.g. UBA, LUBW)		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 306001 Lecture Basics of Air Quality Control		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of Attendance: 28 h Lecture Self study: 62 h = 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30601 Basics of Air Quality Control (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Black board, PowerPoint Presentations, ILIAS
20. Angeboten von:	Thermische Kraftwerkstechnik

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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Thermodynamik, Grundlagen der Regelungstechnik, Mathematik		
12. Lernziele:	Die Absolventen des Moduls verstehen das Automatisierungssystem eines komplexen verfahrenstechnischen Prozesses. Neben den Grundlagen der Prozessautomatisierung erhalten sie Einblick in die Auslegung und Umsetzung moderner Regelungskonzepte in bestehenden Kraftwerksanlagen. Neben klassischen regelungstechnischen Methoden werden auch Zustandsregler und -beobachter sowie prädiktive Ansätze behandelt. Die Regelkonzepte werden ergänzt durch modellbasierte Steuerungskonzepte. Durch die Einbeziehung konkreter Forschungsprojekte wird ein hoher Praxisbezug hergestellt.		
13. Inhalt:	• Grundlagen der Prozessautomatisierung • Verschiedene Blockführungskonzepte • Kraftwerksprozesse: Kohlekraftwerke und kombinierte Gas- und Dampfkraftwerke • Einsatz klassischer Regelungskonzepte • Einsatz von Zustandsregelung und -Beobachtung		

	• Einsatz modellbasierter Steuerungen • Besuch des Heizkraftwerks der Uni Stuttgart
14. Literatur:	Vorlesungsskript, VDI/VDE-Richtlinienreihe 35xx, einschlägige Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge, Effenberger - Dampferzeugung Klefenz - Die Regelung von Dampfkraftanlagen und weitere Lehrbücher
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 306101 Vorlesung Regelungstechnik für Kraftwerke
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium: 62 h Summe: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30611 Regelungstechnik für Kraftwerke (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	ILIAS, PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, Besuch des Heizkraftwerks
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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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.

I: Thermal Waste Treatment:

Legal and statistical aspects of thermal waste treatment
 Development and state of the art of the different technologies for thermal waste treatment
 Firing system for thermal waste treatment
 Technologies for flue gas treatment and observation of emission limits
 Flue gas cleaning systems
 Calculations of waste combustion
 Calculations for thermal waste treatment
 Calculations for design of a plant

II: Excursion:

Thermal Waste Treatment Plant

---

14. Literatur:	Lecture Script
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 367901 Vorlesung Thermal Waste Treatment • 367902 Exkursion Thermal Waste Treatment Plant
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 36 h (=28 h V + 8 h E) Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 54 h 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 Wolfgang Heidemann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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: • Kenntnis der verschiedenen Bauformen von Wärmeübertragern und deren Einsatzmöglichkeiten • Kenntnis der Werkstoffe Kupfer, Stähle, Aluminium, Glas, Kunststoffe, Graphit hinsichtlich Verarbeitbarkeit, Korrosion, Temperatur- und Druckbereich, Verschmutzung • Konstruktive Detaillösungen für Rohrverbindungen, Mantel, Stutzen, Dichtungen, Dehnungsausgleich, etc. • Kenntnis der Fertigungsverfahren • Vorgehensweise für Auslegungen • Kenntnis einschlägiger Normen und Standards		
13. Inhalt:	- Glatt- und Rippenrohre für Wärmeübertrager - Rohrbündelwärmeübertrager - Kupfer als Werkstoff im Apparatebau - Technologie und Einsatzbereiche von Plattenwärmeübertrager - Aussen- und innenberippte Aluminiumrohre für Wärmeübertrager		

- Spezialwärmeübertrager für hochkorrosive Anwendungen
- Wärmeübertrager aus Kunststoff
- Graphit-Wärmeübertrager
- Auslegung und Anwendung von Lamellenrohrverdampfern
- Regenerative Wärmerückgewinnung
- Wärmeübertrager in Fahrzeugen
- Auslegung und Wirtschaftlichkeit von Kühltürmen
- Fertigung von Wärmeübertragern
- Verschmutzung und Reinigung von Wärmeübertragern

---

14. Literatur:	Vorlesungsunterlagen, VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 368601 Vorlesung Konstruktion von Wärmeübertragern
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium/Nacharbeitung 62 h 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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer		
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 Potential und Markt solarthermischer Kraftwerke Grundlagen der Umwandlung konzentrierter Solarstrahlung Übersicht zur Parabol-Rinnen Kraftwerkstechnik Übersicht zur Solar Turm Kraftwerkstechnik Auslegungskonzepte für Rinnenkollektoren und Absorber Auslegungskonzepte für Receiver Grundlagen von Hochtemperatur-Wärmespeicher Auslegungskonzepte ausgewählter Speichertechniken Übersicht zu aktuellen Kraftwerksprojekten		
14. Literatur:	Kopie der Powerpoint-Präsentation		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 368801 Vorlesung Solartechnik II		

• 368802 Seminar Solarkraftwerke

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:62 h Gesamt: 90h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36881 Solartechnik II (BSL), Schriftlich, 120 Min., 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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, → Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, → Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → 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: 1) Bestimmung des Staubgehalts an einer Holzfeuerung (IFK) 2) Numerische Simulation einer Kraftwerksfeuerung (IFK) 3) Wirkungsgradberechnung des Heizkraftwerks der Universität Stuttgart (IFK) 4) Charakterisierung von Staubpartikeln mittels Laserbeugungsverfahren (IFK) <i>Versuchsbeispiel:</i> Bestimmung des Staubgehalts an einer Holzfeuerung Emissionen aus Feuerungen tragen neben dem Kraftfahrzeugverkehr und industriellen Quellen zur anthropogenen Luftverunreinigung bei. Die Emissionen an Schadstoffen bestehen hier aus Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Partikeln, Kohlenwasserstoffverbindungen und Stickstoffoxiden. 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.

4 weitere Versuche sind aus dem Angebot des **Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB)** zu absolvieren:

- APMB 1
- APMB 2
- APMB 3
- APMB 4

---

14. Literatur:	Praktikumsunterlagen (online verfügbar)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 306207 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3 • 306208 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4 • 306206 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2 • 306205 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1 • 306204 Spezialisierungsfachversuch4 • 306203 Spezialisierungsfachversuch3 • 306202 Spezialisierungsfachversuch2 • 306201 Spezialisierungsfachversuch1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 60 Stunden Summe: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30621 Praktikum Feuerungs- und Kraftwerkstechnik (USL), Sonstige, Gewichtung: 1 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: 30630 Heiz- und Raumluftechnik

Modul: 30630 Heiz- und Raumluftechnik

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, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Heiz- und Raumluftechnik		
12. Lernziele:	Im Modul Heiz- und Raumluftechnik haben die Studenten alle Anlagenkomponenten der Heiz- und Raumluftechnik kennen gelernt und die zugehörigen ingenieurwissenschaftlichen Grundkenntnisse erworben. Auf der Basis können sie die Komponenten und Apparate auswählen und auslegen. Erworbene Kompetenzen : Die Studenten Sind mit den Systemlösungen und Auslegungen der Komponenten vertraut Können für gegebene Anforderungen die Systemlösung konzipieren, die Anlagenkomponenten auswählen und auslegen		
13. Inhalt:	Berechnung, Konstruktion und Betriebsverhalten von Anlagenelementen		

Raumheiz- und -kühlflächen
 Luftdurchlässe, Luftkanäle
 Apparate zur Luftbehandlung
 Rohrnetz, Armaturen, Pumpen
 Kessel, Wärmepumpe, Kältemaschine
 Aufbau, Betriebsverhalten und Energiebedarf von Heiz- und RLT-
 Anlagen sowie Solarsystemen
 Abnahme von Leitungsmessungen

---

14. Literatur:	- Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimattechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994 - Rietschel, H., Raumklimattechnik Band 3: Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004 - Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1981 - Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998 - Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 306302 Praktikum Heiz- und Raumluftechnik • 306301 Vorlesung Heiz- und Raumluftechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 30631 Heiz- und Raumluftechnik schriftlich (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 • 30632 Heiz- und Raumluftechnik mündlich (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsskript
20. Angeboten von:	Heiz- und Raumluftechnik

2132 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module: 30630 Heiz- und Raumluftechnik
                          30640 Energetische Anlagenbewertung und Lüftungskonzepte

---

Modul: 30630 Heiz- und Raumluftechnik

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, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Heiz- und Raumluftechnik		
12. Lernziele:	Im Modul Heiz- und Raumluftechnik haben die Studenten alle Anlagenkomponenten der Heiz- und Raumluftechnik kennen gelernt und die zugehörigen ingenieurwissenschaftlichen Grundkenntnisse erworben. Auf der Basis können sie die Komponenten und Apparate auswählen und auslegen. Erworbene Kompetenzen : Die Studenten Sind mit den Systemlösungen und Auslegungen der Komponenten vertraut Können für gegebene Anforderungen die Systemlösung konzipieren, die Anlagenkomponenten auswählen und auslegen		
13. Inhalt:	Berechnung, Konstruktion und Betriebsverhalten von Anlagenelementen		

Raumheiz- und -kühlflächen
 Luftdurchlässe, Luftkanäle
 Apparate zur Luftbehandlung
 Rohrnetz, Armaturen, Pumpen
 Kessel, Wärmepumpe, Kältemaschine
 Aufbau, Betriebsverhalten und Energiebedarf von Heiz- und RLT-
 Anlagen sowie Solarsystemen
 Abnahme von Leitungsmessungen

---

14. Literatur:	- Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimattechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994 - Rietschel, H., Raumklimattechnik Band 3: Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004 - Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1981 - Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998 - Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 306302 Praktikum Heiz- und Raumluftechnik • 306301 Vorlesung Heiz- und Raumluftechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 30631 Heiz- und Raumluftechnik schriftlich (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 • 30632 Heiz- und Raumluftechnik mündlich (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsskript
20. Angeboten von:	Heiz- und Raumluftechnik

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 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 die Systematik energetischer Anlagen differenziert nach Ein- und Mehrwegeprozesse und die Methoden zu deren energetischer Bewertung kennen gelernt. Im Teil 2 die Systematik der Lösungen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz sowie dazu erforderlichen Anlagen kennen gelernt und die zugehörigen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen erworben. Erworbene Kompetenzen : Die Studenten sind mit den Anlagen der Energiewandlung vertraut, beherrschen die Methoden zur Bewertung kennen die Einbettung in übergeordnete gekoppelte und entkoppelte Versorgungssysteme sind mit den Methoden zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz vertraut, können für die jeweiligen Anforderungen die technischen Lösungen konzipieren, können die notwendigen Anlagen auslegen		
13. Inhalt:	Energetische Begriffe Energetische Bewertungsverfahren Einwegprozess zur Wärme- und Stromerzeugung Mehrwegprozesse zur gekoppelten Erzeugung und zur Nutzung von Umweltenergien Arten, Ausbreitung und Grenzwerte von Luftfremdstoffen Bewertung der Schadstoffeffassung Luftströmung an Erfassungseinrichtungen Luftführung, Luftdurchlässe Auslegung nach Wärme- und Stofflasten		

Bewertung der Luftführung

---

14. Literatur:	Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimotechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994 Rietschel, H., Raumklimotechnik Band 3: Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004 Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag,1998 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 • 306402 Vorlesung Luftreinhaltung am Arbeitsplatz
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden 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 Raumluftechnik

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 Raumluftechnik
	69500	Energiemanagement nach ISO 50001

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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Heiz- und Raumlufttechnik		
12. Lernziele:	Im Modul Sonderprobleme der Gebäudeenergetik 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. Erworbene Kompetenzen : Die Studenten sind mit Lösungen für Spezial- und Sonderfälle vertraut können methodisch Lösungen für solche Fälle entwickeln und auslegen		
13. Inhalt:	Sonderräume in der Heiz- und Raumlufttechnik spezielle technische Lösungen in der Anlagentechnik alternative und regenerative Energien energieeffizientes Bauen		
14. Literatur:	Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimatechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994		

Rietschel, H., Raumklimattechnik Band 3: Modulhandbuch M.Sc. Maschinenbau Seite 714 Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004
Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller- Verlag, 1981
Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998
Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 305201 Vorlesung Sonderprobleme der Gebäudeenergetik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden 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 Raumluftechnik

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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Anlagen differenziert nach Ein- und Mehrwegeprozesse und die Methoden zu deren energetischer Bewertung kennengelernt. Erworbene Kompetenzen : Die Studenten sind mit den Anlagen der Energiewandlung vertraut, beherrschen die Methoden zur Bewertung kennen die Einbettung in übergeordnete gekoppelte und entkoppelte Versorgungssysteme		
13. Inhalt:	Energetische Begriffe Energetische Bewertungsverfahren Einwegprozess zur Wärme- und Stromerzeugung Mehrwegprozesse zur gekoppelten Erzeugung und zur Nutzung von Umweltenergien		
14. Literatur:	Rietschel, H., Esdorn H.: Raumklimattechnik Band 1 Grundlagen -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 1994 Rietschel, H., Raumklimattechnik Band 3: Raumheiztechnik -16. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2004 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 Selbststudium: 69 Stunden 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 Raumluftechnik

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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz sowie dazu erforderlichen Anlagen kennen gelernt und die zugehörigen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen erworben. Erworbene Kompetenzen: Die Studenten sind mit den Methoden zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz vertraut, können für die jeweiligen Anforderungen die technischen Lösungen konzipieren, können die notwendigen Anlagen auslegen		
13. Inhalt:	Arten, Ausbreitung und Grenzwerte von Luftfremdstoffen Bewertung der Schadstofffassung Luftströmung an Erfassungseinrichtungen Luftführung, Luftdurchlässe Auslegung nach Wärme- und Stofflasten Bewertung der Luftführung 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 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 Raumluftechnik

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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Heiz- und Raumluftechnik		
12. Lernziele:	Im Modul Simulation der Gebäudeenergetik haben die Studenten 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. Erworbene Kompetenzen : Die Studenten sind mit den Simulationsmethoden vertraut, können grundlegende Fragen zum Gebäude- und Anlagenverhalten sowie zur Gebäude- und Raumdurchströmung per Simulation lösen.		
13. Inhalt:	Simulationsmodelle notwendige Eingabedaten Anwendungsfälle thermisch-energetische Simulation von Gebäuden und Anlagen 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 Selbststudium: 69 Stunden 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 Raumluftechnik

Modul: 33160 Planung von Anlagen der Heiz- und Raumluftechnik

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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Heiz- und Raumluftechnik		
12. Lernziele:	Aufbauend auf den Grundlagen, die im Modul "Grundlagen der Heiz- und Raumluftechnik vermittelt wurden, haben die Studenten weiterführende wesentliche Aspekte der Planung von heizund raumluftechnischen Anlagen von Gebäuden enngelernt. An einer praktischen Entwurfsübung haben die Studenten auf Basis einer Heizlastberechnung die gebäudetechnischen Anlagen (Heizflächen, Rohrnetz, Wärmeerzeuger, Speicher dimensioniert und ausgewählt. Erworbene Kompetenzen : Die Studenten sind mit der praktischen Anwendung der Anlagenauslegung vertraut, kennen die Grundzüge der Heizlastberechnung können Heizflächen, Rohnetze, Wärmeerzeuger und Wärmespeicher dimensionieren und auswählen		
13. Inhalt:	Pflichtenhefterstellung Heizlastberechnung Heizflächendimensionierung Rohrnetzberechnung Wärmeerzeugerdimensionierung Wärmespeicherdimensionierung Auswahl geeigneter Komponenten auf Basis der Berechnungen Anfertigen von Skizzen und Zeichnungen der heiz- und raumluftechnischen Anlagen		

14. Literatur:	Recknagel, H., Sprenger, E., Schramek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, Oldenbourg Industrieverlag, München, 2007 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 Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3. Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1981 Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998 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 Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 331601 Vorlesung Planung von Anlagen der Heiz- und Raumluftechnik • 331602 Übung Planung von Anlagen der Heiz- und Raumluftechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	33161 Planung von Anlagen der Heiz- und Raumluftechnik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelaufschrieb, Handout, Overheadfolien
20. Angeboten von:	Heiz- und Raumluftechnik

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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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. Die Studierenden verfügen über die Kenntnisse im Bereich Energierecht zur Beurteilung der Konformität mit den aktuellen Gesetzen Sie sind befähigt den Aufbau eines Energiemanagementsystems in einem Unternehmen umzusetzen. Die Studierenden kennen die Anforderungen der Norm EN ISO 50001 an die Ausgestaltung eines Energiemanagementsystems. Sie kennen und verstehen die Messverfahren für die relevanten Energieströme. Sie sind in der Lage die Bilanzgrenzen für ein Energiemanagementsystem zu definieren, die erforderlichen Input- und Outputgrößen zu ermitteln und die Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden sind in der Lage aufbauend auf den Ergebnissen der Analyse konkrete Maßnahmenpläne mit Bewertung der Energieeffizienzmaßnahmen zu erstellen. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, das Zertifikat zum Energiemanagementbeauftragen in Kooperation mit dem TÜV Süd im Rahmen einer zusätzlichen Prüfung ohne ergänzenden Lehrgang zu erwerben.
13. Inhalt:	Einführung zur Bedeutung der Energieeffizienz im Hinblick auf Emissionsminderung und Kostensenkung Managementnormen ISO 9001, 14001, 50001 Ziel und Aufgaben der ISO 50001 Grundsätzlicher Aufbau von EnMS Erklärungen und Erfassung Ist-Situation Maßnahmenplan Fortschreibung EnMS Rechtlicher Rahmen
14. Literatur:	Geilhausen Marko: Kompakter Leitfaden für Energiemanager. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015 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 Selbststudium: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69501 Energiemanagement nach ISO 50001 (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 schriftlich 60 min oder mündlich 20 min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

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 → Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester → Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → 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 Aus den folgenden Spezialisierungsfachversuchen sind 4 auszuwählen dazu ist jeweils eine Ausarbeitung anzufertigen: • Wärmeerzeuger • Simulation • Thermostatventile • Heizkörper • Rohrhydraulik • Thermokamera • Maschinelle Lüftung • Freie Lüftung Beispiele: 1. Versuch Wärmeerzeuger: 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. 2. Versuch Maschinelle Lüftung: Aufgabe der Lüftungstechnik ist es, Räume zu klimatisieren bzw. zu belüften. Die Raumluftrömung ist dabei so einzustellen, dass Anforderungen an die thermische Umgebung und / oder die Stoffgrenzwerte eingehalten werden. Dazu ist es notwendig, die sich einstellende Raumluftrömung abhängig vom Zuluftstrom und der Art der Luftführung zu kennen. Bei der		

Konzeption und Planung raumluftechnischer Anlagen behilft man sich damit, die Raumluftrömung 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.

4 weitere Versuche sind aus dem Angebot des **Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB)** zu absolvieren:

- APMB 1
- APMB 2
- APMB 3
- APMB 4

---

14. Literatur:	Praktikums - Unterlagen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 306804 Spezialisierungsfachversuch 4 • 306808 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4 • 306805 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1 • 306802 Spezialisierungsfachversuch 2 • 306801 Spezialisierungsfachversuch 1 • 306806 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2 • 306803 Spezialisierungsfachversuch 3
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	30 Std. Präsenz Selbststudiumszeit/ Nacharbeitszeit: 60 Stunden Gesamt: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30681 Praktikum Gebäudeenergetik (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 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 Raumluftechnik

---

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 Thermofluidodynamik kerntechnischer Anlagen
                              31450 Simulation kerntechnischer Anlagen (Anlagendynamik)

Modul: 14110 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung

2. Modulkürzel:	041610001	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		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodul M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesungen: Experimentalphysik, Thermodynamik, Mathematik, Strömungslehre		
12. Lernziele:	Die Studierenden - verstehen den Kernaufbau und die Bindungsenergie. Sie verstehen den Massendefekt und den Zusammenhang mit der Einstein'schen Formel. - verstehen Radioaktivität und kennen das Gesetz des radioaktiven Zerfalls und den Aufbau der Nuklidkarte und die Zerfallsketten.		

- können die Modellvorstellung der Kernspaltung nachvollziehen, kennen die Spaltproduktausbeutekurve, die Energiefreisetzung bei der Spaltung. Sie wissen, was verzögerte Neutronen sind.
- kennen Wirkungsquerschnitte und die 4-Faktoren-Formel.
- können eine einfache Neutronenbilanzgleichung aufstellen. Für ein einfaches Beispiel können sie die kritische Abmessung berechnen.
- verstehen das dynamische Verhalten des Reaktors und Begriffe, wie Reaktivität und Reaktorperiode.
- können den Aufbau eines Brennelements (DWR/SWR) nachvollziehen und Bauteile identifizieren. Sie können DNB und Dryout als Gefahr für das Brennelement erläutern.
- können Kühlkreislauf von Druck- und Siedewasserreaktoranlagen inkl. aller Komponenten schematisch zeichnen und benennen.
- können Hilfs- und Nebenanlagen identifizieren.
- verstehen die Gefährdungspotenziale und Schutzziele in der Kerntechnik, die Definition der zwölf Sicherheitsprinzipien.
- können das Defense-in-Depth Prinzip beschreiben, die fünf Sicherheitsebenen identifizieren und zugehörige Gegenmaßnahmen erläutern. Sie können das Barrierenprinzip für DWR und SWR anhand von Beispielen erläutern.
- die Funktion der Sicherheitssysteme für DWR und SWR nachvollziehen und beschreiben. Sie verstehen die Definition des Risikos.
- können die Reaktorentwicklung nachvollziehen und die Hauptmerkmale fortschrittlicher Reaktorkonzepte benennen.
- können die Ziele und Hauptmerkmale der Gen IV Konzepte mit Vor- und Nachteilen angeben.
- können den Brennstoffkreislauf nachvollziehen.
- können die Relevanz verschiedener Abfallarten für Zwischen- und Endlager erläutern, das Schema der Wiederaufarbeitung zeichnen. Sie verstehen die Rolle von Glaskokillen für hochradioaktive Abfälle.
- verstehen das tiefengeologische Konzept und das Multibarrierenkonzept zur Sicherheit von Endlagern.

---

13. Inhalt:	Die o.g. Lernziele werden in 6 Themenkomplexen abgehandelt. - Kernreaktoren in Deutschland, Europa, weltweit - Kerntechnische Grundlagen, Radioaktivität, Bindungsenergie, Kernspaltung, Nuklidkarte, kritische Anordnungen - Druck und Siedewasserreaktoren, Brennelemente, Hilfs- und Nebenanlagen - Sicherheitseinrichtungen, Reaktorsicherheit, Unfälle - Fortschrittliche Reaktorkonzepte, neue Reaktoren der Generation 4 (im Ausland) - Brennstoffkreislauf: Versorgung mit Kernbrennstoff, Entsorgung des radioaktiven Abfalls pdf der Vorlesung ausschließlich über ILIAS
14. Literatur:	• W. Oldekop: Druckwasserreaktoren für Kern-Kraftwerke
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 141101 Vorlesung und Übung Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	45 h Präsenzzeit 45 h Vor-/Nacharbeitungszeit 90 h Prüfungsvorbereitung und Prüfung

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:	14111 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Kernenergietechnik
19. Medienform:	• ppt-Präsentation • Manuskripte online • Tafel + Kreide
20. Angeboten von:	Kernenergetik und Energiesysteme

Modul: 30690 Thermofluidodynamik 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 Rudi Kulenovic		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → 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 Grundlagen der Thermofluidodynamik 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 1. Einführung 1.1 Der Europäische Druckwasserreaktor EPR 1.2 Aufgaben 1.3 Modellierung eines Druckwasserreaktors		

- 1.4 Siedewasserreaktoren
- 1.5 Simulation eines Siedewasserreaktors
- 2. Primärkreislauf
  - 2.1 Berechnung eines Kühlkreislaufs
  - 2.2 Systemcodes zur Simulation kerntechnischer Anlagen
  - 2.3 Anwendungsbeispiel: Station Blackout
  - 2.4 Versuchsanlagen: PKL, UPTF, Frecon
  - 2.5 Berechnung von Vorgängen im Kühlkreislauf mit CFD
  - 2.6 Gegengerichtete Schichtenströmung im heißen Strang
  - 2.7 Thermische Ermüdung: Theorie und Experiment
- 3. Reaktorkern
  - 3.1 Modellierung als poröses Medium
  - 3.2 Strömungssieden: LFD und DNB
  - 3.3 Unterkanalanalyse
  - 3.4 CFD der Strömungsvorgänge im Kern
  - 3.5 Modellierung der Kühlbarkeit eines fragmentierten Kerns
  - 3.6 Debris-Bed Experiment
- 4. Sicherheitsbehälter
  - 4.1 Thermohydraulische Phänomene im Sicherheitsbehälter
  - 4.2 Versuchsanlagen: Thal, Panda
  - 4.3 CFD-Anwendung im Sicherheitsbehälter
  - 4.4 Ähnlichkeit und Dimensionsanalyse

II Vorlesungsteil Modellierung von Zweiphasenströmung

- 1. Einführung
  - 1.1 Charakterisierung von Zweiphasenströmungen
  - 1.2 Mehrdimensionale Modellierung einer Blasenfahne
  - 1.3 Modellierung aufwärts gerichtete Rohrströmung
- 2. Strömungen mit Wärme- und Stoffübergang
  - 2.1 Beispiele
  - 2.2 Direktkontaktwärme- und -stoffübergang
  - 2.3 Anwendungen
- 3. Strömungen mit freier Oberfläche
  - 3.1 Mikroskopische Vorgänge in Zweiphasenströmungen
  - 3.2 Schichtenströmungen
- 4. Theorie
  - 4.1 Modellgleichungen
  - 4.2 Zweiphasen-Turbulenzmodellierung

---

14. Literatur:	Alle Vorlesungsfolien online verfügbar: - http://www.ike.uni-stuttgart.de/lehre/TKRindex.html - http://www.ike.unistuttgart.de/lehre/M2P-index.html - 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 Selbststudiumzeit: 138 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30691 Thermofluidddynamik 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:	Thermofluidddynamik

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 Michael Buck		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen in Mathematik, Physik, Informatik. 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: • Aufbau und Funktion von Leichtwasserreaktoren, wesentliche Komponenten • Grundlagen der Modellierung thermohydraulischer Netzwerke: Massen- Impuls- und Energiebilanzen, Zweiphasenströmungen, Wärmeübertragung mit Phasenwechsel • Numerische Lösungsmethoden: örtliche und zeitliche Diskretisierung, Löser für (nicht-)lineare Gleichungssysteme, Differentialgleichungen • Überblick über die international eingesetzten Systemcodes für die kerntechnische Anlagensimulation		

- 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
  - Beispiele für Transienten und Störfallszenarien als Auslegungsgrundlage der Sicherheitssysteme von Kernkraftwerken
  - Ausblick auf die Simulation schwerer Störfälle: Integralcode ASTEC
  - Ansätze zur Simulation mit detaillierteren Methoden für spezielle Fragestellungen (z.B. CFD-Analysen)
- II: Praktische Übungen am Computer:
- Erstellung einfacher Simulationsmodelle für Einzelkomponenten mit MATLAB
  - Aufbau eines Anlagenmodells für einen Druckwasserreaktor auf Basis des Simulationssystems ATHLET und Visualisierung mit ATLAS
  - 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 Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 132 h 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 Thermofluidodynamik kerntechnischer Anlagen
                              30700 Reaktorphysik und -sicherheit
                              68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden

---

Modul: 14110 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung

2. Modulkürzel:	041610001	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		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergie-technik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodul M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesungen: Experimentalphysik, Thermodynamik, Mathematik, Strömungslehre		
12. Lernziele:	Die Studierenden - verstehen den Kernaufbau und die Bindungsenergie. Sie verstehen den Massendefekt und den Zusammenhang mit der Einstein'schen Formel. - verstehen Radioaktivität und kennen das Gesetz des radioaktiven Zerfalls und den Aufbau der Nuklidkarte und die Zerfallsketten.		

- können die Modellvorstellung der Kernspaltung nachvollziehen, kennen die Spaltproduktausbeutekurve, die Energiefreisetzung bei der Spaltung. Sie wissen, was verzögerte Neutronen sind.
- kennen Wirkungsquerschnitte und die 4-Faktoren-Formel.
- können eine einfache Neutronenbilanzgleichung aufstellen. Für ein einfaches Beispiel können sie die kritische Abmessung berechnen.
- verstehen das dynamische Verhalten des Reaktors und Begriffe, wie Reaktivität und Reaktorperiode.
- können den Aufbau eines Brennelements (DWR/SWR) nachvollziehen und Bauteile identifizieren. Sie können DNB und Dryout als Gefahr für das Brennelement erläutern.
- können Kühlkreislauf von Druck- und Siedewasserreaktoranlagen inkl. aller Komponenten schematisch zeichnen und benennen.
- können Hilfs- und Nebenanlagen identifizieren.
- verstehen die Gefährdungspotenziale und Schutzziele in der Kerntechnik, die Definition der zwölf Sicherheitsprinzipien.
- können das Defense-in-Depth Prinzip beschreiben, die fünf Sicherheitsebenen identifizieren und zugehörige Gegenmaßnahmen erläutern. Sie können das Barrierenprinzip für DWR und SWR anhand von Beispielen erläutern.
- die Funktion der Sicherheitssysteme für DWR und SWR nachvollziehen und beschreiben. Sie verstehen die Definition des Risikos.
- können die Reaktorentwicklung nachvollziehen und die Hauptmerkmale fortschrittlicher Reaktorkonzepte benennen.
- können die Ziele und Hauptmerkmale der Gen IV Konzepte mit Vor- und Nachteilen angeben.
- können den Brennstoffkreislauf nachvollziehen.
- können die Relevanz verschiedener Abfallarten für Zwischen- und Endlager erläutern, das Schema der Wiederaufarbeitung zeichnen. Sie verstehen die Rolle von Glaskokillen für hochradioaktive Abfälle.
- verstehen das tiefengeologische Konzept und das Multibarrierenkonzept zur Sicherheit von Endlagern.

---

13. Inhalt:	Die o.g. Lernziele werden in 6 Themenkomplexen abgehandelt. - Kernreaktoren in Deutschland, Europa, weltweit - Kerntechnische Grundlagen, Radioaktivität, Bindungsenergie, Kernspaltung, Nuklidkarte, kritische Anordnungen - Druck und Siedewasserreaktoren, Brennelemente, Hilfs- und Nebenanlagen - Sicherheitseinrichtungen, Reaktorsicherheit, Unfälle - Fortschrittliche Reaktorkonzepte, neue Reaktoren der Generation 4 (im Ausland) - Brennstoffkreislauf: Versorgung mit Kernbrennstoff, Entsorgung des radioaktiven Abfalls pdf der Vorlesung ausschließlich über ILIAS
14. Literatur:	• W. Oldekop: Druckwasserreaktoren für Kern-Kraftwerke
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 141101 Vorlesung und Übung Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	45 h Präsenzzeit 45 h Vor-/Nacharbeitungszeit 90 h Prüfungsvorbereitung und Prüfung

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:	14111 Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Kernenergietechnik
19. Medienform:	• ppt-Präsentation • Manuskripte online • Tafel + Kreide
20. Angeboten von:	Kernenergetik und Energiesysteme

Modul: 30690 Thermofluidodynamik 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 Rudi Kulenovic		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → 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 Grundlagen der Thermofluidodynamik 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 1. Einführung 1.1 Der Europäische Druckwasserreaktor EPR 1.2 Aufgaben 1.3 Modellierung eines Druckwasserreaktors		

- 1.4 Siedewasserreaktoren
- 1.5 Simulation eines Siedewasserreaktors
- 2. Primärkreislauf
  - 2.1 Berechnung eines Kühlkreislaufs
  - 2.2 Systemcodes zur Simulation kerntechnischer Anlagen
  - 2.3 Anwendungsbeispiel: Station Blackout
  - 2.4 Versuchsanlagen: PKL, UPTF, Frecon
  - 2.5 Berechnung von Vorgängen im Kühlkreislauf mit CFD
  - 2.6 Gegengerichtete Schichtenströmung im heißen Strang
  - 2.7 Thermische Ermüdung: Theorie und Experiment
- 3. Reaktorkern
  - 3.1 Modellierung als poröses Medium
  - 3.2 Strömungssieden: LFD und DNB
  - 3.3 Unterkanalanalyse
  - 3.4 CFD der Strömungsvorgänge im Kern
  - 3.5 Modellierung der Kühlbarkeit eines fragmentierten Kerns
  - 3.6 Debris-Bed Experiment
- 4. Sicherheitsbehälter
  - 4.1 Thermohydraulische Phänomene im Sicherheitsbehälter
  - 4.2 Versuchsanlagen: Thal, Panda
  - 4.3 CFD-Anwendung im Sicherheitsbehälter
  - 4.4 Ähnlichkeit und Dimensionsanalyse

II Vorlesungsteil Modellierung von Zweiphasenströmung

- 1. Einführung
  - 1.1 Charakterisierung von Zweiphasenströmungen
  - 1.2 Mehrdimensionale Modellierung einer Blasenfahne
  - 1.3 Modellierung aufwärts gerichtete Rohrströmung
- 2. Strömungen mit Wärme- und Stoffübergang
  - 2.1 Beispiele
  - 2.2 Direktkontaktwärme- und -stoffübergang
  - 2.3 Anwendungen
- 3. Strömungen mit freier Oberfläche
  - 3.1 Mikroskopische Vorgänge in Zweiphasenströmungen
  - 3.2 Schichtenströmungen
- 4. Theorie
  - 4.1 Modellgleichungen
  - 4.2 Zweiphasen-Turbulenzmodellierung

---

14. Literatur:	Alle Vorlesungsfolien online verfügbar: - http://www.ike.uni-stuttgart.de/lehre/TKRindex.html - http://www.ike.unistuttgart.de/lehre/M2P-index.html - 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 Selbststudiumzeit: 138 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30691 Thermofluidddynamik 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:	Thermofluidddynamik

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 Michael Buck		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik -- > Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 - verstehen den Kernaufbau und die Bindungsenergie. Sie verstehen den Massendefekt und den Zusammenhang mit der Einstein'schen Formel. - verstehen Radioaktivität und kennen das Gesetz des radioaktiven Zerfalls. Sie verstehen den Aufbau der Nuklidkarte und die Zerfallsketten. - können die Modellvorstellung der Kernspaltung nachvollziehen, kennen die Spaltproduktausbeutekurve, die Energiefreisetzung bei der Spaltung. - 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. - 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. - verstehen den Transportquerschnitt, die Eingruppen-Neutronen-Diffusionstheorie, können die Reaktorgleichung herleiten. - verstehen den Einfluss des Neutronenreflektors. - verstehen den Einfluss der verzögerten Neutronen auf die Reaktivität. Sie können Reaktivitätsrückwirkungen (Void-Effekt, Doppler-Effekt, Dichte-Effekt) anhand von Beispielen erläutern.		

- den Einfluss von Reaktorgiften auf die Reaktivität nachvollziehen.
- verstehen den Abbrand von Kernbrennstoff und die daraus resultierenden Bauweisen von Reaktoren.
- erkennen das Gefährdungspotenzial von Radioaktivität. Sie können die zwölf Sicherheitsprinzipien erläutern.
- verstehen das Prinzip der gestaffelten Sicherheit, können das Barrierenprinzip erklären.
- können das Sicherheitssystem des DWR/SWR anschaulich erläutern.
- verstehen die Phänomene im Kern bei Ausfall der Kühlung und können diese erläutern. Sie unterscheiden die frühe und späte Phase voneinander.
- verstehen die Ausbreitung von radioaktiven Schadstoffen im Falle einer Freisetzung sowie die Depositionsmechanismen und -pfade bis hin zur Aufnahme in den Körper erläutern.
- verstehen die Ansätze zu Risiko und Sicherheitsanalysen, kennen die INES-Skala.
- verstehen die Wirkprinzipien passiver Systeme und können diese anhand von Beispielen erläutern.

---

13. Inhalt:

Die o.g. Lernziele werden in zwei Vorlesungsteilen vermittelt:

I Reaktorphysik

- Grundlagen der Kernspaltung
- Kernreaktionen/Wirkungsquerschnitte
- Neutronenbremsung
- Neutronendiffusion in elementarer Behandlung
- Eingruppen-Näherung
- Transiente Vorgänge
- Langzeitverhalten, Abbrand, Xenodynamik

II Reaktorsicherheit

- Grundzüge der Reaktorsicherheit, Sicherheitsprinzipien, Barrierenprinzip, Defense-in-Depth
- Sicherheitssystem von DWR und SWR inkl. passiver Wirkmechanismen
- Ablauf und physikalische Phänomene bei schweren Störfällen mit Kernschmelzen
- Sicherheitsanalysen: Probabilistische Sicherheitsanalysen, Deterministische Sicherheitsanalysen, Risiko

III Demonstrationsversuch am SUR Nullleistungsreaktor

- 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

Literatur:

- Emendörfer, Höcker: Theorie der Kernreaktoren. Band -1 der stationäre Reaktor. BI Wissenschaftsverlag
- Emendörfer, Höcker: Theorie der Kernreaktoren. Band -2 der instationäre Reaktor. BI Wissenschaftsverlag.
- Smidt: Reaktortechnik. Band 1+2. Verlag Wissenschaft + Technik
- Lederer/Wildberg: Reaktorhandbuch. Hanser-Verlag München Wien
- Ziegler: Lehrbuch der Reaktortechnik Bd 1+2. Springer Verlag
- Henry: Nuclear Reactor Analysis

	• Lamarsh: Introduction to Nuclear Engineering. Addison Wesley
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 307001 Vorlesung Reaktorphysik und -sicherheit
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumzeit: 138 h 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 Jörg Starflinger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden - wissen, dass viele technische Systeme zufälligen Einflüssen unterliegen und sind in der Lage, diese mit Hilfe der Methoden der Stochastik zu beschreiben und zu analysieren, - kennen die Grundlagen der Monte-Carlo-Methode und haben gelernt, diese anhand praktischer Beispiele zur Lösung numerischer Problemstellungen anzuwenden, - wissen, wie probabilistische Methoden im Rahmen einer Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse eingesetzt werden können, um die Ergebnisse komplexer Simulationsmodelle besser zu verstehen, - haben verstanden, wie mit Hilfe einer probabilistischen Risikoanalyse die Zuverlässigkeit bzw. die Versagenswahrscheinlichkeit eines technischen Systems berechnet werden kann und welche Schritte und Methoden hierzu notwendig sind, - wissen wie die Monte-Carlo-Methode zur Modellierung physikalischer Prozesse mit stochastischer Natur z.B. in der Kernphysik angewendet werden kann. -haben das Verständnisses der theoretischen Inhalte durch praktische Übungen vertieft.		
13. Inhalt:	Die o.g. Lernziele werden in 5 Themenkomplexen abgehandelt.		

- Mathematische und numerische Grundlagen (Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik)
  - Monte-Carlo-Methode als Basis numerischer Werkzeuge: Integration über komplexe Gebiete, Optimierung (simulated annealing, genetische Algorithmen)
  - Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse komplexer mathematisch-physikalischer Modelle
  - Probabilistische Risikoanalyse (PRA)
  - Anwendungen der Monte-Carlo-Methode in der Kernphysik, beispielweise Strahlungstransport, Teilchen- und Materie-Wechselwirkungen und in anderen Gebieten der Ingenieurtechnik
- Im Wechsel mit den theoretischen Einheiten werden praktische Übungen am Computer unter Verwendung z.B. von MATLAB und SUSA (Software for Uncertainty and Sensitivity Analyses) abgehalten.
pdf der Vorlesung ausschließlich über ILIAS

---

14. Literatur:	Bedford und Cooke, Probabilistic Risk Analysis: Foundations and Methods, Cambridge University Press (30. April 2001). Rubinstein und Kroese, Simulation and the Monte Carlo Method, Wiley Series in Probability and Statistics, /SBN: 978-0-470-17794-5, February 2008 Binder, Monte Carlo Simulation in Statistical Physics, Springer, ISBN 978-3-642-03163-2, 2010
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 680501 Vorlesung Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	56h Präsenzzeit 36h Vor-/Nacharbeitungszeit 88h Prüfungsvorbereitung und Prüfung Gesamt:180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68051 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Kernenergetik und Energiesysteme

2143 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module: 30710 Strahlenschutz
                              51790 Fluid Dynamik der Atmosphäre

---

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 Jörg Starflinger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 - die verschiedenen Arten ionisierender Strahlung benennen und nach ihren Eigenschaften bewerten. - die Erzeugung verschiedener Arten ionisierender Strahlung erläutern und daraus die Eigenschaften der Strahlung ableiten. - eine Eigenschaften von Nukliden anhand von grundlegenden physikalischen Zusammenhängen erklären und weitergehende Informationen aus Nachschlagewerken extrahieren. - Messprinzipien von Strahlenmessgeräten verstehen und Messgeräte auf ihre Tauglichkeit für verschiedene Anwendungen beurteilen. - die relevanten Größen und Einheiten zu Radioaktivität, ionisierender Strahlung und Strahlenexposition benennen und bewerten. - Quellen und Dosisleistungen natürlicher und zivilisatorischer Strahlenexposition benennen. - die gesetzlichen Regelwerke zum Strahlenschutz benennen und zuordnen, welche Regelungen wo stehen. - die Ausbreitungswege von natürlicher sowie in Unfällen ausgetretener Radioaktivität erläutern. - die konkreten Auswirkungen und Symptome von Strahlenexpositionen benennen, in verschiedene		

Schädigungskategorien einordnen sowie Dosis-Wirkbeziehungen benutzen.

- Wirkmechanismen von ionisierender Strahlung am Menschen benennen und die resultierenden Strahlenschäden bewerten.

---

13. Inhalt: Physikalische Grundlagen zu ionisierender Strahlung
Strahlenmesstechnik
Gesetzliche Grundlagen zu Strahlenschutz
Natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung
Ausbreitung radioaktiver Stoffe in die Umwelt
Radiologische Auswirkung von Emissionen
Biologische Strahlenwirkung

---

14. Literatur:

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen: • 307101 Vorlesung Strahlenschutz

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 21 h
Selbststudiumzeit: 69 h
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: 51790 Fluid Dynamik der Atmosphäre

2. Modulkürzel:	41600620	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien		
9. Dozenten:	Eckart Laurien		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Fluidmechanik I + II		
12. Lernziele:	Die Absolventen des Kurses besitzen fundierte Kenntnisse über den Aufbau der Erdatmosphäre und das Wettergeschehen. Sie verstehen die Entstehung und Bewegung groß- und kleinräumiger Wettersysteme, den Aufbau der thermischen und strömungsmechanischen Bodengrenzschicht, die Rolle von Instabilitäten und Wolkenbildung, sowie die grundlegenden Mechanismen atmosphärischer Turbulenz. Zusätzlich besitzen die Absolventen notwendige Kenntnisse, um die Ausbreitung und ggf. Ablagerung von unterschiedlichen industriellen Schadstoffen, einschließlich radioaktiven Stoffen, aus Punktquellen abzuschätzen. Grundkenntnisse von Ausbreitungsrechnungen wie sie nach heutigem Stand durchgeführt werden, sind vorhanden.		

13. Inhalt:	Gliederung -- Aerostatik der Atmosphäre -- Potentialtheorie -- Großräumige Wettersysteme -- Instabilitäten und Turbulenz -- Atmosphärische Grenzschichten -- Kleinräumige Wettersysteme -- Stoffausbreitung in der Atmosphäre -- Simulation / Ausbreitungsrechnung
14. Literatur:	D. Etling: Theoretische Meteorologie – Eine Einführung, 3. Auflage, Springer, Heidelberg, 2008 S.P. Arya: Air Pollution Meteorology and Dispersion, Oxford University Press, 1999
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 517901 Vorlesung Fluid Dynamik der Atmosphäre
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	3 x 30 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51791 Fluid Dynamik der Atmosphäre (BSL), Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermofluiddynamik

Modul: 30730 Praktikum Kernenergietechnik

2. Modulkürzel:	041610007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger		
9. Dozenten:	Talianna Schmidt Jörg Starflinger Rudi Kulenovic		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester → Kernenergietechnik --> Spezialisierungsfächer		
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: Kernreaktor SUR100Radioaktivität und StrahlenschutzKühlbarkeit von SchüttungenAlpha- und Gamma-Spektrometrie 4 weitere Versuche sind aus dem Angebot des Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) zu absolvieren: APMB 1APMB 2APMB 3APMB 4 Die Anmeldung zu den einzelnen Praktika erfolgt über ILIAS. Dort sind auch Kurzbeschreibungen und Vorbereitungsunterlagen verfügbar. In einem Kolloquium vor dem eigentlichen praktischen Versuch wird überprüft, ob die für den Versuch notwendigen Grundlagen vorhanden sind (Vorbereitungsunterlagen lesen und verstehen!). Für jeden Praktikumsversuch ist eine Ausarbeitung anzufertigen und bei der Betreuerin bzw. beim Betreuer abzugeben. Erst danach wird das Testat ausgestellt. 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 • 307308 Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) 4 • 307306 Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) 2 • 307304 Spezialisierungsfachversuch 4 • 307303 Spezialisierungsfachversuch 3 • 307302 Spezialisierungsfachversuch 2 • 307301 Spezialisierungsfachversuch 1		

- 307307 Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) 3
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 30 h
Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: 60 h
Gesamt: 90 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

30731 Praktikum Kernenergietechnik (USL), Mündlich, Gewichtung:
1
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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Wahlpflichtmodul Gruppe 1 (Strömungsmechanik) • 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 Voraussetzungen 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 • C. Pfeleiderer, H. Petermann, Strömungsmaschinen, Springer Verlag • W. Bohl, W. Elmendorf, Strömungsmaschinen 1 und 2, Vogel Buchverlag • J. Raabe, Hydraulische Maschinen und Anlagen, VDI Verlag • J. Giesecke, E. Mosonyi, Wasserkraftanlagen, Springer Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 141001 Vorlesung Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft • 141002 Übung Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft • 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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Wahlpflichtmodul Gruppe 1 (Strömungsmechanik) • 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 Voraussetzungen 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 • C. Pfeleiderer, H. Petermann, Strömungsmaschinen, Springer Verlag • W. Bohl, W. Elmendorf, Strömungsmaschinen 1 und 2, Vogel Buchverlag • J. Raabe, Hydraulische Maschinen und Anlagen, VDI Verlag • J. Giesecke, E. Mosonyi, Wasserkraftanlagen, Springer Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 141001 Vorlesung Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft • 141002 Übung Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft • 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, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> 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, • Navier-Stokes-Gleichungen, • Turbulenzmodelle, • Finite Differenzen, Finite Volumen, Finite Elemente,		

	• Lineare Gleichungslöser, • Algorithmen zur Strömungsberechnungen, • CFD-Anwendungen.
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript "Numerische Strömungsmechanik"
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 176001 Vorlesung Numerische Strömungsmechanik • 176002 Übung Numerische Strömungsmechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule		
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 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 Numerische Verfahren zur Lösung transienter Strömungsvorgänge Oszillierende Strömungen Kraftwerksregelung Netzregelung mit Wasserkraftanlagen		
14. Literatur:	Skript Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 292102 Übung Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen • 292101 Vorlesung Transiente Vorgänge und Regelungsaspekte in Wasserkraftanlagen		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden 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 211ChI2011, → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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		

- 1.1 Characterization of Two-Phase Flows
  - 1.1.1 Two-Phase Flows, Examples
  - 1.1.2 Classification of Two-Phase Flows
  - 1.1.3 Stokes Number
  - 1.1.4 Turbulence in Two-Phase Flows
- 1.2 Euler-Lagrange Model
  - 1.2.1 Model Equations
  - 1.2.2 Computation of Particle-Laden Flow
  - 1.2.3 Numerical Integration of Particle Trajectories
  - 1.2.4 Lagrangian Turbulence Modeling
- 2 Adiabatic Two-Phase Flows (Gas-Liquid)
  - 2.1 Bubble Plume
    - 2.1.1 Mechanisms of Momentum Transfer
    - 2.1.2 Fundamental Equations
    - 2.1.3 Numerical Simulation of a Bubble Plume
  - 2.2 Bubbly Pipe Flow
    - 2.2.1 Experimental Observations
    - 2.2.2 Numerical Simulation of Bubbly Pipe Flows
    - 2.2.3 Bubble Dynamics
    - 2.2.4 Derivation of the Two-Fluid Equations
    - 2.2.5 Single-Phase Turbulence Modelling Overview
    - 2.2.6 Prandtl's Mixing-Length Model
    - 2.2.7 The K-epsilon Turbulence Model
    - 2.2.8 Two-Phase Turbulence Models
    - 2.2.9 Extended Continuum Models
  - 2.3 Stratified Flow
    - 2.3.1 Countercurrent Flow Experiments
    - 2.3.2 Forces at a Wavy Surface
    - 2.3.3 Two-Phase Turbulence Transport Models
  - 2.4 Direct Numerical Simulation
    - 2.4.1 Volume-of-Fluid Method
    - 2.4.2 Example: Determination of the Virtual Mass Coefficient
- 3 Two-Phase Flow with Heat and Mass Transfer
  - 3.1 Examples
    - 3.1.1 Boiling, Cavitation and Condensation of Water
  - 3.2 Continuum Model with Heat and Mass Transfer
    - 3.2.1 Direct-Contact Heat and Mass Transfer
    - 3.2.2 Number Density versus Particle Size
    - 3.2.3 Thermal Cavitation in Gravity-Driven Pipe Flow
    - 3.2.4 Nucleation Model
    - 3.2.5 Wall-Boiling Model
  - 3.3 Two-Phase Flows of Mixtures
    - 3.3.1 Thermodynamics of Wet Air and Vapour
    - 3.3.2 Two Fluid Model for Wet Air and Vapour
    - 3.3.3 Wall-Condensation Model
- 4 Flow and Heat Transfer at Supercritical Pressure
  - 4.1 Technical Applications of Supercritical Fluids
  - 4.2 Experiments of Heat Transfer to Supercritical Water Pipe Flows
  - 4.3 Empirical Correlations
  - 4.4 Two-Layer Theory for Heat Transfer of Pipe Flows
  - 4.5 One-Dimensional Theory
  - 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)
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 • 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 • 51782 Modeling of Two-Phase Flows (USL), Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermofluidodynamik

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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> 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 Lage grundlegende Messungen in der Strömungsmechanik und an hydraulischen Strömungsmaschinen 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 zur Vertiefung: Nitsche, W.: Strömungsmesstechnik, Springer-Verlag, zweite Auflage, 2006 Ruck, B.: Lasermethoden in der Strömungsmeßtechnik, ATFachverlag, Stuttgart, 1990 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 Selbststudium: 69 h 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Nutzung der Meeresenergie. Sie erlernen den Stand der Technik in den einzelnen Teilbereichen und sie erhalten einen Einblick in die einzelnen Technologien und technischen Herausforderungen bei der Nutzung der Meeresenergie.		
13. Inhalt:	-Einführung in Meeresenergie -Gezeitenkraftwerke -Strömungskraftwerke -Wellenenergienutzung -Osmose-Kraftwerke -Nutzung thermischer Meeresenergie -Projektbeispiele		
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript "Meeresenergie"		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 307501 Vorlesung Meeresenergie • 307502 Seminar Meeresenergie (1Tag)		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudium: 69 h 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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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. 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 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)		

• 307701 Verlesung Planung von Wasserkraftanlagen

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden 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, → Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester → Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Spezialisierungsfächer		
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 Im Rahmen des Praktikums werden sowohl Strömungsmessgrößen als auch Leistungs- und Wirkungsgraddaten von hydraulischen Strömungsmaschinen gemessen.		
14. Literatur:	Versuchsunterlagen, Versuchsbeschreibung		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 307805 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1 • 307807 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3 • 307808 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4 • 307806 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2 • 307803 Spezialisierungsfachversuch 3 • 307801 Spezialisierungsfachversuch 1 • 307802 Spezialisierungsfachversuch 2 • 307804 Spezialisierungsfachversuch 4		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden		

17. Prüfungsnummer/n und -name:	30781 Praktikum Strömungsmechanik und Wasserkraft (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 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: 29200 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung
                              30790 Optimale Energiewandlung und Wärmeversorgung
                              69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung

---

Modul: 29200 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung

2. Modulkürzel:	041210010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek		
9. Dozenten:	Kai Hufendiek Peter Radgen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester		

	→ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → 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 • Analysemethoden des energetischen Zustandes von Anlagen und Systemen • Pinch-Analyse • Exergoökonomische Methode • Abwärmenutzungsoptimierung • Wärmerückgewinnung • Einsatz von Wärmepumpen • Systemvergleiche von Energieanlagen • Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung • Energiemanagementsysteme und Energie-Audits, Organisation von Energieeffizienz in Unternehmen
14. Literatur:	Online-Manuskript, Daten- und Arbeitsblätter
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 292001 Vorlesung und Übung: Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 138 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29201 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Energieeffizienz in der Industrie
19. Medienform:	• Beamergestützte Vorlesung • teilweise Tafelanschrieb • Lehrfilme • begleitendes Manuskript
20. Angeboten von:	Energiewirtschaft Energiesysteme

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, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → 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 Wirtschaftlichkeitsberechnungen 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 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. raumluftechn. 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 • 307902 Vorlesung mit integrierten Übungen Rationelle Wärmeversorgung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium, Prüfungsvorber.: 124 h Gesamt: 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 30791 Optimale Energiewandlung (PL), Schriftlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • 30792 Rationelle Wärmeversorgung (PL), Schriftlich, 30 Min., 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:	Markus Blesl Alois Kessler Peter Radgen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,		

→ 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.
13. Inhalt:	• Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale • Einflussfaktoren des Energieverbrauchs • Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren) • Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren) • Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse
14. Literatur:	• Skript • Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013 • Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 694801 Vorlesung Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien • 694802 Vorlesung Energieeffizienz II - Branchentechnologien
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69481 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 schriftlich 120 min oder mündlich 40 min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

2162 Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP

Zugeordnete Module:	18160	Berechnung von Wärmeübertragern
	29200	Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung
	30790	Optimale Energiewandlung und Wärmeversorgung
	30800	Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte
	68390	Energiemärkte und Energiehandel
	69480	Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung

---

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 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester		

- Zusatzmodule
- M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester
  - Selection 1 --> Semicompulsory Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester
  - Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
  - Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
  - Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester
  - Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer

11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in Wärme- und Stoffübertragung
12. Lernziele:	Erworbenene Kompetenzen: Die Studierenden • kennen die Grundgesetze der Wärmeübertragung und der Strömungen • sind in der Lage die Grundlagen in Form von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden • kennen unterschiedliche Methoden zur Berechnung von Wärmeübertragern • kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertragerbauformen
13. Inhalt:	Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieurausbildung durch Vermittlung von Fachwissen für die Berechnung von Wärmeübertragern zu leisten. Die Lehrveranstaltung • zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis, • vermittelt die Grundlagen zur Berechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode) • behandelt Sonderbauformen und Spezialprobleme (Wärmeverluste), • vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und im Mantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung, Kondensation, Verdampfung), • führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände, Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren), • behandelt die Bestimmung von Druckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen • vermittelt die Berechnung von Regeneratoren
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript, • empfohlene Literatur: VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern

• 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h 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 Übung: Overhead-Projektoranschrieb, Online-Demonstration von Berechnungssoftware
20. Angeboten von:	Thermodynamik und Wärmetechnik

Modul: 29200 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung

2. Modulkürzel:	041210010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek		
9. Dozenten:	Kai Hufendiek Peter Radgen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester		

	→ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → 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 • Analysemethoden des energetischen Zustandes von Anlagen und Systemen • Pinch-Analyse • Exergoökonomische Methode • Abwärmenutzungsoptimierung • Wärmerückgewinnung • Einsatz von Wärmepumpen • Systemvergleiche von Energieanlagen • Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung • Energiemanagementsysteme und Energie-Audits, Organisation von Energieeffizienz in Unternehmen
14. Literatur:	Online-Manuskript, Daten- und Arbeitsblätter
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 292001 Vorlesung und Übung: Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 138 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29201 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Energieeffizienz in der Industrie
19. Medienform:	• Beamergestützte Vorlesung • teilweise Tafelanschrieb • Lehrfilme • begleitendes Manuskript
20. Angeboten von:	Energiewirtschaft Energiesysteme

Modul: 30790 Optimale Energiewandlung und Wärmeversorgung

2. Modulkürzel:	042410027	5. Moduldauer:	Zweimestrig
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, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → 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 Wirtschaftlichkeitsberechnungen 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 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. raumluftechn. 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 • 307902 Vorlesung mit integrierten Übungen Rationelle Wärmeversorgung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium, Prüfungsvorber.: 124 h Gesamt: 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 30791 Optimale Energiewandlung (PL), Schriftlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • 30792 Rationelle Wärmeversorgung (PL), Schriftlich, 30 Min., 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/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Markus Blesl		
9. Dozenten:	Markus Blesl Kai Hufendiek Eric Jennes		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Thermodynamik, Ingenieurwissenschaftliche und betriebswirtschaftliche Grundlagen		
12. Lernziele:	Die Teilnehmer/-innen beherrschen die physikalisch-technischen Grundlagen der gekoppelten Kraft-Wärme-Erzeugung in KWK-Anlagen. Die Teilnehmer/-innen können energetische Auslegungen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für diese Anlagen durchführen. Sie kennen unterschiedliche Wärmeversorgungs-systeme und -strukturen mit ihren technischen, ökonomischen und ökologischen Parametern und können verschiedene Wärmeversorgungs-konzepte technisch-wirtschaftlich vergleichen.		

Die Teilnehmer haben die Kompetenz, KWK-Anlagen und Wärmeversorgungssysteme zu analysieren und zu konzipieren.

---

13. Inhalt:	• Begriffe und Begriffsdefinitionen • Thermodynamische Grundlagen und Prozesse der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) • Konfiguration und Systemintegration von KWK-Anlagen anhand praktischer Beispiele • Wirtschaftlichkeitsrechnungen bei KWK-Anlagen • Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland • Begriffliche und methodische Grundlagen der Wärmeversorgung • Grundlagen, Aufbau und Funktion von Wärmeversorgungssystemen • Vergleich von Wärmeversorgungssystemen • Verbindungen zwischen Wärme- und Energieversorgungssystemen • Wärmeversorgung im Kontext der Energiewende
14. Literatur:	Online-Manuskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308001 Vorlesung Kraft-Wärme-Kopplung: Anlagen und Systeme • 308002 Vorlesung Wärmeversorgungskonzepte
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:56 h Selbststudium:124 h 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
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. Sie lernen die Aufgabe solcher Märkte, Grundlagen für deren Effizienz und die Interessen der unterschiedlichen Akteure kennen. Sie setzen sich intensiv mit marktbasieren 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.

Darüber hinaus lernen Sie die Organisation von Handelshäusern kennen, die in Commodity-Märkten agieren.

Die in den Vorlesungen vermittelten theoretischen Grundlagen werden mittels eines Planspiels zum Thema Energiehandel interaktiv getestet..

---

13. Inhalt:	• Aufbau und Funktion von Energiemärkten • Rolle von Energiemärkten im Energiesystem • Produkte auf Energiemärkten • Regulierung von Märkten • Marktmacht von Unternehmen • Zusammenhang zwischen Information, Marktspielregeln, Marktstrukturen und Preisbildung • Aufgabe und Funktion von Risikomanagement und Risiko Controlling • Positionsbestimmung, Mark-to-Market, Risikomaße wie Value at Risk und ihre Aufgabe • Handels- und Risikomanagementstrategien wie Spekulation und Hedging • Konzept der Deltaposition und des Deltahedging • Eigenschaften von Derivaten und Grundzüge deren Bewertung • Detaillierte Betrachtung der Märkte für Rohöl und Ölprodukte, Erdgas, Kesselkohlen und Seefrachten, Emissionsrechten sowie Strom in Europa • Bewertung von Investitionen in wettbewerblichen Märkten und Entscheidungsmechanismen • Modellierung und Analyse von Märkten • Organisation und Verantwortung von Handelshäusern
14. Literatur:	• Online-Unterlagen zur Vorlesung • Schwintowski, H.-P. (Hrsg): Handbuch Energiehandel. Erich Schmidt Verlag und Co., 2014. • Stoft, S.: Power System Economics. IEEE Press, Wiley-Interscience, 2002. • Burger, M., Schindmayr, G., Graeber, B.: Managing Energy Risk. 2nd ed., Wiley, 2014.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 683901 Vorlesung Energiemärkte und Energiehandel • 683902 Projektseminar Planspiel Energiehandel
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68391 Energiemärkte und Energiehandel (PL), , 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:	Markus Blesl Alois Kessler Peter Radgen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,		

→ 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.
13. Inhalt:	• Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale • Einflussfaktoren des Energieverbrauchs • Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren) • Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren) • Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse
14. Literatur:	• Skript • Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013 • Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 694801 Vorlesung Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien • 694802 Vorlesung Energieeffizienz II - Branchentechnologien
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69481 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 schriftlich 120 min oder mündlich 40 min
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

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, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> 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: Thermodynamische Grundlagen, Ideal- Prozess, Theoretischer Vergleichsprozess der Kompressionswärmepumpe Realer Prozess der Kaltdampfkompansionswärmepumpe, Idealisierter Absorptionsprozess, Dampfstrahlwärmepumpe, Thermoelektrische Wärmepumpe Bewertungsgrößen, Leistungszahl COP, Jahresarbeitszahl JAZ, exergetischer Wirkungsgrad Arbeitsmittel und Komponenten für Kompressionswärmepumpen und Absorptionswärmepumpen Auslegungsbeispiele für Wärmepumpen Wirtschaftlichkeit und Vergleich mit anderen Wärmeerzeugungsanlagen Heiz-/Kühlbetrieb von Wärmepumpen, Kühlen mit Erdsonden		
14. Literatur:	Manuskript		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 367601 Vorlesung Wärmepumpen		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium, Prüfungsvorbereitung: 62 h Gesamt 90 h		

17. Prüfungsnummer/n und -name:	36761 Wärmepumpen (BSL), Schriftlich, 30 Min., 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 Wolfgang Heidemann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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: • Kenntnis der verschiedenen Bauformen von Wärmeübertragern und deren Einsatzmöglichkeiten • Kenntnis der Werkstoffe Kupfer, Stähle, Aluminium, Glas, Kunststoffe, Graphit hinsichtlich Verarbeitbarkeit, Korrosion, Temperatur- und Druckbereich, Verschmutzung • Konstruktive Detaillösungen für Rohrverbindungen, Mantel, Stutzen, Dichtungen, Dehnungsausgleich, etc. • Kenntnis der Fertigungsverfahren • Vorgehensweise für Auslegungen • Kenntnis einschlägiger Normen und Standards		
13. Inhalt:	- Glatt- und Rippenrohre für Wärmeübertrager - Rohrbündelwärmeübertrager - Kupfer als Werkstoff im Apparatebau - Technologie und Einsatzbereiche von Plattenwärmeübertrager - Aussen- und innenberippte Aluminiumrohre für Wärmeübertrager		

- Spezialwärmeübertrager für hochkorrosive Anwendungen
  - Wärmeübertrager aus Kunststoff
  - Graphit-Wärmeübertrager
  - Auslegung und Anwendung von Lamellenrohrverdampfern
  - Regenerative Wärmerückgewinnung
  - Wärmeübertrager in Fahrzeugen
  - Auslegung und Wirtschaftlichkeit von Kühltürmen
  - Fertigung von Wärmeübertragern
  - Verschmutzung und Reinigung von Wärmeübertragern
-

14. Literatur:	Vorlesungsunterlagen, VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 368601 Vorlesung Konstruktion von Wärmeübertragern
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium/Nacharbeitung 62 h 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 Klaus Spindler		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 • kennen die Grundlagen der Kälteerzeugung • können Kälte- und (Klima-) Anlagen berechnen und bewerten • kennen alle Komponenten einer Kälteanlage • 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 Anlagenkomponenten 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 • 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 Selbststudium: 62 h 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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: • die verschiedenen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zur Förderung von industriellen Effizienzmaßnahmen • Methoden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von Investitionsprojekten in Energieeffizienzmaßnahmen und kann die geeignetste davon auswählen • unterschiedliche Methoden zur Steigerung der betrieblichen Energieeffizienz und kann entsprechend den Gegebenheiten im Unternehmen eine geeignete Methode wählen, anwenden und Ergebnisse richtig deuten • die grundlegenden Begriffe zur Beurteilung der energetischen Qualität • verschiedene Effizienztechnologien (z.B.: Wärmepumpe, BHKW, usw) und versteht es diese unter Nutzung von Synergieeffekten geschickt in Produktionsprozesse zu integrieren • die Vorteile einer intelligent verschalteten Produktion • die Eigenschaften und Anwendungsbereiche verschiedener Energiespeichertechnologien und wie diese in Kombination mit erneuerbaren Energien verwendet werden können • den Unterschied zwischen Lastmanagement, -verschiebung, -verzicht und -abwurf		

13. Inhalt:	Behandelte Inhalte: • Energieeffizienz im internationalen Kontext • Programme, Geschäftsmodelle und Finanzierung von Energieeffizienz • Im Rahmen der Vorlesung führen die Vorlesungsteilnehmer eigenständig eine Energieeffizienzanalyse im Haushalt durch. • Methoden zur Steigerung der Energieeffizienz • Technologische Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz • Ausgewählte Energiespeichertechnologien in der Produktion • Lastmanagement ("Demand Side Management") • Industrial Smart Grids
14. Literatur:	Online-Manuskript Neugebauer, R., Handbuch Ressourcenorientierte Produktion, Carl Hanser Verlag Bauernhansl, T., Energieeffizienz in Deutschland - eine Metastudie
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 682801 Vorlesung Energetische Optimierung der Produktion
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium incl. Prüfungsvorbereitung: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68281 Energetische Optimierung der Produktion (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 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:	Markus Blesl Alois Kessler Peter Radgen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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.		
13. Inhalt:	• Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale • Einflussfaktoren des Energieverbrauchs • Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren) • Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse		
14. Literatur:	• Skript		

- Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013
- 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 Selbststudium: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69471 Energieeffizienz II - Branchentechnologien (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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 Querschnitts mit energetischer Bedeutung.		
13. Inhalt:	• Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale • Einflussfaktoren des Energieverbrauchs • Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren)		
14. Literatur:	Skript Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013 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 Selbststudium: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69491 Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich 60 min oder mündlich 20 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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. Die Studierenden verfügen über die Kenntnisse im Bereich Energierecht zur Beurteilung der Konformität mit den aktuellen Gesetzen Sie sind befähigt den Aufbau eines Energiemanagementsystems in einem Unternehmen umzusetzen. Die Studierenden kennen die Anforderungen der Norm EN ISO 50001 an die Ausgestaltung eines Energiemanagementsystems. Sie kennen und verstehen die Messverfahren für die relevanten Energieströme. Sie sind in der Lage die Bilanzgrenzen für ein Energiemanagementsystem zu definieren, die erforderlichen Input- und Outputgrößen zu ermitteln und die Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden sind in der Lage aufbauend auf den Ergebnissen der Analyse konkrete Maßnahmenpläne mit Bewertung der Energieeffizienzmaßnahmen zu erstellen. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, das Zertifikat zum Energiemanagementbeauftragen in Kooperation mit dem TÜV Süd im Rahmen einer zusätzlichen Prüfung ohne ergänzenden Lehrgang zu erwerben.
13. Inhalt:	Einführung zur Bedeutung der Energieeffizienz im Hinblick auf Emissionsminderung und Kostensenkung Managementnormen ISO 9001, 14001, 50001 Ziel und Aufgaben der ISO 50001 Grundsätzlicher Aufbau von EnMS Erklärungen und Erfassung Ist-Situation Maßnahmenplan Fortschreibung EnMS Rechtlicher Rahmen
14. Literatur:	Geilhausen Marko: Kompakter Leitfaden für Energiemanager. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015 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 Selbststudium: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69501 Energiemanagement nach ISO 50001 (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 schriftlich 60 min oder 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II</i>		
12. Lernziele:	Die Vorlesung Druckluft und Pneumatik beschäftigt sich mit der Konzeption, Planung, Betrieb und Optimierung von Druckluftsystemen in Industrie und Gewerbe. 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. Sie verstehen die Anforderungen an die Druckluftqualität und sind in der Anlage geeignete Komponenten für die Druckluftaufbereitung zu spezifizieren und diese Qualitäten zu erreichen. Die Studierenden sind befähigt den Druckluftverbrauch von Betrieben zu analysieren, Schwachstellen zu identifizieren und Verbesserungsmaßnahmen zu erarbeiten. Die Studierenden kennen die typischen Schwachstellen in der Druckluftversorgung und sind in der Lage die Auswirkungen der Schwachstellen zu bewerten. 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.		

Sie verstehen die unterschiedlichen Steuerungen von Kompressoren und kennen die verfügbare Messtechnik für die Analyse des Ist-Zustandes von Druckluftanlagen.

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 • Thermodynamische Grundlagen • Drucklufterzeugung • Druckluftaufbereitung (trocknen, filtern, Ölentfernung) • Kondensat Aufbereitung • Druckluftspeicherung • Steuerungskonzepte für Druckluftanlagen • Druckluftverteilung (Dimensionierung, Rohrleitungsmaterialien, • Leckagen und Leckage Beseitigung • Druckluftanwendungen (steuern, schrauben, bewegen, spannen, reinigen, Vakuum erzeugen, kühlen) • Auditierung von Druckluftsystemen
14. Literatur:	• Ruppelt, E. (Hrsg.): Drucklufthandbuch, Vulkanverlag • Bierbaum: Druckluftkompendium, Espelkamp: Leidorf, 1997 • Mohrig, W.: Druckluft-Praxis: erzeugen - aufbereiten - verteilen - anwenden. Gräfelfing/München: Resch, 1988 • www.druckluft.ch
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 719501 Vorlesung Druckluft und Pneumatik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71951 Druckluft und Pneumatik (BSL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Beamer gestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, begleitendes Manuskript
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 Klaus Spindler		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester → Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → 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: • Brennstoffzellentechnik (IER / IES) • Stirlingmotor (IER) • Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW) (IER / ITW) • Wärmepumpe (ITW) • Sonnenkollektor (ITW) • Wärmeübertrager (ITW) • Kompressions-Kälteanlage (ITW) • IR-Kamera (ITW) • Diffusions-Absorptionskältemaschine (ITW) • Energieeffizienzvergleich (IER) • Messen elektrischer Arbeit und Leistung (IER) • Online-Praktikum: Stromverbrauchsanalyse und elektrisches Lastmanagement (IER) 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 Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 62 h Gesamt: 90 h		

17. Prüfungsnummer/n und -name:	30811 Praktikum: Techniken zur effizienten Energienutzung (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 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 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen • Technische Thermodynamik I + II • Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre		
12. Lernziele:	Der Studierende • verfügt über vertiefte Kenntnisse in Thermodynamik und Strömungsmechanik mit dem Fokus auf der Anwendung bei Strömungsmaschinen • kennt und versteht die physikalischen und technischen Vorgänge und Zusammenhänge in Thermischen Strömungsmaschinen (Turbinen, Verdichter, Ventilatoren)		

- beherrscht die eindimensionale Betrachtung von Arbeitsumsetzung, Verlusten und Geschwindigkeitsdreiecken bei Turbomaschinen
- 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 • Bauarten • Thermodynamische Grundlagen • Fluideigenschaften und Zustandsänderungen • Strömungsmechanische Grundlagen • Anwendung auf Gestaltung der Bauteile • Ähnlichkeitsgesetze • Turbinen- und Verdichtertheorie • Verluste und Wirkungsgrade, Möglichkeiten ihrer Beeinflussung • Maschinenkomponenten • Betriebsverhalten, Kennfelder, Regelungsverfahren • Instationäre Phänomene
14. Literatur:	• Vogt, D., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart • Dixon, S.L., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier 2005 • Cohen H., Rogers, G.F.C., Saravanamutoo, H.I.H., Gas Turbine Theory, Longman 2000 • Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, Band 1, 4. Auflage, Springer 2001 • 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 Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h 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 Damian Vogt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → 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 • verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der physikalischen und technischen Vorgänge der Turbomaschinen in Gas- und Dampfturbinen und Turboladern • beherrscht die Thermodynamik der zugrundeliegenden thermodynamischen Systeme: Joule-Brayton-Prozess, Clausius-Rankine-Prozess, aufgeladener Seiliger Prozess, GuD-Prozess. • ist in der Lage, die Funktionsprinzipien der wesentlichen Turbomaschinen-Komponenten und deren Zusammenwirken zu erkennen und zu analysieren		

- verfügt über Kenntnisse über die Auslegung von Turbomaschinen mit numerischen Methoden und Versuchstechnik in Turbomaschinen
- erkennt die technischen Grenzen der verschiedenen Turbomaschinentypen und kann diese begründen
- 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 - Bauarten von Thermischen Turbomaschinen - Thermodynamik der Systemprozesse - Einsatzspektrum und Wahl des Turbomaschinentyps - Verdichter und Turbinen von Gasturbinen - Dampfturbinen - Radiale Turbomaschinen - Betriebszustände, Regelung und Betriebsverhalten - Auslegung mit numerischen Methoden - Versuchstechnik in Turbomaschinen
14. Literatur:	- Vogt, D., Thermische Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Universität Stuttgart - Saravanamuttoo, H.I.H., Rogers, G.F.C., Cohen H., Straznicki P. V., Gas Turbine Theory, 6th ed., Prentice Hall 2008 - Dixon, S.L., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier 2005 - Whitfield, A. and Baines, N.C., Design of Radial Turbomachines, Wiley 1990 - The Jet Engine, Rolls-Royce Technical Publ. 1996
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308201 Vorlesung und Übung Thermische Strömungsmaschinen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium 138 Stunden 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 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen • Technische Thermodynamik I + II • Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre		
12. Lernziele:	Der Studierende • verfügt über vertiefte Kenntnisse in Thermodynamik und Strömungsmechanik mit dem Fokus auf der Anwendung bei Strömungsmaschinen • kennt und versteht die physikalischen und technischen Vorgänge und Zusammenhänge in Thermischen Strömungsmaschinen (Turbinen, Verdichter, Ventilatoren)		

- beherrscht die eindimensionale Betrachtung von Arbeitsumsetzung, Verlusten und Geschwindigkeitsdreiecken bei Turbomaschinen
  - 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
  - Bauarten
  - Thermodynamische Grundlagen
  - Fluideigenschaften und Zustandsänderungen
  - Strömungsmechanische Grundlagen
  - Anwendung auf Gestaltung der Bauteile
  - Ähnlichkeitsgesetze
  - Turbinen- und Verdichtertheorie
  - Verluste und Wirkungsgrade, Möglichkeiten ihrer Beeinflussung
  - Maschinenkomponenten
  - Betriebsverhalten, Kennfelder, Regelungsverfahren
  - Instationäre Phänomene
-

14. Literatur:

- Vogt, D., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart
  - Dixon, S.L., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier 2005
  - Cohen H., Rogers, G.F.C., Saravanamutoo, H.I.H., Gas Turbine Theory, Longman 2000
  - Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, Band 1, 4. Auflage, Springer 2001
  - 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
 Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h
 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 Damian Vogt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → 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 • verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der physikalischen und technischen Vorgänge der Turbomaschinen in Gas- und Dampfturbinen und Turboladern • beherrscht die Thermodynamik der zugrundeliegenden thermodynamischen Systeme: Joule-Brayton-Prozess, Clausius-Rankine-Prozess, aufgeladener Seiliger Prozess, GuD-Prozess. • ist in der Lage, die Funktionsprinzipien der wesentlichen Turbomaschinen-Komponenten und deren Zusammenwirken zu erkennen und zu analysieren		

- verfügt über Kenntnisse über die Auslegung von Turbomaschinen mit numerischen Methoden und Versuchstechnik in Turbomaschinen
- erkennt die technischen Grenzen der verschiedenen Turbomaschinentypen und kann diese begründen
- 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 - Bauarten von Thermischen Turbomaschinen - Thermodynamik der Systemprozesse - Einsatzspektrum und Wahl des Turbomaschinentyps - Verdichter und Turbinen von Gasturbinen - Dampfturbinen - Radiale Turbomaschinen - Betriebszustände, Regelung und Betriebsverhalten - Auslegung mit numerischen Methoden - Versuchstechnik in Turbomaschinen
14. Literatur:	- Vogt, D., Thermische Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Universität Stuttgart - Saravanamuttoo, H.I.H., Rogers, G.F.C., Cohen H., Straznicky P. V., Gas Turbine Theory, 6th ed., Prentice Hall 2008 - Dixon, S.L., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier 2005 - Whitfield, A. and Baines, N.C., Design of Radial Turbomachines, Wiley 1990 - The Jet Engine, Rolls-Royce Technical Publ. 1996
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308201 Vorlesung und Übung Thermische Strömungsmaschinen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium 138 Stunden 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 Markus Schatz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 • verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der Grundgleichungen von Struktur- und Fluidodynamik • beherrscht die Grundlagen der verschiedenen Diskretisierungstechniken • kennt die geeigneten Lösungsverfahren der numerischen Mathematik für die diskretisierten Gleichungen • erkennt die möglichen Einsatzbereiche der verschiedenen numerischen Verfahren und die Grenzen unterschiedlicher Modellbildungen • ist in der Lage, den unterschiedlichen Rechenaufwand bei verschiedenen Modellierungen und Lösungsverfahren zu begründen • verfügt über Grundkenntnisse moderner Rechentechnik • verfügt über vertiefte Kenntnisse über die Grundlagen und die Anwendung von Messverfahren, die an Turbomaschinen zum Einsatz kommen • ist in der Lage, für unterschiedlichste Messaufgaben die geeigneten Werkzeuge auszuwählen und anzuwenden. • beherrscht den Umgang mit Verfahren zur Auswertung und Analyse der Messdaten • besitzt die Fähigkeit, die Ergebnisse in Hinblick auf Plausibilität und Aussage zu bewerten		
13. Inhalt:	- 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
- Grundlagen der Strömungsmesstechnik
- Messverfahren zur Strömungsmessung
- Einführung in die Schwingungsproblematik in Turbomaschinen
- Schwingungsmessverfahren
- Auswertung und Analyse dynamischer Signale
- Ergänzende Messverfahren
- Prüfstandstechnik

---

14. Literatur:	• Mayer, J.F., Numerische Methoden in Fluid- und Strukturmechanik, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart • Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 1: The Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd ed., Butterworth-Heinemann 2007 • Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 2: Computational Methods for Inviscid and Viscous Flows, Wiley 1997 • Casey, M., Wintergerste, T., Best Practice Guidelines, ERCOFTAC Special Interest Group on Quality and Trust in Industrial CFD, 2000 • Bathe, K. J., Finite-Elemente-Methoden, Springer 2002 • Schatz, M., Eyb, G., Mayer, J.F., Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart • Casey, M., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart • Nitsche W., Brunn, A., Strömungsmesstechnik, Springer 2006 • Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, 2007 • Wittenburg, J., Schwingungslehre, Springer 1996 • Karrenberg, U., Signale - Prozesse - Systeme, Springer 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308301 Vorlesung + 2 Übungen + 1 Präsentation Numerische Methoden in Fluid- und Strukturmechanik • 308302 Vorlesung Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen • 308303 Praktikum Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Gesamt: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 30831 Numerik und Messtechnik für Turbomaschinen - Teil Numerik (PL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 • 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 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 Strukturmechanik: 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 - 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		

- 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
  - 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
  - Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 1: The Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd ed., Butterworth-Heinemann 2007
  - Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 2: Computational Methods for Inviscid and Viscous Flows, Wiley 1997
  - Casey, M., Wintergerste, T., Best Practice Guidelines, ERCOFTAC Special Interst Group on Quality and Trust in Industrial CFD, 2000
  - Bathe, K. J., Finite-Elemente-Methoden, Springer 2002
  - Schatz, M., Eyb, G., Mayer, J.F., Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart
  - Vogt, D., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart
  - Nitsche W., Brunn, A., Strömungsmesstechnik, Springer 2006 Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, 2007
  - Wittenburg, J., Schwingungslehre, Springer 1996
  - Karrenberg, U., Signale - Prozesse - Systeme, Springer 2005
  - Bell, R., Dampfturbinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart
  - Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, 4. Aufl., Bd. 1 u. 2, Springer 2001
  - Dietzel, F., Dampfturbinen, 3. Aufl., Hanser 1980
  - Vogt, D., Turbochargers, lecture notes, ITSM, Universität Stuttgart
  - Baines N.C., Fundamentals of Turbocharging, ISBN 0-933283-14-8, Concepts/NREC, Vermont, USA, 2005
  - 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 Strukturmechanik
  - 570602 Vorlesung Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen
  - 570603 Praktikum Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen
  - 570604 Vorlesung Dampfturbinentechnologie
  - 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.
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 Maschinenlaborium

---

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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Technische Thermodynamik I+II, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre		
12. Lernziele:	Der Studierende		

- verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der physikalischen und technischen Vorgänge in Dampfkraftwerken und Dampfturbinen
  - beherrscht die Thermodynamik des zugrundeliegenden Clausius-Rankine-Prozesses
  - ist in der Lage, die Funktionsprinzipien der wesentlichen Dampfturbinen- Komponenten und deren Zusammenwirken zu erkennen und zu analysieren
  - erkennt die technischen Grenzen der verschiedenen Turbinen-Bauarten und kann diese begründen
-

13. Inhalt:

- 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
-

14. Literatur:

- Bell, R., Dampfturbinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart
  - Traupel, W., Thermische Turbomaschinen, 4. Aufl., Bd. 1 u. 2, Springer 2001
  - Dietzel, F., Dampfturbinen, 3. Aufl., Hanser 1980
-

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 305401 Vorlesung Dampfturbinentechnologie
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 Stunden
 Selbststudium: 69 Stunden
 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre		
12. Lernziele:	Der Studierende • verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der Grundgleichungen von Struktur- und Fluidodynamik • beherrscht die Grundlagen der verschiedenen Diskretisierungstechniken • kennt die geeigneten Lösungsverfahren der numerischen Mathematik für die diskretisierten Gleichungen • erkennt die möglichen Einsatzbereiche der verschiedenen numerischen Verfahren und die Grenzen unterschiedlicher Modellbildungen • ist in der Lage, den unterschiedlichen Rechenaufwand bei verschiedenen Modellierungen und Lösungsverfahren zu begründen • verfügt über Grundkenntnisse moderner Rechentechnik		
13. Inhalt:	- 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
- Anwendungen

---

14. Literatur:	• Mayer, J.F., Numerische Methoden in Fluid- und Strukturmechanik, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart, 27. Aufl., 2016 • Eppler, R. Strömungsmechanik, Akad. Verlagsgesellschaft 1975 • Bernard, P. S., Fluid Dynamics, Cambridge University Press 2015 • Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 1: The Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd ed., Butterworth-Heinemann 2007 • Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 2: Computational Methods for Inviscid and Viscous Flows, Wiley 1997 • Casey, M., Wintergerste, T., Best Practice Guidelines, ERCOFTAC Special Interest Group on Quality and Trust in Industrial CFD, 2000 • Cummings, R. M. et al., Applied Computational Aerodynamics, Cambridge University Press 2015 • Zienkiewicz, O. C. et al., The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Elsevier 2013 • Bathe, K. J., Finite-Elemente-Methoden, Springer 2002
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308401 Vorlesung + 2 Übungen + 1 Präsentation Numerische Methoden in Fluid- und Strukturmechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Gesamt: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30841 Numerische Methoden in Fluid- und Strukturmechanik (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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 - 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:	- Vogt, D., Turbochargers, lecture notes, ITSM, University of Stuttgart - Baines, N.C., Fundamentals of Turbocharging, ISBN 0-933283-14-8, Concepts/NREC, Vermont, USA, 2005 - Heireth, H., Prenniger, P., Charging the internal combustion engine, ISBN 3-211-83747-7, Springer 2007		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308501 Vorlesung und Übung Turbochargers		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden 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 Jürgen Mayer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 • verfügt über vertiefte Kenntnisse über die Grundlagen und die Anwendung von Messverfahren, die an Turbomaschinen zum Einsatz kommen • ist in der Lage, für unterschiedlichste Messaufgaben die geeigneten Werkzeuge auszuwählen und anzuwenden. • beherrscht den Umgang mit Verfahren zur Auswertung und Analyse der Messdaten • besitzt die Fähigkeit, die Ergebnisse in Hinblick auf Plausibilität und Aussage zu bewerten		
13. Inhalt:	- Grundlagen der Strömungsmesstechnik - Messverfahren zur Strömungsmessung - Einführung in die Schwingungsproblematik in Turbomaschinen - Schwingungsmessverfahren		

- Auswertung und Analyse dynamischer Signale
  - Ergänzende Messverfahren
  - Prüfstandstechnik
-

14. Literatur:

- Schatz, M., Eyb, G., Mayer, J.F., Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart
  - Casey, M., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart
  - Nitsche W., Brunn, A., Strömungsmesstechnik, Springer 2006
  - Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, 2007
  - Wittenburg, J., Schwingungslehre, Springer 1996
  - Karrenberg, U., Signale - Prozesse - Systeme, Springer 2005
-

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 308601 Vorlesung Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen
  - 308602 Praktikum Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 Stunden
Selbststudium: 69 Stunden
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 Markus Schatz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → 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 • Gasturbine: Die Studierenden untersuchen des Betriebsverhaltens einer Gasturbine. Dabei werden bei unterschiedlichen Belastungszuständen Messgrößen erfasst und daraus die wesentlichen Kenngrößen bestimmt. • Radialverdichter: Es wird das Kennfeld eines Radialverdichters abgefahren und an verschiedenen Betriebspunkten werden die wichtigsten Kenngrößen aus den Messwerten bestimmt. • Axialgebläse: An einem Axialgebläse werden Strömungsmessungen durchgeführt, die Ergebnisse daraus werden in Form von Geschwindigkeitsdreiecken in die Charakteristik des Gebläses eingebunden. • Labyrinthdichtung: Die Studenten bestimmen an einer Labyrinthdichtung die besonderen Eigenschaften dieser Art von Wellenabdichtung. • 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 • 308708 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3 • 308707 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2 • 308706 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1 • 308703 Praktikumsversuch Axialgebläse		

- 308701 Praktikumsversuch Gasturbine
  - 308702 Praktikumsversuch Radialverdichter
  - 308704 Praktikumsversuch Labyrinthdichtung
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 30 Stunden
Selbststudium: 60 Stunden
Gesamt: 90 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

30871 Praktikum Thermische Turbomaschinen (USL), Schriftlich
oder Mündlich, Gewichtung: 1
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:	Po Wen Cheng		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I		
12. Lernziele:	• Die Studierenden erlangen Kenntnisse über die Grundlagen der Windenergie, insbesondere über die physikalischen und technischen Prinzipien bei modernen Windenergieanlagen. • Die Studierenden sind dabei in der Lage einfache physikalische Grundgleichungen und Zusammenhänge herzuleiten und ihre		

Bedeutung in Bezug auf die Nutzung von Windenergie zu verstehen sowie zu erklären.

- Ausgehend vom Verständnis der einzelnen Teildisziplinen (Aerodynamik, Strukturmechanik, Elektrotechnik etc.) können die Studierenden den Aufbau und die Funktionsweise des Gesamtsystems Windenergieanlage erläutern und auf ausgewählten Gebieten elementare Auslegungs- und Entwurfsberechnungen durchführen.
- Nach Abschluss der Lehrveranstaltung haben die Studierenden die wesentlichen Kompetenzen aufgebaut, die sie befähigen sich in Spezialgebiete im Bereich Windenergie (Komponentenauslegung, Modellierung und Simulation, Windparkplanung etc.) einzuarbeiten.

13. Inhalt:

- **Vorlesung**
Einleitung, Historie und Potenziale, Beschreibung und Charakterisierung des Windes, Ertragsberechnung, Windmessung, Aerodynamische Grundlagen: Impulstheorie, Tragflügeltheorie, Blattauslegung nach Betz und Schmitz, Kennlinien, Typologien, Modellgesetze und Ähnlichkeitsregeln, Strukturmechanik, Konstruktiver Aufbau, Elektrisches System, Betriebsführung und Regelungstechnik.
- **Übung und Versuch**
Es werden 8 Hörsaalübungen sowie ein Hochlaufversuch im Böenwindkanal angeboten.

14. Literatur:

- Vorlesungsskript des Lehrstuhls (PowerPoint-Folien)
- Übungsskript des Lehrstuhls (Aufgabensammlung mit Kurzlösungen)
- R. Gasch und J. Twele, Windkraftanlagen
- James F. Manwell, Jon G. McGowan und Anthony L. Rogers, Wind Energy Explained: Theory, Design and Application

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 124202 Übung Windenergienutzung I
- 124201 Vorlesung Windenergienutzung I

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

- Vorlesung:
Präsenzzeit 28 Stunden, Selbststudium 62 Stunden
- Übung:
Präsenzzeit 8 Stunden, Selbststudium 74 Stunden
- Windkanalversuch:
Präsenzzeit 3 Stunden, Versuchsauswertung 5 Stunden

Summe: 180 Stunden

17. Prüfungsnummer/n und -name:

12421 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
Das Versuchsprotokoll während des Semesters ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung. Die Prüfung umfasst einen Fragenteil (20min) und einen Rechenteil (70min).

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, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie		
12. Lernziele:	After attending the class the students should have the basic technical understanding for the planning and realization of a wind park and the necessary knowledge on the regulatory, economic and environmental issues related to the construction and operation of wind farms.		
13. Inhalt:	• Preliminary site assessment • Extreme wind distribution • Wake models for loads and park efficiency • Site specific load assessment		

	• Environmental impact (noise, shadow) • Onshore: foundation and logistics • Grid connection and integration • Reliability of wind turbines • Load monitoring of wind turbine components • Offshore wind energy
14. Literatur:	• PowerPoint slides available in ILIAS • classroom exercise material available in ILIAS • text book: R. Gasch, J. Tvele, Windkraftanlagen, Teubner • http://www.wind-energie.de/infocenter/technik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 291501 Vorlesung Windenergie II • 291502 Übung Windenergie II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of lecture attendance: 28 hours Self-study time for lectures: 62 hours Time of classroom exercise attendance : 16 hours Self-study time for exercises: 74 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29151 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks (PL), Schriftlich, 90 Min., 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, → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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). - Sie können numerisch und experimentell Belastungen an Windenergieanlagen ermitteln. - Sie können Lastrechnungen zur Auslegung der wichtigsten Komponenten und des Gesamtsystems anwenden. - Die Studierenden sind in der Lage, Simulationsprogramme am Beispiel einer typischen Multi-MW Windenergieanlage anzuwenden.		
13. Inhalt:	Entwurf von Windenergieanlagen - Auslegungsmethodik und Richtlinien - Windfeldmodellierung (Begriffe, Turbulenzmodellierung, Extremereignisse) - Dynamik des Gesamtsystems (Campbell-Diagramm, Simulation, Strukturmechanik, Modellierung, Messtechnik)		

- Blattentwurf mit Nachlaufdrall
- Blattelement-Impulstheorie (BEM-Algorithmus, empirische Korrekturen, dynamische Effekte, Schräganströmung)
- Hydrodynamische Belastungen
- Anlagenregelung und Betriebsführung
- Lastfälle und Nachweise nach IEC 61400-1 ed. 3 (Auslegungsprozess, Lastfälle und Nachweise)
- Messung von Belastungen und Leistung nach IEC 61400-12/-13 am Beispiel
- Betriebsfestigkeit (Nachweiskonzepte für WEA, Rainflow, Palmgren-Miner, schädigungs-äquivalente Lasten, Lastverweildauer)
- Software: Einführung in Benutzung der Programme und die Grundlagen aeroelastischer Berechnungen bzw. Mehrkörpersimulation
- Übung und Seminar
- Es werden Hörsaalübungen angeboten. Zusätzlich findet im wöchentlichen Wechsel zu den Übungen das Simulationsseminar statt. In diesem wird ein aktuelles Tool zur Auslegung von Windturbinen vorgestellt und unter Anleitung angewendet.

---

14. Literatur:	- Vorlesungsfolien im ILIAS - Übungsblätter im ILIAS - Windkraftanlagen (R. Gasch, J. Twele) - Wind Energy Explained: Theory, Design and Application (James F. Manwell, Jon G. McGowan, Anthony L. Rogers)

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308801 Vorlesung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I) • 308802 Übung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I) • 308803 Simulationsseminar

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	- Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Vorlesung: 24 Stunden - Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Vorlesung: 62 Stunden - Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Übung: 8 Stunden - Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Übung: 60 Stunden - Präsenzzeit Simulationsseminar: 9 Stunden - Selbststudium Simulationsseminar: 17 Stunden - Summe: 180 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:	30881 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1

---

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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie 060320013 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen		
12. Lernziele:	- Die Studierenden können in Teamarbeit ein Projekt entwickeln, das die Anforderungen eines praxisnahen Produktentwicklungsprozesses erfüllt. - Die Studierenden sind in der Lage einen industrienahen Entwicklungsprozess beispielhaft und in den wesentlichen Elementen umzusetzen. - Das theoretische Wissen das in den Modulen Windenergie 1 und Windenergie 3 erworben wurde, setzen die Studierenden in Teamarbeit praktisch um. Sie sind damit in der Lage ihre Entwurfsentscheidungen zu reflektieren und ingenieurwissenschaftlich zu untermauern.		
13. Inhalt:	Entwurf von Windenergieanlagen II		

- Teambildung, Ressourcenverteilung, Projektplanung
  - Marktdefinition und Festlegen von Standortbedingungen
  - Definition des Pflichtenhefts
  - Aerodynamische Rotorauslegung und Anlagenregelung
  - Konzeptionierung und Layout
  - Analyse der Wirtschaftlichkeit und Kostenmodellierung
  - Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
-

14. Literatur:

- Unterlagen zur Vorlesung
- Übung unter ILIAS
- Begleitbuch: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner, 6. Aufl.
- <http://www.wind-energie.de/infocenter/technik>

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen: • 308901 Vorlesung Entwurf von Windenergieanlagen II (WEA II)

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen II, Vorlesung: 20 Stunden
 Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen II , Vorlesung: 160 Stunden
 Summe: 180 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 30891 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt (PL), Sonstige, 120 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: PowerPoint, Tafelanschrieb, Gruppenarbeit

---

20. Angeboten von: Windenergie

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:	Po Wen Cheng		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik I		
12. Lernziele:	• Die Studierenden erlangen Kenntnisse über die Grundlagen der Windenergie, insbesondere über die physikalischen und technischen Prinzipien bei modernen Windenergieanlagen. • Die Studierenden sind dabei in der Lage einfache physikalische Grundgleichungen und Zusammenhänge herzuleiten und ihre		

Bedeutung in Bezug auf die Nutzung von Windenergie zu verstehen sowie zu erklären.

- Ausgehend vom Verständnis der einzelnen Teildisziplinen (Aerodynamik, Strukturmechanik, Elektrotechnik etc.) können die Studierenden den Aufbau und die Funktionsweise des Gesamtsystems Windenergieanlage erläutern und auf ausgewählten Gebieten elementare Auslegungs- und Entwurfsberechnungen durchführen.
- Nach Abschluss der Lehrveranstaltung haben die Studierenden die wesentlichen Kompetenzen aufgebaut, die sie befähigen sich in Spezialgebiete im Bereich Windenergie (Komponentenauslegung, Modellierung und Simulation, Windparkplanung etc.) einzuarbeiten.

13. Inhalt:

- **Vorlesung**
Einleitung, Historie und Potenziale, Beschreibung und Charakterisierung des Windes, Ertragsberechnung, Windmessung, Aerodynamische Grundlagen: Impulstheorie, Tragflügeltheorie, Blattauslegung nach Betz und Schmitz, Kennlinien, Typologien, Modellgesetze und Ähnlichkeitsregeln, Strukturmechanik, Konstruktiver Aufbau, Elektrisches System, Betriebsführung und Regelungstechnik.
- **Übung und Versuch**
Es werden 8 Hörsaalübungen sowie ein Hochlaufversuch im Böenwindkanal angeboten.

14. Literatur:

- Vorlesungsskript des Lehrstuhls (PowerPoint-Folien)
- Übungsskript des Lehrstuhls (Aufgabensammlung mit Kurzlösungen)
- R. Gasch und J. Twele, Windkraftanlagen
- James F. Manwell, Jon G. McGowan und Anthony L. Rogers, Wind Energy Explained: Theory, Design and Application

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 124202 Übung Windenergienutzung I
- 124201 Vorlesung Windenergienutzung I

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

- Vorlesung:
Präsenzzeit 28 Stunden, Selbststudium 62 Stunden
- Übung:
Präsenzzeit 8 Stunden, Selbststudium 74 Stunden
- Windkanalversuch:
Präsenzzeit 3 Stunden, Versuchsauswertung 5 Stunden

Summe: 180 Stunden

17. Prüfungsnummer/n und -name:

12421 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
Das Versuchsprotokoll während des Semesters ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung. Die Prüfung umfasst einen Fragenteil (20min) und einen Rechenteil (70min).

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:	Dr.-Ing. Michael Seidenfuß		
9. Dozenten:	Stefan Weihe Michael Seidenfuß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Einführung in die Festigkeitslehre • 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 • Festigkeitsberechnung • Konstruktionsprinzipien • Stabilitätsprobleme: Knicken und Beulen • Verbindungstechnik • Zuverlässigkeit • Recycling		
14. Literatur:	- Manuskript zur Vorlesung - Ergänzende Folien (online verfügbar) - Klein, B.: Leichtbau-Konstruktion, Vieweg Verlagsgesellschaft - Petersen, C.: Statik und Stabilität der Baukonstruktionen, Vieweg Verlagsgesellschaft		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 141502 Leichtbau Übung		

- 141501 Vorlesung Leichtbau

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h 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, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> 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, • Navier-Stokes-Gleichungen, • Turbulenzmodelle, • Finite Differenzen, Finite Volumen, Finite Elemente,		

	• Lineare Gleichungslöser, • Algorithmen zur Strömungsberechnungen, • CFD-Anwendungen.
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript "Numerische Strömungsmechanik"
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 176001 Vorlesung Numerische Strömungsmechanik • 176002 Übung Numerische Strömungsmechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h 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, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie		
12. Lernziele:	After attending the class the students should have the basic technical understanding for the planning and realization of a wind park and the necessary knowledge on the regulatory, economic and environmental issues related to the construction and operation of wind farms.		
13. Inhalt:	• Preliminary site assessment • Extreme wind distribution • Wake models for loads and park efficiency • Site specific load assessment		

- Environmental impact (noise, shadow)
  - Onshore: foundation and logistics
  - Grid connection and integration
  - Reliability of wind turbines
  - Load monitoring of wind turbine components
  - Offshore wind energy
-

14. Literatur:

- PowerPoint slides available in ILIAS
- classroom exercise material available in ILIAS
- text book: R. Gasch, J. Tvele, Windkraftanlagen, Teubner
- <http://www.wind-energie.de/infocenter/technik>

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 291501 Vorlesung Windenergie II
- 291502 Übung Windenergie II

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Time of lecture attendance: 28 hours
Self-study time for lectures: 62 hours
Time of classroom exercise attendance : 16 hours
Self-study time for exercises: 74 hours

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 29151 Windenergie 2 - Planung und Betrieb von Windparks (PL),
Schriftlich, 90 Min., 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 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Einführung in die Festigkeitslehre • Werkstoffkunde I + II		
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Spannungs- und Verformungszustandes von isotropen Werkstoffen. Sie sind in der Lage einen beliebigen mehrachsigen Spannungszustand mit Hilfe von Festigkeitshypothesen in Abhängigkeit vom Werkstoff und der Beanspruchungssituation zu bewerten. Sie		

können Festigkeitsnachweise für praxisrelevante Belastungen (statisch, schwingend, thermisch) durchführen. Die Grundlagen der Berechnung von Faserverbundwerkstoffen sind ihnen bekannt. Die Teilnehmer des Kurses sind in der Lage komplexe Bauteile auszulegen und sicherheitstechnisch zu bewerten.

---

13. Inhalt:	Spannungs- und Formänderungszustand Festigkeits-hypothesen bei statischer und schwingender Beanspruchung Werkstoffverhalten bei unterschiedlichen Beanspruchungsarten Sicherheitsnachweise Festigkeitsberechnung bei statischer Beanspruchung Festigkeitsberechnung bei schwingender Beanspruchung Berechnung von Druckbehältern Festigkeitsberechnung bei thermischer Beanspruchung Bruchmechanik Festigkeitsberechnung bei von Faserverbundwerkstoffen
14. Literatur:	- Manuskript zur Vorlesung - Ergänzende Folien (online verfügbar) - Issler, Ruoff, Häfele: Festigkeitslehre Grundlagen, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 303901 Vorlesung Festigkeitslehre I • 303902 Übung Festigkeitslehre I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium: 138 h 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, → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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). - Sie können numerisch und experimentell Belastungen an Windenergieanlagen ermitteln. - Sie können Lastrechnungen zur Auslegung der wichtigsten Komponenten und des Gesamtsystems anwenden. - Die Studierenden sind in der Lage, Simulationsprogramme am Beispiel einer typischen Multi-MW Windenergieanlage anzuwenden.		
13. Inhalt:	Entwurf von Windenergieanlagen - Auslegungsmethodik und Richtlinien - Windfeldmodellierung (Begriffe, Turbulenzmodellierung, Extremereignisse) - Dynamik des Gesamtsystems (Campbell-Diagramm, Simulation, Strukturmechanik, Modellierung, Messtechnik)		

- Blattentwurf mit Nachlaufdrall
- Blattelement-Impulstheorie (BEM-Algorithmus, empirische Korrekturen, dynamische Effekte, Schräganströmung)
- Hydrodynamische Belastungen
- Anlagenregelung und Betriebsführung
- Lastfälle und Nachweise nach IEC 61400-1 ed. 3 (Auslegungsprozess, Lastfälle und Nachweise)
- Messung von Belastungen und Leistung nach IEC 61400-12/-13 am Beispiel
- Betriebsfestigkeit (Nachweiskonzepte für WEA, Rainflow, Palmgren-Miner, schädigungs-äquivalente Lasten, Lastverweildauer)
- Software: Einführung in Benutzung der Programme und die Grundlagen aeroelastischer Berechnungen bzw. Mehrkörpersimulation
- Übung und Seminar
- Es werden Hörsaalübungen angeboten. Zusätzlich findet im wöchentlichen Wechsel zu den Übungen das Simulationsseminar statt. In diesem wird ein aktuelles Tool zur Auslegung von Windturbinen vorgestellt und unter Anleitung angewendet.

---

14. Literatur:	- Vorlesungsfolien im ILIAS - Übungsblätter im ILIAS - Windkraftanlagen (R. Gasch, J. Twele) - Wind Energy Explained: Theory, Design and Application (James F. Manwell, Jon G. McGowan, Anthony L. Rogers)

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308801 Vorlesung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I) • 308802 Übung Entwurf von Windenergieanlagen I (WEA I) • 308803 Simulationsseminar

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	- Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Vorlesung: 24 Stunden - Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Vorlesung: 62 Stunden - Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen I, Übung: 8 Stunden - Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen I , Übung: 60 Stunden - Präsenzzeit Simulationsseminar: 9 Stunden - Selbststudium Simulationsseminar: 17 Stunden - Summe: 180 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:	30881 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1

---

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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060320011 Windenergie 1 - Grundlagen Windenergie 060320013 Windenergie 3 - Entwurf von Windenergieanlagen		
12. Lernziele:	- Die Studierenden können in Teamarbeit ein Projekt entwickeln, das die Anforderungen eines praxisnahen Produktentwicklungsprozesses erfüllt. - Die Studierenden sind in der Lage einen industrienahen Entwicklungsprozess beispielhaft und in den wesentlichen Elementen umzusetzen. - Das theoretische Wissen das in den Modulen Windenergie 1 und Windenergie 3 erworben wurde, setzen die Studierenden in Teamarbeit praktisch um. Sie sind damit in der Lage ihre Entwurfsentscheidungen zu reflektieren und ingenieurwissenschaftlich zu untermauern.		
13. Inhalt:	Entwurf von Windenergieanlagen II		

	- Teambildung, Ressourcenverteilung, Projektplanung - Marktdefinition und Festlegen von Standortbedingungen - Definition des Pflichtenhefts - Aerodynamische Rotorauslegung und Anlagenregelung - Konzeptionierung und Layout - Analyse der Wirtschaftlichkeit und Kostenmodellierung - Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
14. Literatur:	- Unterlagen zur Vorlesung - Übung unter ILIAS - Begleitbuch: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner, 6. Aufl. - http://www.wind-energie.de/infocenter/technik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308901 Vorlesung Entwurf von Windenergieanlagen II (WEA II)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit Entwurf von Windenergieanlagen II, Vorlesung: 20 Stunden Selbststudium Entwurf von Windenergieanlagen II , Vorlesung: 160 Stunden Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30891 Windenergie 4 - Windenergie-Projekt (PL), Sonstige, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Gruppenarbeit
20. Angeboten von:	Windenergie

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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre		
12. Lernziele:	Der Studierende • verfügt über vertiefte Kenntnisse und Verständnis der Grundgleichungen von Struktur- und Fluidodynamik • beherrscht die Grundlagen der verschiedenen Diskretisierungstechniken • kennt die geeigneten Lösungsverfahren der numerischen Mathematik für die diskretisierten Gleichungen • erkennt die möglichen Einsatzbereiche der verschiedenen numerischen Verfahren und die Grenzen unterschiedlicher Modellbildungen • ist in der Lage, den unterschiedlichen Rechenaufwand bei verschiedenen Modellierungen und Lösungsverfahren zu begründen • verfügt über Grundkenntnisse moderner Rechentechnik		
13. Inhalt:	- 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
- Anwendungen

---

14. Literatur:	• Mayer, J.F., Numerische Methoden in Fluid- und Strukturmechanik, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart, 27. Aufl., 2016 • Eppler, R. Strömungsmechanik, Akad. Verlagsgesellschaft 1975 • Bernard, P. S., Fluid Dynamics, Cambridge University Press 2015 • Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 1: The Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 2nd ed., Butterworth-Heinemann 2007 • Hirsch, C., Numerical Computation of Internal and External Flows, Vol. 2: Computational Methods for Inviscid and Viscous Flows, Wiley 1997 • Casey, M., Wintergerste, T., Best Practice Guidelines, ERCOFTAC Special Interest Group on Quality and Trust in Industrial CFD, 2000 • Cummings, R. M. et al., Applied Computational Aerodynamics, Cambridge University Press 2015 • Zienkiewicz, O. C. et al., The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Elsevier 2013 • Bathe, K. J., Finite-Elemente-Methoden, Springer 2002
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308401 Vorlesung + 2 Übungen + 1 Präsentation Numerische Methoden in Fluid- und Strukturmechanik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Gesamt: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30841 Numerische Methoden in Fluid- und Strukturmechanik (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 Jürgen Mayer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermische Turbomaschinen --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 • verfügt über vertiefte Kenntnisse über die Grundlagen und die Anwendung von Messverfahren, die an Turbomaschinen zum Einsatz kommen • ist in der Lage, für unterschiedlichste Messaufgaben die geeigneten Werkzeuge auszuwählen und anzuwenden. • beherrscht den Umgang mit Verfahren zur Auswertung und Analyse der Messdaten • besitzt die Fähigkeit, die Ergebnisse in Hinblick auf Plausibilität und Aussage zu bewerten		
13. Inhalt:	- Grundlagen der Strömungsmesstechnik - Messverfahren zur Strömungsmessung - Einführung in die Schwingungsproblematik in Turbomaschinen - Schwingungsmessverfahren		

- Auswertung und Analyse dynamischer Signale
  - Ergänzende Messverfahren
  - Prüfstandstechnik
-

14. Literatur:

- Schatz, M., Eyb, G., Mayer, J.F., Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart
  - Casey, M., Grundlagen der Thermischen Strömungsmaschinen, Vorlesungsmanuskript, ITSM Univ. Stuttgart
  - Nitsche W., Brunn, A., Strömungsmesstechnik, Springer 2006
  - Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, 2007
  - Wittenburg, J., Schwingungslehre, Springer 1996
  - Karrenberg, U., Signale - Prozesse - Systeme, Springer 2005
-

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 308601 Vorlesung Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen
  - 308602 Praktikum Strömungs- und Schwingungsmesstechnik für Turbomaschinen
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 Stunden
Selbststudium: 69 Stunden
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:	Dr.-Ing. Michael Seidenfuß		
9. Dozenten:	Ludwig Stumpfrock Michael Seidenfuß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Linearelastische Bruchmechanik Elastisch-plastische Bruchmechanik Zyklisches Risswachstum Kennwertermittlung Normung und Regelwerke Anwendung auf Bauteile 2. Bauteilanalyse bei zyklischer Belastung 3. Bauteilanalyse mit Finite Elemente Simulationen		
14. Literatur:	- Manuskript zur Vorlesung -Roos, E.: Grundlagen und notwendige Voraussetzungen zur Anwendung der Reißwiderstandskurve 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 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, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 - Aerodynamische Grundlagen - Generatorkonzepte - Netzurückwirkungen - Betrieb von Netzen mit hohem Windenergieanteil - Einfluss der Windenergie auf die Netzstabilität - Fallbeispiele		
14. Literatur:	• Hau, Windkraftanlagen - Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, 4. Aufl., 2008		

- Heier, Windkraftanlagen - Systemauslegung, Integration und Regelung, 4. Aufl., 2005
- Hormann/Just/Schlabbach, Netzurückwirkungen, 3. Aufl., 2008
- Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004
- V. Crastan, Elektrische Energieversorgung II, 2 Aufl., 2008

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 370101 Vorlesung Netzintegration von Windenergie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden 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, → Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester → Windenergie --> Spezialisierungsfächer		
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: Leistungskurvenvermessung nach Norm IEC 61400-12 Fernerkundungsverfahren Statischer Rotorblatttest Dynamischer Rotorblatttest Versuchsbeispiel: Bestimmung der Leistungskurve nach IEC 61400-12 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". Weitere Kenngrößen die es zu bestimmen gilt, sind der Leistungsbeiwert und die jährliche Energieproduktion. 4 weitere Versuche sind aus dem Angebot des Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) zu absolvieren:		
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Begleitbuch: R. Gasch, J. Twele, Windkraftanlagen, Teubner http://www.wind-energie.de/de/technik/		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 563003 Spezialisierungsfachversuch 3 • 563004 Spezialisierungsfachversuch 4 • 563005 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1 • 563006 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2		

- 563007 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3
  - 563008 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4
  - 563001 Spezialisierungsfachversuch 1
  - 563002 Spezialisierungsfachversuch 2
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 30 Stunden
Selbststudium: 60 Stunden
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	Thermofluidodynamik
	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 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Studierende... • ...kennen die wichtigsten potentialverbindenden und potentialtrennenden Schaltungen der Leistungselektronik mit abschaltbaren Ventilen und die zugehörigen Modulationsverfahren. • ...können diese Anordnungen mathematisch beschreiben und Aufgabenstellungen lösen. • ...kennen die grundlegenden Prinzipien der Meßverfahren für Mischströme.		
13. Inhalt:	• Abschaltbare Leistungshalbleiter • Schaltungstopologien potentialverbindender Stellglieder • Schaltungstopologien potentialtrennender Gleichstromsteller • Modulationsverfahren • Strommeßtechnik in der Leistungselektronik		
14. Literatur:	• Heumann, K.: Grundlagen der Leistungselektronik, B. G. Teubner, Stuttgart, 1989 • Mohan, Ned: Power Electronics, John Wiley und Sons, Inc., 2003		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 115501 Vorlesung Leistungselektronik I • 115502 Übung Leistungselektronik I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h Gesamt: 180 h		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 11551 Leistungselektronik I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1

---

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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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) • Antriebstechnische Zusammenhänge • Verluste in elektrischen Maschinen • Berechnung von magnetischen Luftspaltfeldern von einfachen Wickelschemata in Drehfeldmaschinen • Behandelte Maschinentypen:		
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 • Müller, Gernar: Grundlagen elektrischer Maschinen, ISBN-10: 3527405240, ISBN-13: 978-3527405244 • Kleinrath, Hans: Grundlagen Elektrischer Maschinen, Akad. Verlagsgesellschaft, Wien, 1975 • Seinsch, H. O.: Grundlagen elektrischer Maschinen und Antriebe, B.G. Teubner, Stuttgart, 1988 • Bödefeld/Sequenz: Elektrische Maschinen, Springer, Wien, 1962 • Richter, Rudolf: Elektrische Maschinen, Verlag von Julius Springer, Berlin, 1936		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 115801 Vorlesung Elektrische Maschinen I • 115802 Übung Elektrische Maschinen I		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 124 h 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 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Studierende... • ...kennen die wichtigsten potentialverbindenden und potentialtrennenden Schaltungen der Leistungselektronik mit abschaltbaren Ventilen und die zugehörigen Modulationsverfahren. • ...können diese Anordnungen mathematisch beschreiben und Aufgabenstellungen lösen. • ...kennen die grundlegenden Prinzipien der Meßverfahren für Mischströme.		
13. Inhalt:	• Abschaltbare Leistungshalbleiter • Schaltungstopologien potentialverbindender Stellglieder • Schaltungstopologien potentialtrennender Gleichstromsteller • Modulationsverfahren • Strommeßtechnik in der Leistungselektronik		
14. Literatur:	• Heumann, K.: Grundlagen der Leistungselektronik, B. G. Teubner, Stuttgart, 1989 • Mohan, Ned: Power Electronics, John Wiley und Sons, Inc., 2003		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 115501 Vorlesung Leistungselektronik I • 115502 Übung Leistungselektronik I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h Gesamt: 180 h		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 11551 Leistungselektronik I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1

---

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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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) • Antriebstechnische Zusammenhänge • Verluste in elektrischen Maschinen • Berechnung von magnetischen Luftspaltfeldern von einfachen Wickelschemata in Drehfeldmaschinen • Behandelte Maschinentypen:		
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 • Müller, Gernar: Grundlagen elektrischer Maschinen, ISBN-10: 3527405240, ISBN-13: 978-3527405244 • Kleinrath, Hans: Grundlagen Elektrischer Maschinen, Akad. Verlagsgesellschaft, Wien, 1975 • Seinsch, H. O.: Grundlagen elektrischer Maschinen und Antriebe, B.G. Teubner, Stuttgart, 1988 • Bödefeld/Sequenz: Elektrische Maschinen, Springer, Wien, 1962 • Richter, Rudolf: Elektrische Maschinen, Verlag von Julius Springer, Berlin, 1936		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 115801 Vorlesung Elektrische Maschinen I • 115802 Übung Elektrische Maschinen I		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 124 h 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 Daniel Schneider		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 • Begriffsbestimmungen • EMV-Umgebung • Allgemeine Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV • Aktive Schutzmaßnahmen • Nachweis der EMV (Messverfahren, Messumgebung) • Einwirkung elektromagnetischer Felder auf biologische Systeme • EMV im Automobilbereich		
14. Literatur:	• Schwab, Adolf J.: Elektromagnetische Verträglichkeit Springer Verlag, 1996 • Habiger, Ernst: Elektromagnetische Verträglichkeit Hüthig Verlag, 3. Aufl., 1998 • Gonschorek, K.-H.: EMV für Geräteentwickler und Systemintegratoren Springer Verlag, 2005 • Kohling, A.: EMV von Gebäuden, Anlagen und Geräten VDE-Verlag, Dezember 1998 • Wiesinger, J. u.a.: EMV-Blitzschutz von elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen VDE-Verlag, Oktober 2004 • Goedbloed, Jasper: EMV. Elektromagnetische Verträglichkeit. Analyse und Behebung von Störproblemen Pflaum Verlag 1997		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 117401 Vorlesung Elektromagnetische Verträglichkeit • 117402 Übung Elektromagnetische Verträglichkeit		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 124 h 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Grundlagen der Elektrotechnik • Elektrische Energietechnik • Elektrische Maschinen I		
12. Lernziele:	Studierende vertiefen ihre Kenntnisse über die elektrisch erregte und permanentmagnetisch erregte Synchronmaschine und Asynchronmaschine. Sie lernen das dynamische Verhalten dieser Maschinen kennen. Es werden auch Grundkenntnisse über den Aufbau und die Funktionsweise von Reluktanzmaschinen erworben.		
13. Inhalt:	• Drehfeld: Raumzeigertheorie, Stator- und Rotorfestes Koordinatensystem • Asynchronmaschine: vollständiges dynamisches Ersatzschaltbild, Rotorflussorientiertes Modell • Synchronmaschine: Vollständiges dynamisches Ersatzschaltbild, Rotorflussorientiertes Modell • Reluktanzmaschine: Aufbau und Funktion, mathematische Zusammenhänge, 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 • Müller, Germar: Grundlagen elektrischer Maschinen, ISBN-10: 3527405240, ISBN-13: 978-3527405244 • Kleinrath, Hans: Grundlagen Elektrischer Maschinen, Akad. Verlagsgesellschaft, Wien, 1975 • Seinsch, H. O.: Grundlagen elektrischer Maschinen und Antriebe, B.G. Teubner, Stuttgart, 1988 • Bödefeld/Sequenz: Elektrische Maschinen, Springer, Wien, 1962 • Richter, Rudolf: Elektrische Maschinen, Verlag von Julius Springer, Berlin, 1936		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 216901 Vorlesung Elektrische Maschinen II • 216902 Übung Elektrische Maschinen II		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 Stunden
Selbststudium: 138 Stunden
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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Kenntnisse vergleichbar Leistungselektronik I • Kenntnisse vergleichbar Elektrische Energietechnik II		
12. Lernziele:	Studierende... ...kennen die wichtigsten Schaltungen und die Betriebsweisen fremdgeführter Stromrichter und Resonanzkonverter. ...können diese Anordnungen mathematisch beschreiben und Aufgabenstellungen lösen. ...kennen die wichtigsten Schaltungen und die Betriebsweisen von Stromrichtern in Anwendungen zur Nutzung erneuerbarer Energien. ...können diese Anordnungen mathematisch beschreiben und Aufgabenstellungen lösen.		
13. Inhalt:	1) Übersicht 2) Fremdgeführte Stromrichter 3) Resonant schaltentlastete Wandler (Resonanzkonverter) 4) Anwendungen für erneuerbare Energien		
14. Literatur:	• Heumann, K.: Grundlagen der Leistungselektronik B. G. Teubner, Stuttgart, 1989 • Mohan, Ned: Power Electronics John Wiley & Sons Inc., 2003		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 217102 Übung Leistungselektronik II • 217101 Vorlesung Leistungselektronik II		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Frontalvorlesung		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	21711 Leistungselektronik II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsleistung (PL), Schriftlich, 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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: • Elektrochemischen Speichern: Primärzellen (Alkali-Mangan,...), Sekundärzellen wie Blei-Akkumulator, Nickel-basierte Systeme, Redox-Flow-Zellen, Lithium-Ionen, Post Lithium-Ionen Zellen, Brennstoffzellen, Elektrolyse • Elektrischen Speichern (Spule, supraleitende Spule, Kondensator, Doppelschichtkondensator) • Elektromechanischen Speichern (Schwungrad, Gas, Wasser) Charakterisierung der Speicher anhand charakteristischer Größen wie: • Energieinhalt • Leistung (dynamisch/stationär) • Kosten • Betriebssicherheit Überblick über die wichtigsten Messverfahren 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 • 411701 Vorlesung Speicher für Elektrische Energie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: ca. 124 h 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → 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 • Wichtige Messverfahren • Diskussion elektrischer Speichertechniken insbesondere in Bezug auf ihre Eignung zur nachhaltigen elektrischen Energieversorgung • 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 VL2: Ausgewählte Aspekte der Elektrochemie für elektrische Energiespeicherung VL3: Elektrochemie in der praktischen Anwendung VL4: Ladungstransport in Feststoffen und Flüssigkeiten, Festkörperbatterien (nächste Generation) VL5: Messverfahren und Überwachung I (Zellebene) VL6: Messverfahren und Überwachung II (Batterieebene) VL7: Brennstoffzellen VL8: Wasserstoffelektrolyse, moderne Verfahren der Wasserstoffspeicherung und -verteilung VL9: Photokatalytische Reaktoren VL10: Power to X		

VL11: Stationäre Energiespeicher (MWh-Bereich) auf der Basis von Batterien
VL12: Elektrische Energiespeicher in Inselösungen und Smart Grids
VL13: Alternative Speichertechniken für elektrische Energie
VL14: Zukünftige Speichertechniken für elektrische Energie
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 • 417502 Übung Speicher für Elektrische Energie II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 60 h Selbststudium: ca. 120 h 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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse zur elektromagnetischen Verträglichkeit 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 - EMV-Analyse und -Design für komplexe Systeme - EMV-Integration - EMV-Messtechnik/-Prüfverfahren in der Automobiltechnik - EMV-Simulation 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 - Habiger, Ernst: Elektromagnetische Verträglichkeit, Hüthig Verlag, 3. Aufl., 1998 - Gonschorek, K.-H.: EMV für Geräteentwickler und Systemintegratoren, Springer Verlag, 2005 - Kohling, A.: EMV von Gebäuden, Anlagen und Geräten, VDE-Verlag, Dezember 1998 - 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 Selbststudium: 62 Stunden 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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → 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 - haben die Studierenden Anwendungen und Besonderheiten von Industriegetrieben kennen gelernt, - können die Studierenden die in Konstruktionslehre erworbenen Grundlagen vertiefen und gezielt einsetzen. Erworbene Kompetenzen : Die Studierenden - können Industriegetriebe einordnen, - können im Industriegetriebebau übliche Werkstoffe und Maschinenelemente benennen und auswählen, - können Verzahnungen für industrielle Anwendungen geometrisch und hinsichtlich Tragfähigkeit auslegen, - können die Ansätze zur Systematik der Übersetzungs- und Drehmomentgerüste zur Baukastengetriebekonzeption nutzen, - 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 - Schlecht, B.: Maschinenelemente 2. 1. Auflage, Pearson Studium München, 2010 - 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 Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30941 Industriegetriebe (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 bei weniger als 10 Kandidaten: 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
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) VL2: Bordnetz, Micro-Hybrid VL3: Mild-Hybrid, Full-Hybrid VL4: Plug-in-Hybrid VL5: Range Extender VL6: BEV (Battery Electric Vehicle) VL7: FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) VL8: Batterie-Management-Systeme für mobile Anwendungen (elektrisch) VL9: Batterie-Management-Systeme für mobile Anwendungen (thermisch) VL10: Ladetechnik und -infrastruktur (moderne Ladetechniken) VL11: Haustechnik, Werkzeuge, Geräte VL12: Zwei- und dreirädrige Fortbewegungsmittel (Squads, Caddies, Roller, Motorräder,...) VL13: Schienenfahrzeuge VL14: Boote, Schiffe 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 Selbststudium: 60 Stunden 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, → Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → 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 Beispiele: • 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. • 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.

- 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. Heumann, K.: Grundlagen der Leistungselektronik, B.G. Teubner, Stuttgart, 1989 Praktikums-Unterlagen

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 309601 Spezialisierungsfachversuch 1 • 309606 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau 2 • 309608 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau 4 • 309607 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau 3 • 309604 Spezialisierungsfachversuch 4 • 309603 Spezialisierungsfachversuch 3 • 309602 Spezialisierungsfachversuch 2 • 309605 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau 1

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudiumszeit/Nacharbeitszeit: 60 Stunden 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 Günter Baumbach Ulrich Vogt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit		
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. 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

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: • Lehrbuch "Luftreinhaltung" (Günter Baumbach, Springer Verlag) • Aktuelles zum Thema aus Internet (z.B. UBA, LUBW) Luftreinhaltung II: • Online verfügbares Skript zur Vorlesung
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 113501 Vorlesung Luftreinhaltung I • 113502 Vorlesung mit Übung Air Quality Management (Luftreinhaltung II)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 66 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 114 h 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 Andreas Kronenburg		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → 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 Energieumwandlungen quantitativ ermitteln zu können und Maßnahmen zur Minderung der Umwelteinwirkungen identifizieren und bewerten zu können.		
13. Inhalt:	Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe: • Die chemischen und physikalischen Grundlagen der Verbrennung • Verbrennung von höheren Kohlenwasserstoffen • Laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen: - Flammenstruktur und -geschwindigkeit - Erhaltungsgleichungen für Masse, Energie und Geschwindigkeit		

- Turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:
  - Gleichungssysteme
  - Modellierungsstrategien
- Entstehung von Schadstoffen

Energie und Umwelt:

a) Umwelteinwirkungen durch Energieumwandlung im Normalbetrieb und bei Unfällen, insbesondere Betrachtung der Kategorien:

- Luftschadstoffbelastung:
- Feinstaub, SO₂, NO_x, 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 Möller, D. 2003: Luft - Chemie, Physik, Biologie, Reinhaltung, Recht, Berlin: de Gruyter Roth, E. 1994: Mensch, Umwelt und Energie : die zukünftigen Erfordernisse und Möglichkeiten der Energieversorgung, Düsseldorf: etv 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 • 113802 Vorlesung mit Übung Energie und Umwelt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56h Selbststudium / Nacharbeitszeit: 124 h 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 → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → 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 1) Grundlagen zur Energieumwandlung: Einheiten, energetische Eigenschaften, verschiedene Formen von Energie, Transport und Speicherung von Energie, Energiebilanzen verschiedener Systeme 2) Energiebedarf: Statistik, Reserven und Ressourcen, Primärenergieversorgung und Endenergieverbrauch 3) Primärenergieträger: Charakterisierung, Verarbeitung und Verwendung		

- 4) Bereitstellungstechnologien für Wärme, Strom und Kraftstoffe
  - 5) Transport und Speicherung von Energie in unterschiedlichen Formen
  - 6) Energieintensive industrielle Prozesse: Stahlerzeugung, Zementherstellung, Ammoniakherstellung, Papierindustrie
  - 7) Techniken zur Begrenzung der Umweltbeeinflussungen
  - 8) Treibhausgasemissionen
  - 9) Rahmenbedingungen: Emissionsbegrenzung, Klimaschutz, Förderung erneuerbarer Energien
-

14. Literatur: - Vorlesungsmanuskript
- Unterlagen zu den Übungen

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen: • 139401 Vorlesung und Übung Energie- und Umwelttechnik

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h
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
• 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, → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules		

- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
→ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester
→ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester
→ 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 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: • Lecture notes "Combustion and Firing Systems • Skript • Notes for practical work II: • Lecture notes Flue gas cleaning • Skript • Notes for practical work
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 154402 Firing Systems and Flue Gas Cleaning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h V Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h 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 Günter Baumbach Ulrich Vogt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit		
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. 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

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: • Lehrbuch "Luftreinhaltung" (Günter Baumbach, Springer Verlag) • Aktuelles zum Thema aus Internet (z.B. UBA, LUBW) Luftreinhaltung II: • Online verfügbares Skript zur Vorlesung
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 113501 Vorlesung Luftreinhaltung I • 113502 Vorlesung mit Übung Air Quality Management (Luftreinhaltung II)
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 66 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 114 h 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 Andreas Kronenburg		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → 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 Energieumwandlungen quantitativ ermitteln zu können und Maßnahmen zur Minderung der Umwelteinwirkungen identifizieren und bewerten zu können.		
13. Inhalt:	Verbrennung und Verbrennungsschadstoffe: • Die chemischen und physikalischen Grundlagen der Verbrennung • Verbrennung von höheren Kohlenwasserstoffen • Laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen: - Flammenstruktur und -geschwindigkeit - Erhaltungsgleichungen für Masse, Energie und Geschwindigkeit		

- Turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen:
  - Gleichungssysteme
  - Modellierungsstrategien
- Entstehung von Schadstoffen

Energie und Umwelt:

a) Umwelteinwirkungen durch Energieumwandlung im Normalbetrieb und bei Unfällen, insbesondere Betrachtung der Kategorien:

- Luftschadstoffbelastung:
- Feinstaub, SO₂, NO_x, 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 Möller, D. 2003: Luft - Chemie, Physik, Biologie, Reinhaltung, Recht, Berlin: de Gruyter Roth, E. 1994: Mensch, Umwelt und Energie : die zukünftigen Erfordernisse und Möglichkeiten der Energieversorgung, Düsseldorf: etv 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 • 113802 Vorlesung mit Übung Energie und Umwelt
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56h Selbststudium / Nacharbeitszeit: 124 h 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 → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → 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 1) Grundlagen zur Energieumwandlung: Einheiten, energetische Eigenschaften, verschiedene Formen von Energie, Transport und Speicherung von Energie, Energiebilanzen verschiedener Systeme 2) Energiebedarf: Statistik, Reserven und Ressourcen, Primärenergieversorgung und Endenergieverbrauch 3) Primärenergieträger: Charakterisierung, Verarbeitung und Verwendung		

- 4) Bereitstellungstechnologien für Wärme, Strom und Kraftstoffe
  - 5) Transport und Speicherung von Energie in unterschiedlichen Formen
  - 6) Energieintensive industrielle Prozesse: Stahlerzeugung, Zementherstellung, Ammoniakherstellung, Papierindustrie
  - 7) Techniken zur Begrenzung der Umweltbeeinflussungen
  - 8) Treibhausgasemissionen
  - 9) Rahmenbedingungen: Emissionsbegrenzung, Klimaschutz, Förderung erneuerbarer Energien
-

14. Literatur: - Vorlesungsmanuskript
- Unterlagen zu den Übungen

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen: • 139401 Vorlesung und Übung Energie- und Umwelttechnik

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 56 h
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h
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
• Tafelanschrieb
• 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 → Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester → Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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): • Erhaltungsgleichungen, Thermodynamik, molekularer Transport, chemische Reaktion, Reaktionsmechanismen, laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen. • Gestreckte Flammenstrukturen, Zündprozesse, Flammenstabilität, turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Verbrennung, Schadstoffbildung, Spray-Verbrennung An equivalent course is taught in English: Combustion Fundamentals I und II (summer term only, taught in English): • Transport equations, thermodynamics, fluid properties, chemical reactions, reaction mechanisms, laminar premixed and non-premixed combustion. • Effects of stretch, strain and curvature on flame characteristics, ignition, stability, turbulent reacting flows, pollutants and their formation, spray combustion
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript • Warnatz, Maas, Dibble, Verbrennung, Springer-Verlag • Warnatz, Maas, Dibble, Combustion, Springer • Turns, An Introduction to Combustion, Mc Graw Hill
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 140902 Übung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II • 140901 Vorlesung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 70 h (4SWS Vorlesung, 1SWS Übung) Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 110 h 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 • PPT-Präsentationen • 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 Ulrich Vogt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt -- > Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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): Measurement tasks: • Discontinuous and continuous measurement techniques, different requirements for emission and ambient air measurements Measurement principles for gases: • IR- and UV Photometer, Colorimetry, UV fluorescence, Chemiluminescence, Flame Ionisation, Potentiometry Measurement principle for Particulate Matter (PM): • Gravimetry, Optical methods, Particle size distribution, PM deposition, PM composition • Assessment of measured values • data storage and processing • graphical presentation of data II: Measurement of Air Pollutants Part II, 1 SWS (Reiser): • Gas Chromatography, Olfactometry III: Planning of measurements (Vogt): Introducing lecture (0,5 SWS), office hours, project work and presentation Content: • Definition and description of the measurement task • Measurement strategy • Site of measurements, measurement period and measurement times		

	• Parameters to be measured • Measurement techniques, calibration and uncertainties • Evaluation of measurements • Quality control and quality assurance • Documentation and report • Personal and instrumental equipment
14. Literatur:	• Text book "Air Quality Control" (Günter Baumbach, Springer Verlag), • 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 • 154303 Seminar Planung von Messungen / Planning • 154301 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Present time: 39 h (= 35 h Lecture + 4 h Presentation) Self study time (inkl. Project work): 141 h Total: 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	15431 Measurement of Air Pollutants Part I + II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 I, II: Measurement of Air Pollutants Part I + II, PL written 60 min., weight 0,5 III: Planning of measurements (project work and presentation), weight 0,5 Projekt work: 0,5 presentation, 0,5 project report 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, → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core Modules --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules		

- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester
→ Core/Elective Modules (6 CP) --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
→ Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
→ Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester
→ Kernfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester
→ 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 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: • Lecture notes "Combustion and Firing Systems • Skript • Notes for practical work II: • Lecture notes Flue gas cleaning • Skript • Notes for practical work
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 154402 Firing Systems and Flue Gas Cleaning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h V Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h 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

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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz sowie dazu erforderlichen Anlagen kennen gelernt und die zugehörigen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen erworben. Erworbene Kompetenzen: Die Studenten sind mit den Methoden zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz vertraut, können für die jeweiligen Anforderungen die technischen Lösungen konzipieren, können die notwendigen Anlagen auslegen		
13. Inhalt:	Arten, Ausbreitung und Grenzwerte von Luftfremdstoffen Bewertung der Schadstofffassung Luftströmung an Erfassungseinrichtungen Luftführung, Luftdurchlässe Auslegung nach Wärme- und Stofflasten Bewertung der Luftführung 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 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 Raumluftechnik

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 Jörg Starflinger	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 - die verschiedenen Arten ionisierender Strahlung benennen und nach ihren Eigenschaften bewerten. - die Erzeugung verschiedener Arten ionisierender Strahlung erläutern und daraus die Eigenschaften der Strahlung ableiten. - eine Eigenschaften von Nukliden anhand von grundlegenden physikalischen Zusammenhängen erklären und weitergehende Informationen aus Nachschlagewerken extrahieren. - Messprinzipien von Strahlenmessgeräten verstehen und Messgeräte auf ihre Tauglichkeit für verschiedene Anwendungen beurteilen. - die relevanten Größen und Einheiten zu Radioaktivität, ionisierender Strahlung und Strahlenexposition benennen und bewerten. - Quellen und Dosisleistungen natürlicher und zivilisatorischer Strahlenexposition benennen. - die gesetzlichen Regelwerke zum Strahlenschutz benennen und zuordnen, welche Regelungen wo stehen. - die Ausbreitungswege von natürlicher sowie in Unfällen ausgetretener Radioaktivität erläutern. - die konkreten Auswirkungen und Symptome von Strahlenexpositionen benennen, in verschiedene		

Schädigungskategorien einordnen sowie Dosis-Wirkbeziehungen benutzen.

- Wirkmechanismen von ionisierender Strahlung am Menschen benennen und die resultierenden Strahlenschäden bewerten.

---

13. Inhalt: Physikalische Grundlagen zu ionisierender Strahlung
Strahlenmesstechnik
Gesetzliche Grundlagen zu Strahlenschutz
Natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung
Ausbreitung radioaktiver Stoffe in die Umwelt
Radiologische Auswirkung von Emissionen
Biologische Strahlenwirkung

---

14. Literatur:

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen: • 307101 Vorlesung Strahlenschutz

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 21 h
Selbststudiumzeit: 69 h
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 Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → 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 II Office hours: Individual discussion of the subject in office hours (2 - 3 visits) III Excursion: Examples: Cement factory, foundary, steal factory, refinery, pulp and paper production, chipboard factory, lacquering plant, glas melting plant VI Project work with presentation: Working out of possibilities of emissions reduction measures for a special case of industrial processes: • Description of the selected industrial process • Description of the emissions sources and pollutant formation within this process • 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 • Wayne T. Davis: Air Pollution Engineering Manual, Air und Waste Management Association 2nd edition, 2000		

	• 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) Self study: 71 h (project work) Sum: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30991 Emissions reduction at selected industrial processes (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 Seminar presentation of the project work: 8 minutes, weight: 0,5 Report of the project work in Emissions reduction, weight: 0,5 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 • Power Point presentation fo the project works • Written report • 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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 plant 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.

I: Thermal Waste Treatment:

Legal and statistical aspects of thermal waste treatment
 Development and state of the art of the different technologies for thermal waste treatment
 Firing system for thermal waste treatment
 Technologies for flue gas treatment and observation of emission limits
 Flue gas cleaning systems
 Calculations of waste combustion
 Calculations for thermal waste treatment
 Calculations for design of a plant

II: Excursion:

Thermal Waste Treatment Plant

---

14. Literatur:	Lecture Script
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 367901 Vorlesung Thermal Waste Treatment • 367902 Exkursion Thermal Waste Treatment Plant
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 36 h (=28 h V + 8 h E) Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 54 h 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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. Die Studierenden verfügen über die Kenntnisse im Bereich Energierecht zur Beurteilung der Konformität mit den aktuellen Gesetzen Sie sind befähigt den Aufbau eines Energiemanagementsystems in einem Unternehmen umzusetzen. Die Studierenden kennen die Anforderungen der Norm EN ISO 50001 an die Ausgestaltung eines Energiemanagementsystems. Sie kennen und verstehen die Messverfahren für die relevanten Energieströme. Sie sind in der Lage die Bilanzgrenzen für ein Energiemanagementsystem zu definieren, die erforderlichen Input- und Outputgrößen zu ermitteln und die Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden sind in der Lage aufbauend auf den Ergebnissen der Analyse konkrete Maßnahmenpläne mit Bewertung der Energieeffizienzmaßnahmen zu erstellen. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, das Zertifikat zum Energiemanagementbeauftragen in Kooperation mit dem TÜV Süd im Rahmen einer zusätzlichen Prüfung ohne ergänzenden Lehrgang zu erwerben.
13. Inhalt:	Einführung zur Bedeutung der Energieeffizienz im Hinblick auf Emissionsminderung und Kostensenkung Managementnormen ISO 9001, 14001, 50001 Ziel und Aufgaben der ISO 50001 Grundsätzlicher Aufbau von EnMS Erklärungen und Erfassung Ist-Situation Maßnahmenplan Fortschreibung EnMS Rechtlicher Rahmen
14. Literatur:	Geilhausen Marko: Kompakter Leitfaden für Energiemanager. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015 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 Selbststudium: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69501 Energiemanagement nach ISO 50001 (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 schriftlich 60 min oder mündlich 20 min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

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 Kai Hufendiek		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Energy and Environment --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester → Energy and Environment --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Energy and Environment --> 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 mindestens 4 auszuwählen, für die jeweils ein Praktikumsbericht von mindestens ausreichender Qualität angefertigt werden muss: • Brennstoffzellentechnik (IER) • Energieeffizienzvergleich (IER) • Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW) (IER) • Messen el. Arbeit und Leistung (IER) • Stirlingmotor (IER) • Online-Praktikum: Stromverbrauchsanalyse und elektrisches Lastmanagement (IER) • Bestimmung von Schadgasen in der Außenluft (IFK) • Bestimmung von Abgasemissionen aus Kleinfeuerungen (IFK) • NOx-Minderung bei der Kohlenstaubverbrennung (IFK) und 4 weitere Versuche aus dem Angebot des Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB). Beispiele: Brennstoffzellentechnik (IER): 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.

Bestimmung von Schadgasen in der Außenluft (IFK):

- Möglichkeiten der NO_x-Minderung (Luft- und Brennstoffstufung)
- Technische Daten der Versuchsanlage
- Berechnung des Luftbedarfs bei ungestufter Verbrennung mit $\lambda = 1,15$
- Berechnung Primär-/Sekundärluft und einzustellender Ausbrandluftmengen bei luftgestufter Verbrennung
- Berechnung von Strömungsgeschwindigkeit und Verweilzeit im Reaktor
- Auswertung: Korrektur der NO_x- Emissionen auf 6 % im O₂ im Abgas

---

14. Literatur:	Praktikumsunterlagen (online verfügbar)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 320106 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 2 • 320108 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 4 • 320107 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 3 • 320101 Spezialisierungsfachversuch 1 • 320104 Spezialisierungsfachversuch 4 • 320102 Spezialisierungsfachversuch 2 • 320103 Spezialisierungsfachversuch 3 • 320105 Allgemeines Praktikum Maschinenbau 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	32011 Praktikum Energie und Umwelt (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 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. Versuchständen 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: 29200 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung
                              68390 Energiemärkte und Energiehandel
                              69480 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung

---

Modul: 29200 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung

2. Modulkürzel:	041210010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek		
9. Dozenten:	Kai Hufendiek Peter Radgen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester		

	→ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → 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 • Analysemethoden des energetischen Zustandes von Anlagen und Systemen • Pinch-Analyse • Exergoökonomische Methode • Abwärmenutzungsoptimierung • Wärmerückgewinnung • Einsatz von Wärmepumpen • Systemvergleiche von Energieanlagen • Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung • Energiemanagementsysteme und Energie-Audits, Organisation von Energieeffizienz in Unternehmen
14. Literatur:	Online-Manuskript, Daten- und Arbeitsblätter
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 292001 Vorlesung und Übung: Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 138 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29201 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Energieeffizienz in der Industrie
19. Medienform:	• Beamergestützte Vorlesung • teilweise Tafelanschrieb • Lehrfilme • 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodul M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
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. Sie lernen die Aufgabe solcher Märkte, Grundlagen für deren Effizienz und die Interessen der unterschiedlichen Akteure kennen. Sie setzen sich intensiv mit marktbasierter 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.

Darüber hinaus lernen Sie die Organisation von Handelshäusern kennen, die in Commodity-Märkten agieren.

Die in den Vorlesungen vermittelten theoretischen Grundlagen werden mittels eines Planspiels zum Thema Energiehandel interaktiv getestet..

---

13. Inhalt:	• Aufbau und Funktion von Energiemärkten • Rolle von Energiemärkten im Energiesystem • Produkte auf Energiemärkten • Regulierung von Märkten • Marktmacht von Unternehmen • Zusammenhang zwischen Information, Marktspielregeln, Marktstrukturen und Preisbildung • Aufgabe und Funktion von Risikomanagement und Risiko Controlling • Positionsbestimmung, Mark-to-Market, Risikomaße wie Value at Risk und ihre Aufgabe • Handels- und Risikomanagementstrategien wie Spekulation und Hedging • Konzept der Deltaposition und des Deltahedging • Eigenschaften von Derivaten und Grundzüge deren Bewertung • Detaillierte Betrachtung der Märkte für Rohöl und Ölprodukte, Erdgas, Kesselkohlen und Seefrachten, Emissionsrechten sowie Strom in Europa • Bewertung von Investitionen in wettbewerblichen Märkten und Entscheidungsmechanismen • Modellierung und Analyse von Märkten • Organisation und Verantwortung von Handelshäusern
14. Literatur:	• Online-Unterlagen zur Vorlesung • Schwintowski, H.-P. (Hrsg): Handbuch Energiehandel. Erich Schmidt Verlag und Co., 2014. • Stoft, S.: Power System Economics. IEEE Press, Wiley-Interscience, 2002. • Burger, M., Schindmayr, G., Graeber, B.: Managing Energy Risk. 2nd ed., Wiley, 2014.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 683901 Vorlesung Energiemärkte und Energiehandel • 683902 Projektseminar Planspiel Energiehandel
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68391 Energiemärkte und Energiehandel (PL), , 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:	Markus Blesl Alois Kessler Peter Radgen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,		

→ 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.
13. Inhalt:	• Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale • Einflussfaktoren des Energieverbrauchs • Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren) • Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren) • Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse
14. Literatur:	• Skript • Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013 • Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 694801 Vorlesung Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien • 694802 Vorlesung Energieeffizienz II - Branchentechnologien
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69481 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 schriftlich 120 min oder mündlich 40 min
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
	29200	Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung
	30800	Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte
	68390	Energiemärkte und Energiehandel
	69480	Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung

---

Modul: 16000 Erneuerbare Energien

2. Modulkürzel:	041210008	5. Moduldauer:	Zweimestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek		
9. Dozenten:	Ludger Eltrop Kai Hufendiek		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse der Energiewirtschaft 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 • Wasserangebot und Nutzungstechniken • Windangebot (räumlich und zeitlich) und technische Nutzung • Geothermie • Speichertechnologien • energetische Nutzung von Biomasse • Potentiale, Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes erneuerbarer Energieträger in Deutschland. Empfehlung (fakultativ): IER-Exkursion Energiewirtschaft / Energietechnik		
14. Literatur:	• Online-Manuskript		

- 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
- 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
- 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 • 160002 Vorlesung Grundlagen der Nutzung erneuerbarer Energien II • 160003 Seminar Erneuerbare Energien
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 70 h Selbststudium: 110 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	16001 Erneuerbare Energien (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 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 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 → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 austermodynamischen 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 -
- **Thermodynamische Grundlagen** der elektrochemischen Energieumwandlung, Chemische Thermodynamik: Grundlagen und Zusammenhänge, Elektrochemische Potentiale und die freie Enthalpie ΔG , Wirkungsgrad der elektrochemischen Stromerzeugung, Druckabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale / Zellspannungen, Temperaturabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale
- **Aufbau und Funktion von Brennstoffzellen**, Komponenten: Anforderungen und Eigenschaften, Elektrolyt: Eigenschaften verschiedener Elektrolyte, Elektrochemische Reaktionsschicht von Gasdiffusionselektroden, Gasdiffusionsschicht, Stromkollektor und Gasverteiler, Stacktechnologie
- **Technischer Wirkungsgrad**, 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 Bestimmung einzelner Verlustanteile

Technik und Systeme (SS):

- **Überblick:** Einsatzgebiete von Brennstoffzellensystemen, stationär, mobil, portabel
- **Brennstoffzellensysteme**, Niedertemperaturbrennstoffzellen, Alkalische Brennstoffzellen, Phosphorsaure Brennstoffzellen, Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen, Direktmethanol-Brennstoffzellen, Hochtemperaturbrennstoffzellen, Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen, Oxidkeramische Brennstoffzellen
- **Einsatzbereiche von Brennstoffzellensystemen**, Verkehr: Automobilsystem, Auxiliary Power Unit (APU), Luftfahrt, stationäre Anwendung: Dezentrale Blockheizkraftwerke, Hausenergieversorgung, Portable Anwendung: Elektronik, Tragbare Stromversorgung, Netzunabhängige Stromversorgung
- **Brenngasbereitstellung und Systemtechnik**, Wasserstoffherstellung: Methoden, Reformierung, Systemtechnik und Wärmebilanzen,
- **Ganzheitliche Bilanzierung**, Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Perspektiven der Brennstoffzellentechnologien

14. Literatur:

- Vorlesungszusammenfassungen,

empfohlene Literatur:

	• P. Kurzweil, Brennstoffzellentechnik, Vieweg Verlag Wiesbaden, ISBN 3-528-03965-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 160201 Vorlesung Grundlagen Brennstoffzellentechnik • 160202 Vorlesung Brennstoffzellentechnik, Technik und Systeme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:56 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:124 h 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: 29200 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung

2. Modulkürzel:	041210010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek		
9. Dozenten:	Kai Hufendiek Peter Radgen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester		

	→ Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → 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 • Analysemethoden des energetischen Zustandes von Anlagen und Systemen • Pinch-Analyse • Exergoökonomische Methode • Abwärmenutzungsoptimierung • Wärmerückgewinnung • Einsatz von Wärmepumpen • Systemvergleiche von Energieanlagen • Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung • Energiemanagementsysteme und Energie-Audits, Organisation von Energieeffizienz in Unternehmen
14. Literatur:	Online-Manuskript, Daten- und Arbeitsblätter
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 292001 Vorlesung und Übung: Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 138 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29201 Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Energieeffizienz in der Industrie
19. Medienform:	• Beamergestützte Vorlesung • teilweise Tafelanschrieb • Lehrfilme • begleitendes Manuskript
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/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Markus Blesl		
9. Dozenten:	Markus Blesl Kai Hufendiek Eric Jennes		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Thermodynamik, Ingenieurwissenschaftliche und betriebswirtschaftliche Grundlagen		
12. Lernziele:	Die Teilnehmer/-innen beherrschen die physikalisch-technischen Grundlagen der gekoppelten Kraft-Wärme-Erzeugung in KWK-Anlagen. Die Teilnehmer/-innen können energetische Auslegungen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für diese Anlagen durchführen. Sie kennen unterschiedliche Wärmeversorgungs-systeme und -strukturen mit ihren technischen, ökonomischen und ökologischen Parametern und können verschiedene Wärmeversorgungs-konzepte technisch-wirtschaftlich vergleichen.		

Die Teilnehmer haben die Kompetenz, KWK-Anlagen und Wärmeversorgungssysteme zu analysieren und zu konzipieren.

---

13. Inhalt:	• Begriffe und Begriffsdefinitionen • Thermodynamische Grundlagen und Prozesse der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) • Konfiguration und Systemintegration von KWK-Anlagen anhand praktischer Beispiele • Wirtschaftlichkeitsrechnungen bei KWK-Anlagen • Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland • Begriffliche und methodische Grundlagen der Wärmeversorgung • Grundlagen, Aufbau und Funktion von Wärmeversorgungssystemen • Vergleich von Wärmeversorgungssystemen • Verbindungen zwischen Wärme- und Energieversorgungssystemen • Wärmeversorgung im Kontext der Energiewende
14. Literatur:	Online-Manuskript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 308001 Vorlesung Kraft-Wärme-Kopplung: Anlagen und Systeme • 308002 Vorlesung Wärmeversorgungskonzepte
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:56 h Selbststudium:124 h 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodul M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
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. Sie lernen die Aufgabe solcher Märkte, Grundlagen für deren Effizienz und die Interessen der unterschiedlichen Akteure kennen. Sie setzen sich intensiv mit marktbasieren 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.

Darüber hinaus lernen Sie die Organisation von Handelshäusern kennen, die in Commodity-Märkten agieren.

Die in den Vorlesungen vermittelten theoretischen Grundlagen werden mittels eines Planspiels zum Thema Energiehandel interaktiv getestet..

---

13. Inhalt:	• Aufbau und Funktion von Energiemärkten • Rolle von Energiemärkten im Energiesystem • Produkte auf Energiemärkten • Regulierung von Märkten • Marktmacht von Unternehmen • Zusammenhang zwischen Information, Marktspielregeln, Marktstrukturen und Preisbildung • Aufgabe und Funktion von Risikomanagement und Risiko Controlling • Positionsbestimmung, Mark-to-Market, Risikomaße wie Value at Risk und ihre Aufgabe • Handels- und Risikomanagementstrategien wie Spekulation und Hedging • Konzept der Deltaposition und des Deltahedging • Eigenschaften von Derivaten und Grundzüge deren Bewertung • Detaillierte Betrachtung der Märkte für Rohöl und Ölprodukte, Erdgas, Kesselkohlen und Seefrachten, Emissionsrechten sowie Strom in Europa • Bewertung von Investitionen in wettbewerblichen Märkten und Entscheidungsmechanismen • Modellierung und Analyse von Märkten • Organisation und Verantwortung von Handelshäusern
14. Literatur:	• Online-Unterlagen zur Vorlesung • Schwintowski, H.-P. (Hrsg): Handbuch Energiehandel. Erich Schmidt Verlag und Co., 2014. • Stoft, S.: Power System Economics. IEEE Press, Wiley-Interscience, 2002. • Burger, M., Schindmayr, G., Graeber, B.: Managing Energy Risk. 2nd ed., Wiley, 2014.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 683901 Vorlesung Energiemärkte und Energiehandel • 683902 Projektseminar Planspiel Energiehandel
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68391 Energiemärkte und Energiehandel (PL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

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

2. Modulkürzel:	041211010	5. Moduldauer:	Zweitemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen		
9. Dozenten:	Markus Blesl Alois Kessler Peter Radgen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 2 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,		

→ 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.
13. Inhalt:	• Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale • Einflussfaktoren des Energieverbrauchs • Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren) • Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren) • Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse
14. Literatur:	• Skript • Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013 • Rebhahn (Hrsg.): Energiehandbuch - Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 694801 Vorlesung Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien • 694802 Vorlesung Energieeffizienz II - Branchentechnologien
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69481 Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 schriftlich 120 min oder mündlich 40 min
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

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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 deren Komplexität. Sie können die Einwirkungen der technischen, volks- und betriebswirtschaftlichen sowie politischen Parameter auf die Unternehmen der Energiewirtschaft und auf Investitions- und Standortentscheidungen identifizieren und darstellen. Die Teilnehmer/-innen verstehen die grundlegenden Veränderungen des Energiemarkts, die mit der Entwicklung der Unternehmen zu multi-utility Anbietern verbunden sind.		
13. Inhalt:	• Definition und Aufgaben der strategischen Unternehmensplanung • Besonderheiten der Energiewirtschaft • Organisation eines Energieversorgungsunternehmens (EVU) • Unternehmerisches Handeln eines EVU • Unternehmensziele eines EVU • Weiterentwicklung der Ziele eines EVU • Strategische Planung im Energieunternehmen 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 Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 62 h 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,
Lehrfilme,
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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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: Luftschadstoffbelastung: Feinstaub, SO₂, NO_x, CO, Feinstaub, VOC, NH₃, Schwermetalle, ... Treibhausgasemissionen Emission radioaktiver Stoffe Flächenverbrauch 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 • Borsch, P. Wagner, H.-J. 1997: Energie und Umweltbelastung, Berlin: Springer-Verlag		

- Möller, D. 2003: Luft - Chemie, Physik, Biologie, Reinhaltung, Recht, Berlin: de Gruyter
- Roth, E. 1994: Mensch, Umwelt und Energie : die zukünftigen Erfordernisse und Möglichkeiten der Energieversorgung, Düsseldorf: etv
- 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 Selbststudium: 62 h 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 - Primärzellen: Alkali-Mangan - Sekundärzellen: Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid, Lithium-Ionen - Anwendungen: Systemtechnik, Hybridisierung, portable Geräte, Fahrzeugtechnik, regenerative Energien

- Herstellung, Sicherheitstechnik und Entsorgung

---

14. Literatur:	Skript zur Vorlesung, 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 Vor- / Nachbereitung: 62 h 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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: • die verschiedenen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zur Förderung von industriellen Effizienzmaßnahmen • Methoden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von Investitionsprojekten in Energieeffizienzmaßnahmen und kann die geeignetste davon auswählen • unterschiedliche Methoden zur Steigerung der betrieblichen Energieeffizienz und kann entsprechend den Gegebenheiten im Unternehmen eine geeignete Methode wählen, anwenden und Ergebnisse richtig deuten • die grundlegenden Begriffe zur Beurteilung der energetischen Qualität • verschiedene Effizienztechnologien (z.B.: Wärmepumpe, BHKW, usw) und versteht es diese unter Nutzung von Synergieeffekten geschickt in Produktionsprozesse zu integrieren • die Vorteile einer intelligent verschalteten Produktion • die Eigenschaften und Anwendungsbereiche verschiedener Energiespeichertechnologien und wie diese in Kombination mit erneuerbaren Energien verwendet werden können • den Unterschied zwischen Lastmanagement, -verschiebung, -verzicht und -abwurf		

13. Inhalt:	Behandelte Inhalte: • Energieeffizienz im internationalen Kontext • Programme, Geschäftsmodelle und Finanzierung von Energieeffizienz • Im Rahmen der Vorlesung führen die Vorlesungsteilnehmer eigenständig eine Energieeffizienzanalyse im Haushalt durch. • Methoden zur Steigerung der Energieeffizienz • Technologische Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz • Ausgewählte Energiespeichertechnologien in der Produktion • Lastmanagement ("Demand Side Management") • Industrial Smart Grids
14. Literatur:	Online-Manuskript Neugebauer, R., Handbuch Ressourcenorientierte Produktion, Carl Hanser Verlag Bauernhansl, T., Energieeffizienz in Deutschland - eine Metastudie
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 682801 Vorlesung Energetische Optimierung der Produktion
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium incl. Prüfungsvorbereitung: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68281 Energetische Optimierung der Produktion (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → 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). 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 • Entwicklung der Stromerzeugung in Deutschland und Europa • EU-Energiepolitik • Preisbildung in Energiemärkten - vom Monopol zum Wettbewerb • Klimapolitik - Grundlagen, internationale Dimension und internationale Umsetzung • Zusammensetzung und Entwicklung des deutschen Strommixes • Der Wärmemarkt • Verkehrspolitik als Energiepolitik • 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 Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 62 h Gesamt: 90 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68401 Energiepolitik (BSL), , 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:	Markus Blesl Alois Kessler Peter Radgen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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.		
13. Inhalt:	• Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale • Einflussfaktoren des Energieverbrauchs • Branchentechnologien (Metallerzeugung und -verarbeitung, Chemische Industrie, Steine und Erden (Zement, Glas, Keramik), Holz-/Papierindustrie, Lebensmittelindustrie, Galvanik, Lackierung, Rechenzentren) • Übertragung auf andere Branchen oder Prozesse		
14. Literatur:	• Skript		

- Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013
- 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 Selbststudium: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69471 Energieeffizienz II - Branchentechnologien (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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 Querschnitts mit energetischer Bedeutung.		
13. Inhalt:	• Energieverbrauch und Energieeinsparpotentiale • Einflussfaktoren des Energieverbrauchs • Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Druckluft, Pumpen, Kälte, Ventilatoren, Trockner und Öfen, Wärmeübertrager und Abwärmenutzung, Beleuchtung, Dampf- und Warmwassererzeugung, Transformatoren)		
14. Literatur:	Skript Blesl, M., Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2013 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
Selbststudium: 62 h
Gesamt: 90 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 69491 Energieeffizienz I - Querschnittstechnologien (BSL),
Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
schriftlich 60 min oder mündlich 20 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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. Die Studierenden verfügen über die Kenntnisse im Bereich Energierecht zur Beurteilung der Konformität mit den aktuellen Gesetzen Sie sind befähigt den Aufbau eines Energiemanagementsystems in einem Unternehmen umzusetzen. Die Studierenden kennen die Anforderungen der Norm EN ISO 50001 an die Ausgestaltung eines Energiemanagementsystems. Sie kennen und verstehen die Messverfahren für die relevanten Energieströme. Sie sind in der Lage die Bilanzgrenzen für ein Energiemanagementsystem zu definieren, die erforderlichen Input- und Outputgrößen zu ermitteln und die Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden sind in der Lage aufbauend auf den Ergebnissen der Analyse konkrete Maßnahmenpläne mit Bewertung der Energieeffizienzmaßnahmen zu erstellen. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, das Zertifikat zum Energiemanagementbeauftragen in Kooperation mit dem TÜV Süd im Rahmen einer zusätzlichen Prüfung ohne ergänzenden Lehrgang zu erwerben.
13. Inhalt:	Einführung zur Bedeutung der Energieeffizienz im Hinblick auf Emissionsminderung und Kostensenkung Managementnormen ISO 9001, 14001, 50001 Ziel und Aufgaben der ISO 50001 Grundsätzlicher Aufbau von EnMS Erklärungen und Erfassung Ist-Situation Maßnahmenplan Fortschreibung EnMS Rechtlicher Rahmen
14. Literatur:	Geilhausen Marko: Kompakter Leitfaden für Energiemanager. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015 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 Selbststudium: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	69501 Energiemanagement nach ISO 50001 (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 schriftlich 60 min oder mündlich 20 min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

Modul: 71930 Elektrische Verbundssysteme

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

8. Modulverantwortlicher: Stefan Tenbohlen

9. Dozenten:

10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:

M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,
 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer

M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,
 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer

M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,
 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule

M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011,
 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule

M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014,
 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer

11. Empfohlene Voraussetzungen:

12. Lernziele:

13. Inhalt:

14. Literatur:

15. Lehrveranstaltungen und -formen: • 719301 Vorlesung Elektrische Verbundsysteme

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

17. Prüfungsnummer/n und -name: 71931 Elektrische Verbundsysteme (BSL), , Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme und Rationelle Energieanwendung. Vorlesungen Energieeffizienz I + II</i>		
12. Lernziele:	Die Vorlesung Druckluft und Pneumatik beschäftigt sich mit der Konzeption, Planung, Betrieb und Optimierung von Druckluftsystemen in Industrie und Gewerbe. 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. Sie verstehen die Anforderungen an die Druckluftqualität und sind in der Anlage geeignete Komponenten für die Druckluftaufbereitung zu spezifizieren und diese Qualitäten zu erreichen. Die Studierenden sind befähigt den Druckluftverbrauch von Betrieben zu analysieren, Schwachstellen zu identifizieren und Verbesserungsmaßnahmen zu erarbeiten. Die Studierenden kennen die typischen Schwachstellen in der Druckluftversorgung und sind in der Lage die Auswirkungen der Schwachstellen zu bewerten. 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.		

Sie verstehen die unterschiedlichen Steuerungen von Kompressoren und kennen die verfügbare Messtechnik für die Analyse des Ist-Zustandes von Druckluftanlagen.

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 • Thermodynamische Grundlagen • Druckluftherzeugung • Druckluftaufbereitung (trocknen, filtern, Ölentfernung) • Kondensat Aufbereitung • Druckluftspeicherung • Steuerungskonzepte für Druckluftanlagen • Druckluftverteilung (Dimensionierung, Rohrleitungsmaterialien, • Leckagen und Leckage Beseitigung • Druckluftanwendungen (steuern, schrauben, bewegen, spannen, reinigen, Vakuum erzeugen, kühlen) • Auditierung von Druckluftsystemen
14. Literatur:	• Ruppelt, E. (Hrsg.): Drucklufthandbuch, Vulkanverlag • Bierbaum: Druckluftkompendium, Espelkamp: Leidorf, 1997 • Mohrig, W.: Druckluft-Praxis: erzeugen - aufbereiten - verteilen - anwenden. Gräfelfing/München: Resch, 1988 • www.druckluft.ch
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 719501 Vorlesung Druckluft und Pneumatik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71951 Druckluft und Pneumatik (BSL), , Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Beamer gestützte Vorlesung und teilweise Tafelanschrieb, begleitendes Manuskript
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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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. Die Studierenden verstehen zentrale Entwicklungen in der Energiewirtschaft. Sie kennen und verstehen die unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen der Energiewirtschaft und Möglichkeiten zu deren Steuerung. 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. 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. 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 • Selbststudiumszeit: 62 h • 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: 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 → Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → 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 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: • Brennstoffzellentechnik • Energieeffizienzvergleich • Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW) • Messen elektrischer Arbeit und Leistung • Stirlingmotor • Online-Praktikum: Stromverbrauchsanalyse und elektrisches Lastmanagement Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB): • APMB 1 • APMB 2 • APMB 3 • APMB 4 Beispiele: 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.

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 • 320402 Praktikum Spezialisierungsfachversuch 2 • 320403 Praktikum Spezialisierungsfachversuch 3 • 320404 Praktikum Spezialisierungsfachversuch 4
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:28 h Selbststudium und Prüfungsvorbereitung:62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	32041 Praktikum Energiesysteme (USL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 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 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Einführung in die Festigkeitslehre • Werkstoffkunde I + II		
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Spannungs- und Verformungszustandes von isotropen Werkstoffen. Sie sind in der Lage einen beliebigen mehrachsigen Spannungszustand mit Hilfe von Festigkeitshypothesen in Abhängigkeit vom Werkstoff und der Beanspruchungssituation zu bewerten. Sie		

können Festigkeitsnachweise für praxisrelevante Belastungen (statisch, schwingend, thermisch) durchführen. Die Grundlagen der Berechnung von Faserverbundwerkstoffen sind ihnen bekannt. Die Teilnehmer des Kurses sind in der Lage komplexe Bauteile auszulegen und sicherheitstechnisch zu bewerten.

---

13. Inhalt:	Spannungs- und Formänderungszustand Festigkeits-hypothesen bei statischer und schwingender Beanspruchung Werkstoffverhalten bei unterschiedlichen Beanspruchungsarten Sicherheitsnachweise Festigkeitsberechnung bei statischer Beanspruchung Festigkeitsberechnung bei schwingender Beanspruchung Berechnung von Druckbehältern Festigkeitsberechnung bei thermischer Beanspruchung Bruchmechanik Festigkeitsberechnung bei von Faserverbundwerkstoffen
14. Literatur:	- Manuskript zur Vorlesung - Ergänzende Folien (online verfügbar) - Issler, Ruoff, Häfele: Festigkeitslehre Grundlagen, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 303901 Vorlesung Festigkeitslehre I • 303902 Übung Festigkeitslehre I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium: 138 h 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → 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. Sie haben sich Grundkenntnisse über die Funktion und den Anwendungsbereich der wichtigsten numerischen Simulationsmethoden auf der Mikro- und Makroebene angeeignet. 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 Spannungsfunktionen Energiemethoden Differenzenverfahren Finite-Elemente-Methode Grundlagen des elastisch-plastischen Werkstoffverhaltens Traglastverfahren Gleitlinientheorie 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 • 304002 Übung Methoden der Werkstoffsimulation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium: 138 h 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:	Dr.-Ing. Michael Seidenfuß		
9. Dozenten:	Andreas Klenk		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Methodiken beurteilen.		
13. Inhalt:	Beanspruchungs- und Versagensarten Werkstoffprüfung (Kriechen u. Ermüdung) Regelwerke und Richtlinien Beanspruchungsabhängige Schädigungsmechanismen Werkstoffe des Kraftwerksbaus Stoffgesetze und Werkstoffmodelle Beanspruchungen von warmgehenden Bauteilen Zustands- und Schädigungsanalyse von Hochtemperaturbauteilen		
14. Literatur:	- Manuskript zur Vorlesung -Ergänzende Folien (online verfügbar)		

- Maile, K.: Fortgeschrittene Verfahren zur Beschreibung des Verformungs- und Schädigungsverhaltens von Hochtemperaturbauteilen im Kraftwerksbau, Shaker Verlag
-Roos, E., Maile, K.: Werkstoffkunde für Ingenieure, 4. Auflage, Springer Verlag, 2011

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 320501 Vorlesung Werkstoffeigenschaften • 320502 Übung Werkstoffeigenschaften
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium: 138 h 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 Andreas Klenk Ludwig Stumpfrock Karl Maile		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → 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. Berechnungsblock: Lehrblock 1 - Werkstoffmodellierung, WiSe - Definition und Aufbau von Werkstoffgesetzen - Einbindung in Finite Elemente Anwendungen - Stoffgesetze statische Plastizität zyklische Plastizität Kriechen zyklische Viskoplastizität		

- Schädigungsmodelle
- Selbstständige Programmierung und Implementierung eines Materialmodells in ein kommerzielles Finite Elemente Programm. Evaluation der Ergebnisse.

Lehrblock 2 - Festigkeitslehre II, SoSe

- Bruchmechanische Bauteilanalyse
- Linearelastische Bruchmechanik
- Elastisch-plastische Bruchmechanik
- zyklisches Risswachstum
- Kennwertermittlung
- Normung und Regelwerke
- Anwendung auf Bauteile
- Bauteilanalyse bei zyklischer Belastung
- Bauteilanalyse mit Finite Elemente Simulationen

Werkstoffblock:

Lehrblock 3 - Schadenskunde, WiSe

- Definition und Klassifizierungen von Schäden
- Schäden durch mechanische Beanspruchung
- Schäden durch thermische Beanspruchung
- Schäden durch korrosive Beanspruchung
- Schäden durch tribologische Beanspruchung

Lehrblock 4 - Fügetechnik, SoSe

1. Technische Bedeutung der Schweißtechnik und werkstoffkundliche Vorgänge beim Schweißen von metallischen Werkstoffen
- Gefügenderänderungen
- Schweißfehler
- Eigenspannungen
- Schweißseignung
2. Schweißverfahren
- WIG, Mig-Mag, UP, E-Hand
- Laserstrahlschweißen, Elektronenstrahlschweißen, Plasmaschweißen,
- Reibrührschweißen, Widerstandspunktschweißen
3. Festigkeitsverhalten geschweißter Bauteile
- Versagen unter verschiedenen Beanspruchungsformen
- Auslegung und Berechnung
4. Schäden in geschweißten Konstruktionen
5. Qualitätssicherung in der Schweißtechnik
- zerstörungsfreie Prüfung
- Anforderungen, Ausbildung und Regelwerke

---

14. Literatur:

Alle Lehrblöcke:

- Manuskript zur Vorlesung
- Ergänzende Folien im Internet (online verfügbar)

Zusätzlich:

Lehrblock 1 - Werkstoffmodellierung

Lemaitre, J.,Chaboche, J.-L.: Mechanics of solid materials, Cambridge University Press

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 320601 VL Berechnungsblock
- 320602 VL Werkstoffblock

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 h
Selbststudium: 138 h
Summe: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

32061 Werkstoffe und Festigkeit (PL), Schriftlich, 120 Min.,
Gewichtung: 1

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 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie -- > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Einführung in die Festigkeitslehre • Werkstoffkunde I + II		
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Spannungs- und Verformungszustandes von isotropen Werkstoffen. Sie sind in der Lage einen beliebigen mehrachsigen Spannungszustand mit Hilfe von Festigkeitshypothesen in Abhängigkeit vom Werkstoff und der Beanspruchungssituation zu bewerten. Sie		

können Festigkeitsnachweise für praxisrelevante Belastungen (statisch, schwingend, thermisch) durchführen. Die Grundlagen der Berechnung von Faserverbundwerkstoffen sind ihnen bekannt. Die Teilnehmer des Kurses sind in der Lage komplexe Bauteile auszulegen und sicherheitstechnisch zu bewerten.

---

13. Inhalt:	Spannungs- und Formänderungszustand Festigkeitshypthesen bei statischer und schwingender Beanspruchung Werkstoffverhalten bei unterschiedlichen Beanspruchungsarten Sicherheitsnachweise Festigkeitsberechnung bei statischer Beanspruchung Festigkeitsberechnung bei schwingender Beanspruchung Berechnung von Druckbehältern Festigkeitsberechnung bei thermischer Beanspruchung Bruchmechanik Festigkeitsberechnung bei von Faserverbundwerkstoffen
14. Literatur:	- Manuskript zur Vorlesung - Ergänzende Folien (online verfügbar) - Issler, Ruoff, Häfele: Festigkeitslehre Grundlagen, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 303901 Vorlesung Festigkeitslehre I • 303902 Übung Festigkeitslehre I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium: 138 h 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → 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. Sie haben sich Grundkenntnisse über die Funktion und den Anwendungsbereich der wichtigsten numerischen Simulationsmethoden auf der Mikro- und Makroebene angeeignet. 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 Spannungsfunktionen Energiemethoden Differenzenverfahren Finite-Elemente-Methode Grundlagen des elastisch-plastischen Werkstoffverhaltens Traglastverfahren Gleitlinientheorie 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 • 304002 Übung Methoden der Werkstoffsimulation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium: 138 h 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:	Dr.-Ing. Michael Seidenfuß		
9. Dozenten:	Andreas Klenk		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 2. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Methodiken beurteilen.		
13. Inhalt:	Beanspruchungs- und Versagensarten Werkstoffprüfung (Kriechen u. Ermüdung) Regelwerke und Richtlinien Beanspruchungsabhängige Schädigungsmechanismen Werkstoffe des Kraftwerkbaus Stoffgesetze und Werkstoffmodelle Beanspruchungen von warmgehenden Bauteilen Zustands- und Schädigungsanalyse von Hochtemperaturbauteilen		
14. Literatur:	- Manuskript zur Vorlesung -Ergänzende Folien (online verfügbar)		

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 Andreas Klenk Ludwig Stumpfrock Karl Maile		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → 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. Berechnungsblock: Lehrblock 1 - Werkstoffmodellierung, WiSe - Definition und Aufbau von Werkstoffgesetzen - Einbindung in Finite Elemente Anwendungen - Stoffgesetze statische Plastizität zyklische Plastizität Kriechen zyklische Viskoplastizität		

- Schädigungsmodelle
 - Selbstständige Programmierung und Implementierung eines Materialmodells in ein kommerzielles Finite Elemente Programm. Evaluation der Ergebnisse.
 Lehrblock 2 - Festigkeitslehre II, SoSe
 - Bruchmechanische Bauteilanalyse
 Linearelastische Bruchmechanik
 Elastisch-plastische Bruchmechanik
 zyklisches Risswachstum
 Kennwertermittlung
 Normung und Regelwerke
 Anwendung auf Bauteile
 - Bauteilanalyse bei zyklischer Belastung
 - Bauteilanalyse mit Finite Elemente Simulationen
 Werkstoffblock:
 Lehrblock 3 - Schadenskunde, WiSe
 - Definition und Klassifizierungen von Schäden
 - Schäden durch mechanische Beanspruchung
 - Schäden durch thermische Beanspruchung
 - Schäden durch korrosive Beanspruchung
 - Schäden durch tribologische Beanspruchung
 Lehrblock 4 - Fügetechnik, SoSe
 1. Technische Bedeutung der Schweißtechnik und werkstoffkundliche Vorgänge beim Schweißen von metallischen Werkstoffen
 Gefügenderänderungen
 Schweißfehler
 Eigenspannungen
 Schweißseignung
 2. Schweißverfahren
 WIG, Mig-Mag, UP, E-Hand
 Laserstrahlschweißen, Elektronenstrahlschweißen, Plasmaschweißen,
 Reibrührschweißen, Widerstandspunktschweißen
 3. Festigkeitsverhalten geschweißter Bauteile
 Versagen unter verschiedenen Beanspruchungsformen
 Auslegung und Berechnung
 4. Schäden in geschweißten Konstruktionen
 5. Qualitätssicherung in der Schweißtechnik
 zerstörungsfreie Prüfung
 Anforderungen, Ausbildung und Regelwerke

---

14. Literatur:	Alle Lehrblöcke: - Manuskript zur Vorlesung -Ergänzende Folien im Internet (online verfügbar) Zusätzlich: Lehrblock 1 - Werkstoffmodellierung Lemaitre, J.,Chaboche, J.-L.: Mechanics of solid materials, Cambridge University Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 320601 VL Berechnungsblock • 320602 VL Werkstoffblock
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium: 138 h Summe: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	32061 Werkstoffe und Festigkeit (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1

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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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. 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. 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) Historical development of multiscale materials modeling Basis of - Monte-Carlo Method (MC) - Molecular Dynamics (MD) - Phase Field Method (PFM) - Dislocations Dynamics (DD) - Damage Mechanics - Coupled Methods Introduction to the program system Abaqus - Abaqus CAE - Abaqus Standard Practical exercises with Abaqus CAE at PC Special lectures concerning materials modeling		
14. Literatur:	Manuscript (in English)		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 359801 Vorlesung Computational Materials Science • 359802 Übung Block seminar Multiscale Materials Modeling		

• 359803 Kolloquium Materials Modelling

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Time of attendance: 48 h
Private study: 132 h
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:	Dr.-Ing. Michael Seidenfuß		
9. Dozenten:	Ludwig Stumpfrock Michael Seidenfuß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Linearelastische Bruchmechanik Elastisch-plastische Bruchmechanik Zyklisches Risswachstum Kennwertermittlung Normung und Regelwerke Anwendung auf Bauteile 2. Bauteilanalyse bei zyklischer Belastung 3. Bauteilanalyse mit Finite Elemente Simulationen		
14. Literatur:	- Manuskript zur Vorlesung -Roos, E.: Grundlagen und notwendige Voraussetzungen zur Anwendung der Reißwiderstandskurve 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 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:	Dr.-Ing. Michael Seidenfuß		
9. Dozenten:	Michael Seidenfuß Andreas Klenk		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 2. Einbindung in Finite Elemente Anwendungen 3. Stoffgesetze - statische Plastizität - zyklische Plastizität - Kriechen - zyklische Viskoplastizität 4. Schädigungsmodelle 5. Selbstständige Programmierung und Implementierung eines Materialmodells in ein kommerzielles Finite Elemente Programm. Evaluation der Ergebnisse.		
14. Literatur:	- Manuskript zur Vorlesung -Ergänzende Folien im Internet (online verfügbar) - Lemaitre, J.,Chaboche, J.-L.: Mechanics of solid materials, Cambridge University Press		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 320701 VL Werkstoffmodellierung • 320702 Übung Werkstoffmodellierung		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudium: 69 h 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:	Dr.-Ing. Michael Seidenfuß		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Schäden durch mechanische Beanspruchung Schäden durch thermische Beanspruchung Schäden durch korrosive Beanspruchung Schäden durch tribologische Beanspruchung		
14. Literatur:	- Manuskript zur Vorlesung -Ergänzende Folien (online verfügbar) -Broichhausen,J.: Schadenskunde, Carl Hanser Verlag -Lange,G.: Systematische Beurteilung technischer Schadensfälle, WILEY-VHC Verlag -Grosch, J.:Schadenskunde im Maschinenbau, 5th Edn. Expert-Verl., Renningen, 2010		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 320801 Vorlesung Schadenskunde		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudium: 69 h 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:	Dr.-Ing. Michael Seidenfuß		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Gefügveränderungen Schweißfehler Eigenspannungen Schweißseignung 2. Schweißverfahren WIG, Mig-Mag, UP, E-Hand Laserstrahlschweißen, Elektronenstrahlschweißen, Plasmaschweißen, Reibrührschweißen, Widerstandspunktschweißen 3. Festigkeitsverhalten geschweißter Bauteile Versagen unter verschiedenen Beanspruchungsformen Auslegung und Berechnung 4. Schäden in geschweißten Konstruktionen 5. Qualitätssicherung in der Schweißtechnik zerstörungsfreie Prüfung Anforderungen, Ausbildung und Regelwerke		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 320901 Vorlesung Fügetechnik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudium: 69 h 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Die Studenten können: Funktionsprinzipien thermokinetischer Beschichtungsverfahren beschreiben und erklären. verfahrensspezifische Eigenschaften von Schichten auflisten und benennen. Unterschiede der einzelnen Verfahrensvarianten untereinander wiedergeben und gegenüberstellen. Eignung einer bestimmten Verfahrensvariante hinsichtlich vorgegebener Schichteigenschaften beurteilen und begründen. Herstellverfahren für Pulver und Drähte wiedergeben, vergleichen und Beispiele geben. Einfluss der Pulvereigenschaften auf den Prozess vorhersagen und bewerten. Einfluss der Pulvereigenschaften auf die Schichteigenschaften verstehen und ableiten. industrielle Anwendungsfelder im Maschinenbau benennen und wiedergeben.		
13. Inhalt:	Dieser Modul hat die Grundlagen und Verfahrensvarianten der thermokinetischen Beschichtungsverfahren zum Inhalt. Dabei wird auf Fertigungs- und 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. Stichpunkte: • Flamspritzen, Elektrolichtbogendrahtspritzen, Überschallpulverflamspritzen, Suspensionsflamspritzen, Plasmaspritzen. • Herstellung und Eigenschaften von Spritzzusatzwerkstoffen. • Fertigungs- und Anlagentechnik. • Industrielle Anwendungen (Überblick). • Grundlagen der Schichtcharakterisierung.		
14. Literatur:	Skript, Literaturliste		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 321101 Vorlesung Thermokinetische Beschichtungsverfahren
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	32111 Thermokinetische Beschichtungsverfahren (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
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, → Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Festigkeitslehre und Werkstofftechnik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul		
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. 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 Beispiele: • 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. • 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. • etc.		
14. Literatur:	- Manuskripte zu den Versuchen		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 309102 Spezialisierungsfachversuch 2 • 309101 Spezialisierungsfachversuch 1 • 309105 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1 • 309108 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4 • 309106 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2 • 309104 Spezialisierungsfachversuch 4 • 309103 Spezialisierungsfachversuch 3 • 309107 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium: 48 h 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, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → 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 die Funktionsweise eines Supercomputers die Programmierung eines Supercomputers die Architektur eines Supercomputers den Einsatz von Supercomputern im Maschinenbau		
13. Inhalt:	Supercomputer-Konzepte Supercomputer-Architekturen Supercomputer-Programmierung 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 Selbststudium: 138 h 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, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → 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 die Funktionsweise eines Supercomputers die Programmierung eines Supercomputers die Architektur eines Supercomputers den Einsatz von Supercomputern im Maschinenbau		
13. Inhalt:	Supercomputer-Konzepte Supercomputer-Architekturen Supercomputer-Programmierung 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 Selbststudium: 138 h 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:	Stefan Wesner		
9. Dozenten:	Stefan Wesner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 Datenbanken, Service Orientierte Architekturen und Grundlagen im Projektmanagement und der Organisation von Entwicklungsprozessen runden das theoretische Hintergrundwissen ab. 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 und Design und den entsprechenden Aufgaben im Projektmanagement, die Studenten den Entwurf technischer Systeme aus verschiedenen Rollen (z.B. Projektmanager, SysModulhandbuch temanalyst, Requirements Engineer) erfassen lässt. 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 Softwareentwicklers ein.		
14. Literatur:	Es werden ausführliche Folien und zusätzliches eigenes Material zur Verfügung gestellt.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 321202 Übung Softwareentwurf für technische Systeme		

- 321201 Vorlesung Softwareentwurf für technische Systeme
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 Stunden
Selbststudium: 138 Stunden
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 Uwe Küster		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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: • Wie sind parallele und verteilte Systeme aufgebaut? • Wie finde ich das passende Rechnersystem für mein Problem? • Wie entwerfe ich parallele Software? • Wie konzipiere ich einen IT-Service für die technisch-wissenschaftliche Simulation? • 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 Höchstleistungsrechnen eine wichtige Rolle spielen.		
13. Inhalt:	• Rechnerarchitekturen • Betriebsweisen und Betriebssysteme • Programmiermodelle • Entwicklung paralleler Software • Parallelisierungsstrategien • Grid-Technologie und verteiltes Rechnen • Hardware: Prozessoren, Pipelining, Parallelität, Multi-Core, Vector_Units, Caches, Bandbreite, Latenz, Performance, Vektorisierung. • Implementierung: Vektoren, Datenstrukturen für schwachbesetzte Matrizen, Differenzialgorithmen, Finite-Elemente. • 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 • 321301 Vorlesung Parallelrechner - Architektur und Anwendung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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: • kennen die methodische Einbindung von Simulationen im Entwicklungsprozess am Beispiel der Fahrzeugentwicklung • haben Kenntnisse der wesentlichen Herausforderungen der Simulationen im technischen Entwicklungsprozess • sind mit den geläufigen Begriffen der Simulationen vertraut • kennen die typischen Methoden und Systeme zur: Produktgestaltung, Produktsimulation, Datenverwaltung • haben Einblick in die zeitlichen Rahmenbedingungen und Engpässe im Entwicklungsprozess für die Planung der Simulation • verstehen das Zusammenspiel zwischen Simulation und Versuch • sind vertraut mit der Basis des Wissensmanagement und dessen Wirkung im Entwicklungsprozess • kennen die Grundlage des Toleranzmanagements, Voraussetzung für die Toleranzsimulation		
13. Inhalt:	Im Rahmen der Vorlesung sollen folgende Wissensinhalte vermittelt werden: • Beschreibung der methodischen Einbindung von Simulationen im Entwicklungsprozess am Beispiel der Fahrzeugentwicklung • Darstellung der wesentlichen Herausforderungen der Simulationen im technischen Entwicklungsprozess • Erläuterung der geläufigen Begriffe der Simulationen • Einführung in die typischen Methoden und Systeme zur: Produktgestaltung, Produktsimulation, Datenverwaltung • Einblick in die zeitlichen Rahmenbedingungen und Engpässe im Entwicklungsprozess für die Planung der Simulation • das Zusammenspiel zwischen Simulation und Versuch • die Basis des Wissensmanagement und dessen Wirkung im Entwicklungsprozess • 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 69 Std. Prüfungsvorbereitung und Prüfung 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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Lage zu versetzen, Lösungen zu folgenden Fragestellungen zu erarbeiten: Wie sind parallele und verteilte Systeme aufgebaut? Wie finde ich das passende Rechnersystem für mein Problem? Wie entwerfe ich parallele Software? Wie konzipiere ich einen IT-Service für die technisch-wissenschaftliche Simulation?		
13. Inhalt:	Motivation des parallelen Rechnens Rechnerarchitekturen Betriebsweisen und Betriebssysteme Programmiermodelle Entwicklung paralleler Software Parallelisierungsstrategien Grid-Technologie und Verteiltes Rechnen		
14. Literatur:	Skript		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 321501 Vorlesung Parallelrechner - Architektur und Anwendung		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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? Grundlagen der Computergrafik. Hard- und Software für immersive virtuelle Umgebungen. Konkrete Anwendungen von Augmented Reality-Techniken. 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 Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	32161 Virtuelle und erweiterte Realität in der technisch-wissenschaftlichen Visualisierung (BSL), Schriftlich oder 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:	Uwe Küster		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
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 Höchstleistungsrechnen eine wichtige Rolle spielen.		
13. Inhalt:	Hardware: Prozessoren, Pipelining, Parallelität, Multi-Core, Vector_Units, Caches, Bandbreite, Latenz, Performance, Vektorisierung. Implementierung: Vektoren, Datenstrukturen für schwachbesetzte Matrizen, Differenzialgorithmen, Finite-Elemente. Numerische Mathematik: Partielle Differentialgleichungen, Diskretisierung, Lösungsverfahren für Lineare Gleichungssysteme. Parallelisierung: Grundlegende Ansätze, Programmiermodelle, Effizienz.		
14. Literatur:	Eigene Unterlagen		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 321701 Vorlesung Numerik für Höchstleistungsrechner		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden 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:		Hon.-Prof. Dr.-Ing. Erich Schelkle	
9. Dozenten:		Erich Schelkle	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 (Schelkle) • Eingliederung von CAE-Methoden in den Entwicklungsprozess, virtuelle Produktentwicklung, Soft- und Hardwareumgebung, MCAEProzesskette, Innovative MCAEKonzeptwerkzeuge, Optimierung, Simulationsdatenmanagement • Grundbegriffe ingenieurwissenschaftlicher Berechnungen • Die Finite Element Methode - lineare und nichtlineare Berechnungen, Formulierung und Berechnung von Finite Element Matrizen, Lösungsverfahren • Einführung in das FEM-Programm ABAQUS, Übungsbeispiele • zukünftige Entwicklungen, Ausblick. II. Praktikum: "Finite Elemente-Analyse mit ABAQUS" (Schelkle) Durchführung von 2 Simulationen in 4 Stunden • Linear statische Berechnung einer ebenen Stab-Balken-Konstruktion • Nichtlineare statische Berechnung eines ebenen Balkentragwerkes	
14. Literatur:		Vorlesungsmanuskript "Computerunterstützte Simulationsmethoden (MCAE) im modernen Entwicklungsprozess 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 • 321802 Übungen, praktische Simulationen, 4 Std.
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: ca. 25 h Selbststudium: ca. 65 h 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:	Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik

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 Alfred-Erich Geiger Uwe Küster Rolf Rabenseifner Erich Schelkle Stefan Wesner Uwe Wössner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Methoden der Modellierung und Simulation --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → 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 Beispiel1: Visualisierung technisch-wissenschaftlicher Daten mit COVISE: 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. Beispiel2: Modellierung mit 3D Studio Max für VRUmgebungen: 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. Beispiel3: Finite Elemente-Analyse mit ABAQUS 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:
 Linear statische Berechnung einer ebenen Stab-Balken-Konstruktion
 Geometrisch nichtlineare statische Berechnung eines ebenen Balkentragwerkes
 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 • 321902 Spezialisierungsfachversuch 2 • 321903 Spezialisierungsfachversuch 3 • 321904 Spezialisierungsfachversuch 4 • 321905 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 1 • 321906 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 2 • 321907 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 3 • 321908 Praktische Übungen: Allgemeines Praktikum Maschinenbau (APMB) 4

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium/Nacharbeitszeit: 60 Stunden 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 → Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester → Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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): • Erhaltungsgleichungen, Thermodynamik, molekularer Transport, chemische Reaktion, Reaktionsmechanismen, laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen. • Gestreckte Flammenstrukturen, Zündprozesse, Flammenstabilität, turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Verbrennung, Schadstoffbildung, Spray-Verbrennung An equivalent course is taught in English: Combustion Fundamentals I und II (summer term only, taught in English): • Transport equations, thermodynamics, fluid properties, chemical reactions, reaction mechanisms, laminar premixed and non-premixed combustion. • Effects of stretch, strain and curvature on flame characteristics, ignition, stability, turbulent reacting flows, pollutants and their formation, spray combustion
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript • Warnatz, Maas, Dibble, Verbrennung, Springer-Verlag • Warnatz, Maas, Dibble, Combustion, Springer • Turns, An Introduction to Combustion, Mc Graw Hill
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 140902 Übung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II • 140901 Vorlesung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 70 h (4SWS Vorlesung, 1SWS Übung) Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 110 h 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 • PPT-Präsentationen • 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 Albert Ruprecht		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik -- > Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 1.1 Beispiel: Rohrkrümmer 1.1.1 Einführende Demonstration 1.1.2 Modellierung und Simulation in der Strömungsmechanik 1.1.3 Strömungsphänomene in Rohrkrümmern 1.1.4 Vorbereitung und Durchführung 2 Vorgehensweise 2.1 Physikalische Beschreibung 2.1.1 Fluide und ihre Eigenschaften		

- 2.1.2 Kompressibilität einer Gasströmung
- 2.1.3 Turbulenz
- 2.1.4 Dimensionsanalyse
- 2.1.5 Ausgebildete laminare Rohrströmung
- 2.2 Mathematische Formulierung
  - 2.2.1 Eindimensionale Grundgleichungen der Stromfadentheorie
  - 2.2.2 Ableitung der Navier-Stokes Gleichungen
  - 2.2.3 Randbedingungen
  - 2.2.4 Analytische Lösungen
  - 2.2.5 Navier-Stokes Gleichungen für kompressible Strömung
- 2.3 Diskretisierung
  - 2.3.1 Finite-Differenzen Methode für die Poissongleichung
  - 2.3.2 Grundlagen der Finite-Volumen Methode
- 2.4 Koordinatentransformation und Netzgenerierung
  - 2.4.1 Klassifizierung numerischer Netze
  - 2.4.2 Netze für komplexe Geometrien
- 2.5 Simulationsprogramme
  - 2.5.1 Übersicht
  - 2.5.2 Das Rechenprogramm Ansys-CFX
  - 2.5.3 Das Rechenprogramm Open Foam
- 3 Grundgleichungen und Modelle
  - 3.1 Beschreibung auf Molekülebene
    - 3.1.1 Gaskinetische Simulationsmethode
  - 3.2 Laminare Strömungen
    - 3.2.1 Hierarchie der Grundgleichungen
    - 3.2.2 Die Euler-Gleichungen der Gasdynamik
    - 3.2.3 Energiegleichung
    - 3.2.4 Navier-Stokes Gleichungen für inkompressible Strömungen
  - 3.3 Turbulente Strömungen
    - 3.3.1 Visualisierung turbulenter Strömungen
    - 3.3.2 Direkte Numerische Simulation
    - 3.3.3 Reynoldsgleichungen für Turbulente Strömungen
    - 3.3.4 Prandtl'sches Mischungswegmodell
    - 3.3.5 Algebraische Turbulenzmodelle
    - 3.3.6 Zweigleichungs-Transportmodelle
    - 3.3.7 Sekundärströmungen
    - 3.3.8 Reynoldsspannungemodelle
    - 3.3.9 Klassifikation von Turbulenzmodellen
    - 3.3.10 Grobstruktursimulation
- 4 Qualität und Genauigkeit
  - 4.1 Anforderungen
    - 4.1.1 Fehler und Genauigkeit
    - 4.1.2 Anforderungen der Strömungsphysik
    - 4.1.3 Anforderungen des Ingenieurwesens
  - 4.2 Numerische Fehler und Verifikation
    - 4.2.1 Rundungsfehler
    - 4.2.2 Numerische Diffusion
    - 4.2.3 Netzabhängigkeit einer Lösung
  - 4.3 Modellfehler und Validierung
    - 4.3.1 Arbeiten mit Wandfunktionen
    - 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)
- alle Vorlesungsfolien in ILIAS verfügbar

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 141801 Vorlesung und Übung Numerische Strömungssimulation

- 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 keine Hilfsmittel zugelassen
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	ppt-Folien (30 %), Tafel und Kreide (65 %), Computerdemonstration (5%) 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 → Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energie und Umwelt --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester → Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core Modules --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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): • Erhaltungsgleichungen, Thermodynamik, molekularer Transport, chemische Reaktion, Reaktionsmechanismen, laminare vorgemischte und nicht-vorgemischte Flammen. • Gestreckte Flammenstrukturen, Zündprozesse, Flammenstabilität, turbulente vorgemischte und nicht-vorgemischte Verbrennung, Schadstoffbildung, Spray-Verbrennung An equivalent course is taught in English: Combustion Fundamentals I und II (summer term only, taught in English): • Transport equations, thermodynamics, fluid properties, chemical reactions, reaction mechanisms, laminar premixed and non-premixed combustion. • Effects of stretch, strain and curvature on flame characteristics, ignition, stability, turbulent reacting flows, pollutants and their formation, spray combustion
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript • Warnatz, Maas, Dibble, Verbrennung, Springer-Verlag • Warnatz, Maas, Dibble, Combustion, Springer • Turns, An Introduction to Combustion, Mc Graw Hill
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 140902 Übung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II • 140901 Vorlesung Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 70 h (4SWS Vorlesung, 1SWS Übung) Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 110 h 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 • PPT-Präsentationen • 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 Albert Ruprecht		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik -- > Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 1.1 Beispiel: Rohrkrümmer 1.1.1 Einführende Demonstration 1.1.2 Modellierung und Simulation in der Strömungsmechanik 1.1.3 Strömungsphänomene in Rohrkrümmern 1.1.4 Vorbereitung und Durchführung 2 Vorgehensweise 2.1 Physikalische Beschreibung 2.1.1 Fluide und ihre Eigenschaften		

- 2.1.2 Kompressibilität einer Gasströmung
- 2.1.3 Turbulenz
- 2.1.4 Dimensionsanalyse
- 2.1.5 Ausgebildete laminare Rohrströmung
- 2.2 Mathematische Formulierung
  - 2.2.1 Eindimensionale Grundgleichungen der Stromfadentheorie
  - 2.2.2 Ableitung der Navier-Stokes Gleichungen
  - 2.2.3 Randbedingungen
  - 2.2.4 Analytische Lösungen
  - 2.2.5 Navier-Stokes Gleichungen für kompressible Strömung
- 2.3 Diskretisierung
  - 2.3.1 Finite-Differenzen Methode für die Poissongleichung
  - 2.3.2 Grundlagen der Finite-Volumen Methode
- 2.4 Koordinatentransformation und Netzgenerierung
  - 2.4.1 Klassifizierung numerischer Netze
  - 2.4.2 Netze für komplexe Geometrien
- 2.5 Simulationsprogramme
  - 2.5.1 Übersicht
  - 2.5.2 Das Rechenprogramm Ansys-CFX
  - 2.5.3 Das Rechenprogramm Open Foam
- 3 Grundgleichungen und Modelle
  - 3.1 Beschreibung auf Molekülebene
    - 3.1.1 Gaskinetische Simulationsmethode
  - 3.2 Laminare Strömungen
    - 3.2.1 Hierarchie der Grundgleichungen
    - 3.2.2 Die Euler-Gleichungen der Gasdynamik
    - 3.2.3 Energiegleichung
    - 3.2.4 Navier-Stokes Gleichungen für inkompressible Strömungen
  - 3.3 Turbulente Strömungen
    - 3.3.1 Visualisierung turbulenter Strömungen
    - 3.3.2 Direkte Numerische Simulation
    - 3.3.3 Reynoldsgleichungen für Turbulente Strömungen
    - 3.3.4 Prandtl'sches Mischungswegmodell
    - 3.3.5 Algebraische Turbulenzmodelle
    - 3.3.6 Zweigleichungs-Transportmodelle
    - 3.3.7 Sekundärströmungen
    - 3.3.8 Reynoldsspannungemodelle
    - 3.3.9 Klassifikation von Turbulenzmodellen
    - 3.3.10 Grobstruktursimulation
- 4 Qualität und Genauigkeit
  - 4.1 Anforderungen
    - 4.1.1 Fehler und Genauigkeit
    - 4.1.2 Anforderungen der Strömungsphysik
    - 4.1.3 Anforderungen des Ingenieurwesens
  - 4.2 Numerische Fehler und Verifikation
    - 4.2.1 Rundungsfehler
    - 4.2.2 Numerische Diffusion
    - 4.2.3 Netzabhängigkeit einer Lösung
  - 4.3 Modellfehler und Validierung
    - 4.3.1 Arbeiten mit Wandfunktionen
    - 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)
- alle Vorlesungsfolien in ILIAS verfügbar

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 141801 Vorlesung und Übung Numerische Strömungssimulation

- 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 keine Hilfsmittel zugelassen
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	ppt-Folien (30 %), Tafel und Kreide (65 %), Computerdemonstration (5%) Manuskripte online
20. Angeboten von:	Thermofluidynamik

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, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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. Sie beherrschen die Grundlagen der genauen Bestimmung thermophysikalischer Stoffeigenschaften für Prozesse mit vollständiger stofflicher Ausnutzung durch hohe Anforderungen des Umweltschutzes.		
13. Inhalt:	• Thermische Eigenschaften • Dampfdruck • Theorem der übereinstimmenden Zustände • Dichte von Gasen, überhitztem Dampf und Flüssigkeiten • Dichte auf der Grenzkurve • kritische Temperatur, kritischer Druck, kritisches Volumen • Verdampfungsenthalpie • spezifische Wärmekapazität • ideale, reale Gase und Flüssigkeiten • Temperatur- und Druckabhängigkeit • Methode der Gruppenbeiträge • Verfahren mit der Zusatzwärmekapazität • in der Nähe der Grenzkurve • im überkritischen Gebiet • Differenz der spezifischen Wärmekapazität auf der Grenzkurve		

- Näherungsverfahren
- Transporteigenschaften
- Viskosität von Gasen und Flüssigkeiten
- Druck- und Temperaturabhängigkeit
- Theorem der übereinstimmenden Zustände
- Flüssigkeiten auf der Siedelinie
- Wärmeleitfähigkeit
- Gase bei niedrigem u. hohem Druck
- Temperatur- und Druckabhängigkeit
- Flüssigkeiten
- Gemische
- Diffusionskoeffizient
- Gasgemische bei niedrigem und hohem Druck
- Flüssigkeiten
- Oberflächenspannung
- 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 • D. Lüdecke, C. Lüdecke: Thermodynamik - Physikalisch-chemische Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik • Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2000 • VDI-Wärmeatlas: Berechnungsblätter für den Wärmeübergang. 10. Aufl. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006 • Manuskript und Arbeitsblätter
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 183302 Übung Thermophysikalische Stoffeigenschaften • 183301 Vorlesung Thermophysikalische Stoffeigenschaften
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	18331 Thermophysikalische Stoffeigenschaften (PL), Schriftlich, 30 Min., 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 Niels Hansen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik -- > Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik -- > Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	inhaltlich: Technische Thermodynamik I und II, Molekulare Thermodynamik formal: Bachelor-Abschluss		
12. Lernziele:	Die Studierenden • können mit Hilfe von Computersimulationen thermodynamische Stoffeigenschaften einzig aus zwischenmolekularen Kräften ableiten. • 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. ; • können durch die Simulationen unterstützt eine optimale Auswahl von Fluiden für eine verfahrenstechnische Anwendung generieren, so beispielsweise ein prozessoptimiertes Lösungsmittel. • 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 Lennard-Jones-Potential sowie elektrostatische Potentiale. 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 • D. Frenkel, B.J. Smit: Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications, Academic Press • D.C. Rapaport: The Art of Molecular Dynamics Simulation, Cambridge University Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 264101 Vorlesung Molekularsimulation • 264102 Übung Molekularsimulation
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Nachbearbeitungszeit: 124 h Summe: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	26411 Molekularsimulation (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 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:	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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Fundierte Grundlagen in Thermodynamik, Chemie, Mathematik, Physik, Informatik 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 - Vereinfachte Reaktormodelle: Durchflussreaktoren, Chargenreaktoren, ideale Rührreaktoren, konstante Druck-/Volumenreaktoren - Grundlagen der numerischen Simulation: Modellbildung, Diskretisierung, Implementierung - Orts-/Zeitdiskretisierung, Anfangs-/Randbedingungen, explizite/implizite Lösungsverfahren - Übung: Implementierung und Simulation einfacher Verbrennungssysteme in Matlab
14. Literatur:	• Vorlesungsfolien • S.R. Turns, An Introduction to Combustion: Concepts and Applications, 2nd Edition, McGraw Hill (2006) • J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble, Verbrennung, 4th Edition, Springer (2010) • 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 • 305802 Computerübungen in Kleingruppen Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 1) Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Vorlesung: 2.0 SWS = 28 Stunden 2) Computerübungen in Kleingruppen Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Computerübungen (in Kleingruppen): 3.0 SWS = 42 Stunden Summe Präsenzzeit: 70 Stunden Selbststudium: 110 Stunden Gesamt: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30581 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 unbenotete Prüfungsvorleistung: schriftliche Hausaufgaben/Tests
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:	4	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Andreas Kronenburg		
9. Dozenten:	Andreas Kronenburg Oliver Thomas Stein		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodulare M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vertiefungsmodul: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge I + II Modul: Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben sich mit der Komplexität der Modellierung realer Verbrennungssysteme auseinandergesetzt. Sie sind mit den Grundzügen der Turbulenz und deren numerischen Simulation vertraut. Sie kennen verschiedene Ansätze zur Modellierung technischer Flammen und sind in der Lage dieses Wissen in vertiefenden Arbeiten umzusetzen.		

13. Inhalt:	• Wiederholung der Grundlagen der numerischen Strömungssimulation: Kontinuumsgleichungen/ Skalggleichungen, Orts- /Zeitdiskretisierung, Stabilität - Grundzüge reaktiver Strömungen: Reaktionskinetik, Verbrennungsmoden: vorgemischt / nicht-vorgemischt / teilvorgemischt, Phänomenologie / mathematische Beschreibung • Grundlagen der Turbulenz und Turbulenzsimulation: Reynoldszahl, turbulente Skalen, Energiekaskade, Kolmogorov, RANS / LES / DNS • Ansätze zur Modellierung turbulenter Flammen, u.a. Mixedis-Burnt, Gleichgewichtschemie, Flamelets, CMC, EBU, BML, FSD, G-Gleichung, PDF, LEM • Modellierung komplexer Geometrien von praktischer Relevanz • Schwerpunkt LES: gefilterte Gleichungen, Feinskalenmodellierung, Schließung • Beispiele: Verdrallte Gasflammen, Simulation von Kohle-Verbrennung Übung: Implementierung und Simulation mit Matlab/OpenFOAM
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript J.H. Ferziger, M. Peric, "Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer, 2002 T. Poinso, D. Veynante, "Theoretical and Numerical Combustion, 2nd Edition, RT Edwards Inc, 2005
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 305902 Computerübungen in Kleingruppen Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen • 305901 Vorlesung Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit/Nachbearbeitungszeit: 138 h Summe: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30591 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 unbenotete Prüfungsvorleistung: schriftliche Hausaufgaben/Tests
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen, 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik -- > Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluiddynamik -- > Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule		
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 1.1 Beispiele für die Anwendung Numerischer Methoden 1.2 Vorgehensweise der Numerischen Strömungssimulation 1.3 Eigenschaften von Differentialgleichungen 1.4 Differenzenverfahren zur Lösung der Poissongleichung 1.5 Geschichte der Numerischen Strömungssimulation 2 Simulation eindimensionaler kompressibler Strömungen 2.1 Beispiel: Stoßausbreitung in einem Rohr 2.2 Explizites Einschrittverfahren mit zentralen Differenzen 2.3 Lax-Wendroff Verfahren 3 Dreidimensionale Grundgleichungen der Strömungsmechanik 3.1 Ableitung für kompressible Strömungen 3.2 Randbedingungen 3.3 Vereinfachungen für inkompressible Strömungen 3.4 Randbedingungen 3.5 Beispiel einer Lösungsmethode: DuFort-Frankel Verfahren 3.6 Semi-Implizite Methode 4 Grundlagen der Diskretisierung 4.1 Zeitdiskretisierung 4.2 Diskretisierungsfehler 4.3 Rundungsfehler 4.4 Diskretisierung eindimensionaler Modellgleichungen 5 Netzgenerierung 5.1 Numerische Netze 5.2 Interpolationsmethode 5.3 Generierung Unstrukturierter Netze 5.4 Netzadaption 6 Finite-Differenzen Methoden 6.1 Transformation in den Rechenraum 6.2 Berechnung der Metrik-Koeffizienten 6.3 MacCormack Verfahren		

7 Finite-Volumen Methoden
7.1 Finite-Volumen Methode für eine Dgl. 1. Ordnung
7.2 Finite-Volumen Methode für die Poissongleichung
7.3 Semi-Implizite Finite-Volumen Methode
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:	Thermofluidynamik

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 211ChI2011, → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Strömungsmechanik und Wasserkraft --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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		

- 1.1 Characterization of Two-Phase Flows
  - 1.1.1 Two-Phase Flows, Examples
  - 1.1.2 Classification of Two-Phase Flows
  - 1.1.3 Stokes Number
  - 1.1.4 Turbulence in Two-Phase Flows
- 1.2 Euler-Lagrange Model
  - 1.2.1 Model Equations
  - 1.2.2 Computation of Particle-Laden Flow
  - 1.2.3 Numerical Integration of Particle Trajectories
  - 1.2.4 Lagrangian Turbulence Modeling
- 2 Adiabatic Two-Phase Flows (Gas-Liquid)
  - 2.1 Bubble Plume
    - 2.1.1 Mechanisms of Momentum Transfer
    - 2.1.2 Fundamental Equations
    - 2.1.3 Numerical Simulation of a Bubble Plume
  - 2.2 Bubbly Pipe Flow
    - 2.2.1 Experimental Observations
    - 2.2.2 Numerical Simulation of Bubbly Pipe Flows
    - 2.2.3 Bubble Dynamics
    - 2.2.4 Derivation of the Two-Fluid Equations
    - 2.2.5 Single-Phase Turbulence Modelling Overview
    - 2.2.6 Prandtl's Mixing-Length Model
    - 2.2.7 The K-epsilon Turbulence Model
    - 2.2.8 Two-Phase Turbulence Models
    - 2.2.9 Extended Continuum Models
  - 2.3 Stratified Flow
    - 2.3.1 Countercurrent Flow Experiments
    - 2.3.2 Forces at a Wavy Surface
    - 2.3.3 Two-Phase Turbulence Transport Models
  - 2.4 Direct Numerical Simulation
    - 2.4.1 Volume-of-Fluid Method
    - 2.4.2 Example: Determination of the Virtual Mass Coefficient
- 3 Two-Phase Flow with Heat and Mass Transfer
  - 3.1 Examples
    - 3.1.1 Boiling, Cavitation and Condensation of Water
  - 3.2 Continuum Model with Heat and Mass Transfer
    - 3.2.1 Direct-Contact Heat and Mass Transfer
    - 3.2.2 Number Density versus Particle Size
    - 3.2.3 Thermal Cavitation in Gravity-Driven Pipe Flow
    - 3.2.4 Nucleation Model
    - 3.2.5 Wall-Boiling Model
  - 3.3 Two-Phase Flows of Mixtures
    - 3.3.1 Thermodynamics of Wet Air and Vapour
    - 3.3.2 Two Fluid Model for Wet Air and Vapour
    - 3.3.3 Wall-Condensation Model
- 4 Flow and Heat Transfer at Supercritical Pressure
  - 4.1 Technical Applications of Supercritical Fluids
  - 4.2 Experiments of Heat Transfer to Supercritical Water Pipe Flows
  - 4.3 Empirical Correlations
  - 4.4 Two-Layer Theory for Heat Transfer of Pipe Flows
  - 4.5 One-Dimensional Theory
  - 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)
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 • 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 • 51782 Modeling of Two-Phase Flows (USL), Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermofluidodynamik

2273 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module: 51790 Fluid Dynamik der Atmosphäre
                          51800 Advanced Combustion
                          51810 Angewandte Strömungsmesstechnik und Versuchstechnik

---

Modul: 51790 Fluid Dynamik der Atmosphäre

2. Modulkürzel:	41600620	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien
9. Dozenten:	Eckart Laurien

10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Kernenergietechnik --> > Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer

11. Empfohlene Voraussetzungen:	Fluidmechanik I + II

12. Lernziele:	Die Absolventen des Kurses besitzen fundierte Kenntnisse über den Aufbau der Erdatmosphäre und das Wettergeschehen. Sie verstehen die Entstehung und Bewegung groß- und kleinräumiger Wettersysteme, den Aufbau der thermischen und strömungsmechanischen Bodengrenzschicht, die Rolle von Instabilitäten und Wolkenbildung, sowie die grundlegenden Mechanismen atmosphärischer Turbulenz. Zusätzlich besitzen die Absolventen notwendige Kenntnisse, um die Ausbreitung und ggf. Ablagerung von unterschiedlichen industriellen Schadstoffen, einschließlich radioaktiven Stoffen, aus Punktquellen abzuschätzen. Grundkenntnisse von Ausbreitungsrechnungen wie sie nach heutigem Stand durchgeführt werden, sind vorhanden.

13. Inhalt:	Gliederung -- Aerostatik der Atmosphäre -- Potentialtheorie -- Großräumige Wettersysteme -- Instabilitäten und Turbulenz -- Atmosphärische Grenzschichten -- Kleinräumige Wettersysteme -- Stoffausbreitung in der Atmosphäre -- Simulation / Ausbreitungsrechnung
14. Literatur:	D. Etling: Theoretische Meteorologie – Eine Einführung, 3. Auflage, Springer, Heidelberg, 2008 S.P. Arya: Air Pollution Meteorology and Dispersion, Oxford University Press, 1999
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 517901 Vorlesung Fluid Dynamik der Atmosphäre
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	3 x 30 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51791 Fluid Dynamik der Atmosphäre (BSL), Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermofluiddynamik

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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 1. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → 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. Poinso, 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 Summe: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51801 Advanced Combustion (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Thermofluiddynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 Experimente 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 Rudi Kulenovic Rainer Mertz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 3. Semester → Thermofluidodynamik --> 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 erforderlichen Aufwand für Berechnungen und Auswertungen abschätzen.		
13. Inhalt:	Numerische Strömungssimulation: Nach einer allgemeinen Einführung in die numerische Strömungssimulation werden von den Studenten unter Anleitung Simulationsrechnungen mit Hilfe der kommerziellen CFD-Software 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 wärmetechnische 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 Bildoperationen verarbeitet. In diesem Zusammenhang werden Bildanalysemethoden zur Objekterkennung, Objektverfolgung und Extrahierung von Objekteigenschaften vorgestellt. Die gezeigten Methoden sind allgemein anwendbar und werden in vielen Aufgabengebieten der optischen Messtechnik eingesetzt, z.B. bei der Objekterkennung, Qualitätssicherung in der Produktion und Videoüberwachung. 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 Strömungsgeschwindigkeitsmessungen 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 physikalischen 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 Praktikumssteilnehmer selbstständig Ausbreitungsrechnungen auf Basis von definierten Szenarien durchführen. Abschließend werden die Ergebnisse 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, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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:		

Die Studierenden

- kennen die physikalischen Grundlagen zur thermischen Energiespeicherung
- kennen Verfahren zur thermischen Energiespeicherung im Gebäudesektor und für industrielle und Kraftwerks-Prozesse
- kennen Anlagen und deren Komponenten zur thermischen Energiespeicherung
- kennen Verfahren zur Prüfung thermischer Energiespeicher und zur Ermittlung von Bewertungskriterien
- 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 Phasenwechsellvorgänge (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 • II: Vorlesungsmanuskript "Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 304701 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Grundlagen und Niedertemperaturanwendungen • 304702 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: ca. 56 h Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30471 Thermische Energiespeicher (PL), Schriftlich, 90 Min., 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:	Zweitemestrig
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, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → 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
  - Sekundärzellen: Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid, Nickel-Cadmium, Lithium-Ionen, Natrium-Schwefel, Redox-Flow
  - Anwendungen: Systemtechnik, Hybridisierung, portable Geräte, Fahrzeugtechnik, regenerative Energien
  - Herstellung, Sicherheitstechnik und Entsorgung Grundlagen und Hintergrund: Materialien und Elektrochemie, Zell- und Batteriekonzepte, Systemtechnik, Anwendungen
  - Praxis: Messung von Kennlinien, Präparation von Zellen, Analytik, Hybridisierung
  - 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 • 483902 Vorlesung mit theoretischen und praktischen Übungen Lithiumbatterien: Theorie und Praxis
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Vor- / Nachbereitung: 98 h Prüfungsvorbereitung: 40 h 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 → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodul M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester		

- Zusatzmodule
- M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester
  - Selection 1 --> Semicompulsory Modules
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester
  - Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester
  - Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester
  - Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Spezialisierungsfächer
- M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester
  - Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Techniken zur effizienten Energienutzung --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer

11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in Wärme- und Stoffübertragung
12. Lernziele:	Erworbenene Kompetenzen: Die Studierenden • kennen die Grundgesetze der Wärmeübertragung und der Strömungen • sind in der Lage die Grundlagen in Form von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden • kennen unterschiedliche Methoden zur Berechnung von Wärmeübertragern • kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertragerbauformen
13. Inhalt:	Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieurausbildung durch Vermittlung von Fachwissen für die Berechnung von Wärmeübertragern zu leisten. Die Lehrveranstaltung • zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis, • vermittelt die Grundlagen zur Berechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode) • behandelt Sonderbauformen und Spezialprobleme (Wärmeverluste), • vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und im Mantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung, Kondensation, Verdampfung), • führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände, Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren), • behandelt die Bestimmung von Druckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen • vermittelt die Berechnung von Regeneratoren
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript, • empfohlene Literatur: VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern

- 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h 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 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, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Erneuerbare thermische Energiesysteme --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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:		

Die Studierenden

- kennen die physikalischen Grundlagen zur thermischen Energiespeicherung
- kennen Verfahren zur thermischen Energiespeicherung im Gebäudesektor und für industrielle und Kraftwerks-Prozesse
- kennen Anlagen und deren Komponenten zur thermischen Energiespeicherung
- kennen Verfahren zur Prüfung thermischer Energiespeicher und zur Ermittlung von Bewertungskriterien
- 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 Phasenwechsellvorgänge (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 • II: Vorlesungsmanuskript "Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 304701 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Grundlagen und Niedertemperaturanwendungen • 304702 Vorlesung und Übung Thermische Energiespeicher - Hochtemperaturanwendungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: ca. 56 h Selbststudiumzeit/Nachbearbeitungszeit: ca. 124 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30471 Thermische Energiespeicher (PL), Schriftlich, 90 Min., 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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: • Elektrochemischen Speichern: Primärzellen (Alkali-Mangan,...), Sekundärzellen wie Blei-Akkumulator, Nickel-basierte Systeme, Redox-Flow-Zellen, Lithium-Ionen, Post Lithium-Ionen Zellen, Brennstoffzellen, Elektrolyse • Elektrischen Speichern (Spule, supraleitende Spule, Kondensator, Doppelschichtkondensator) • Elektromechanischen Speichern (Schwungrad, Gas, Wasser) Charakterisierung der Speicher anhand charakteristischer Größen wie: • Energieinhalt • Leistung (dynamisch/stationär) • Kosten • Betriebssicherheit Überblick über die wichtigsten Messverfahren 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 • 411702 Übung Speicher für Elektrische Energie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: ca. 124 h 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, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Elektrische Maschinen und Antriebe --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → 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 • Wichtige Messverfahren • Diskussion elektrischer Speichertechniken insbesondere in Bezug auf ihre Eignung zur nachhaltigen elektrischen Energieversorgung • 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 VL2: Ausgewählte Aspekte der Elektrochemie für elektrische Energiespeicherung VL3: Elektrochemie in der praktischen Anwendung VL4: Ladungstransport in Feststoffen und Flüssigkeiten, Festkörperbatterien (nächste Generation) VL5: Messverfahren und Überwachung I (Zellebene) VL6: Messverfahren und Überwachung II (Batterieebene) VL7: Brennstoffzellen VL8: Wasserstoffelektrolyse, moderne Verfahren der Wasserstoffspeicherung und -verteilung VL9: Photokatalytische Reaktoren VL10: Power to X		

VL11: Stationäre Energiespeicher (MWh-Bereich) auf der Basis von Batterien
VL12: Elektrische Energiespeicher in Inselösungen und Smart Grids
VL13: Alternative Speichertechniken für elektrische Energie
VL14: Zukünftige Speichertechniken für elektrische Energie
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 • 417502 Übung Speicher für Elektrische Energie II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 60 h Selbststudium: ca. 120 h 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:	Zweitemestrig
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, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → 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
- Sekundärzellen: Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid, Nickel-Cadmium, Lithium-Ionen, Natrium-Schwefel, Redox-Flow
- Anwendungen: Systemtechnik, Hybridisierung, portable Geräte, Fahrzeugtechnik, regenerative Energien
- Herstellung, Sicherheitstechnik und Entsorgung Grundlagen und Hintergrund: Materialien und Elektrochemie, Zell- und Batteriekonzepte, Systemtechnik, Anwendungen
- Praxis: Messung von Kennlinien, Präparation von Zellen, Analytik, Hybridisierung
- 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 • 483902 Vorlesung mit theoretischen und praktischen Übungen Lithiumbatterien: Theorie und Praxis

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Vor- / Nachbereitung: 98 h Prüfungsvorbereitung: 40 h 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 → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 2) Praxis: Messung von Kennlinien, Rasterelektronenmikroskopie, Hybridisierung 3) Theorie: Elektrochemische Simulationen, Wärmemanagement, Systemauslegung		
14. Literatur:	Skript zur Veranstaltung, 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 Selbststudium und Prüfungsvorbereitung: 62 Stunden 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
b) Praxis: Experimentelles Arbeiten im Labor
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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 - Primärzellen: Alkali-Mangan - Sekundärzellen: Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid, Lithium-Ionen - Anwendungen: Systemtechnik, Hybridisierung, portable Geräte, Fahrzeugtechnik, regenerative Energien

- Herstellung, Sicherheitstechnik und Entsorgung

---

14. Literatur:	Skript zur Vorlesung, 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 Vor- / Nachbereitung: 62 h 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 Micha Schäfer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 - Anwendung 1: Druckluftspeicher - Anwendung 2: Strom-Wärme-Strom Speicher - 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 Vor- / Nachbereitung: 49 h Prüfungsvorbereitung: 20 h 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 Verbundssysteme

2. Modulkürzel:	050310025	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Stefan Tenbohlen		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 719301 Vorlesung Elektrische Verbundsysteme		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71931 Elektrische Verbundsysteme (BSL), , Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
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 Klaus Spindler André Thess		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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: • Wärmeübertrager (Leistungsmessung eines Wärmeübertragers im Gleich- und Gegenstrombetrieb) (ITW) • Mini-BHKW (Gesamtbilanzierung und Wirkungsgradbestimmung eines erdgasbetriebenen Mini-Blockheizkraftwerks) (ITW) • Wirkungsgradberechnung des Heizkraftwerks der Universität Stuttgart (IFK) • Batterie - Brennstoffzellen - Hybridsystem (IES) 4 weitere Versuche sind aus dem Angebot des Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) zu absolvieren: • APMB 1 • APMB 2 • APMB 3 • APMB 4		
14. Literatur:	Praktikumsunterlagen (online verfügbar)		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 60 Stunden 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, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Ersatzschaltbilder der elektrischen Netzkomponenten. Sie können Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnungen durchführen.		
13. Inhalt:	• Aufgaben des elektrischen Energienetzes, Smart Grids • Einpolige Ersatzschaltungen der Betriebselemente für symmetrische Betriebsweise • Berechnung von Energieübertragungsanlagen und -netzen • Betrieb elektrischer Energieversorgungsnetze • Kurzschlussströme bei symmetrischem Kurzschluss • Symmetrische Komponenten		
14. Literatur:	• Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004 • Heuck, Dettmann: Elektrische Energieversorgung Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 6. Aufl., 2005		

- Hosemann (Hg.):Hütte Taschenbücher der Technik. Elektrische Energietechnik. Band 3: Netze. Springer-Verlag, Berlin, 2001
- Schwab: Elektroenergiesysteme, Springer-Verlag, 1. Aufl., 2006

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 115601 Vorlesung Elektrische Energienetze 1
- 115602 Übung Elektrische Energienetze 1

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 56 h
Selbststudium/Nacharbeitszeit: 124 h
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 → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine		

12. Lernziele:	Die Absolventen des Moduls kennen die kraftwerks- und netzseitigen Automatisierungs- und Regelungsaufgaben im Bereich der Stromerzeugung. Sie sind mit den aktuellen nationalen und internationalen Spezifikationen und Richtlinien für die Standard-Regelaufgaben in der Stromerzeugung vertraut und können bestehende Regelungen und ihre Auswirkungen auf das Verbundsystem bewerten.
13. Inhalt:	I: Einführung I.1 Aufbau elektrischer Energieversorgungssysteme I.2 Grundlagen der Systemdynamik und der Regelungstechnik I.3: Europäisches Verbundnetz und Verbundnetze weltweit I.4 Stromerzeugung und Netzbetrieb im liberalisierten Versorgungssystem II: Dynamisches Verhalten und Regelung der Netzpartner II.1a: fossile Dampfkraftwerke II.1b: Kernkraftwerke II.1c: Solarthermische Kraftwerke II.1d: Wasserkraftwerke II.1e: Windkraftanlagen II.1f: weitere dezentrale Erzeuger II.2: Verbraucher II.3: Netzbetriebsmittel/Leistungselektronik III: Netzregelung und Systemführung III.1: Frequenz-Wirkleistungs-Regelung III.2: Spannungsregelung III.3: Dynamisches Netzverhalten III.4: Monitoring IV: Aktuelle Herausforderungen IV.1: Einbindung erneuerbarer Energien IV.2: Ausweitung des europäischen Stromhandels IV.3: Erweiterungen des europäischen Verbundnetzes V: Übungen V.1: Fossil befeuerte Kraftwerke V.2: Kernkraftwerke und Wasserkraftwerke V.3: Leistungs-Frequenzregelung V.4: Lastflussrechnung
14. Literatur:	Vorlesungsskript, VDI/VDE-Richtlinienreihe 35xx, Nationale und internationale Netzcodes (TransmissionCode, DistributionCode, UCTE Operation Handbook)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 285501 Vorlesung Regelung von Kraftwerken und Netzen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden 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 ... :	Regelung von Kraftwerken und Netzen
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

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, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → 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 Ersatzschaltbilder der elektrischen Netzkomponenten. Sie können Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnungen durchführen.		
13. Inhalt:	• Aufgaben des elektrischen Energienetzes, Smart Grids • Einpolige Ersatzschaltungen der Betriebselemente für symmetrische Betriebsweise • Berechnung von Energieübertragungsanlagen und -netzen • Betrieb elektrischer Energieversorgungsnetze • Kurzschlussströme bei symmetrischem Kurzschluss • Symmetrische Komponenten		
14. Literatur:	• Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004 • Heuck, Dettmann: Elektrische Energieversorgung Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 6. Aufl., 2005		

- Hosemann (Hg.):Hütte Taschenbücher der Technik. Elektrische Energietechnik. Band 3: Netze. Springer-Verlag, Berlin, 2001
- Schwab: Elektroenergiesysteme, Springer-Verlag, 1. Aufl., 2006

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 115601 Vorlesung Elektrische Energienetze 1
- 115602 Übung Elektrische Energienetze 1

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 56 h
Selbststudium/Nacharbeitszeit: 124 h
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 Ulrich Schärli		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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. Unsymmetrische, insbesondere einpolige Kurzschlüsse bzw. Erdschlüsse können sie berechnen und die dabei auftretenden Vorgänge beurteilen. Darauf aufbauend können sie Fragen zur elektromagnetischen Kopplung und Beeinflussung durch Freileitungen beantworten. Sie können die thermische Belastbarkeit von Kabeln berechnen und kennen wichtige Einflussparameter. Sie können die Lastflussberechnung nach Newton-Raphson anwenden und deren Ergebnisse beurteilen. Oberschwingungen und Spannungsschwankungen können sie abschätzen. Sie kennen die aktuellen HGÜ-Techniken und deren Anwendungsfälle.		
13. Inhalt:	• Kennwerte von Drehstrom-Freileitungen und -Kabeln • Belastbarkeit von Kabeln • Vorgänge bei Erdschluss und Erdkurzschluss • Sternpunktbehandlung • Beeinflussung • Lastflussberechnung • Zustandserkennung • Netzurückwirkungen • Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)		
14. Literatur:	• Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer-Verlag • Heuck, Dettmann: Elektrische Energieversorgung. Vieweg-Verlag • Hosemann (Hg.): Hütte Taschenbücher der Technik. Elektrische Energietechnik. Band 3: Netze. Springer-Verlag • Handschin: Elektrische Energieübertragungssysteme. Teil 1: Stationärer Betriebszustand. Hüthig-Verlag • Brakelmann: Belastbarkeiten der Energiekabel. VDE-Verlag		

- Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Springer-Verlag

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 217602 Übung Elektrische Energienetze II • 217601 Vorlesung Elektrische Energienetze II
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden 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 → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Feuerungs- und Kraftwerkstechnik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 1. Semester → Selection 1 --> Semicompulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine		

12. Lernziele:	Die Absolventen des Moduls kennen die kraftwerks- und netzseitigen Automatisierungs- und Regelungsaufgaben im Bereich der Stromerzeugung. Sie sind mit den aktuellen nationalen und internationalen Spezifikationen und Richtlinien für die Standard-Regelaufgaben in der Stromerzeugung vertraut und können bestehende Regelungen und ihre Auswirkungen auf das Verbundsystem bewerten.
13. Inhalt:	I: Einführung I.1 Aufbau elektrischer Energieversorgungssysteme I.2 Grundlagen der Systemdynamik und der Regelungstechnik I.3: Europäisches Verbundnetz und Verbundnetze weltweit I.4 Stromerzeugung und Netzbetrieb im liberalisierten Versorgungssystem II: Dynamisches Verhalten und Regelung der Netzpartner II.1a: fossile Dampfkraftwerke II.1b: Kernkraftwerke II.1c: Solarthermische Kraftwerke II.1d: Wasserkraftwerke II.1e: Windkraftanlagen II.1f: weitere dezentrale Erzeuger II.2: Verbraucher II.3: Netzbetriebsmittel/Leistungselektronik III: Netzregelung und Systemführung III.1: Frequenz-Wirkleistungs-Regelung III.2: Spannungsregelung III.3: Dynamisches Netzverhalten III.4: Monitoring IV: Aktuelle Herausforderungen IV.1: Einbindung erneuerbarer Energien IV.2: Ausweitung des europäischen Stromhandels IV.3: Erweiterungen des europäischen Verbundnetzes V: Übungen V.1: Fossil befeuerte Kraftwerke V.2: Kernkraftwerke und Wasserkraftwerke V.3: Leistungs-Frequenzregelung V.4: Lastflussrechnung
14. Literatur:	Vorlesungsskript, VDI/VDE-Richtlinienreihe 35xx, Nationale und internationale Netzcodes (TransmissionCode, DistributionCode, UCTE Operation Handbook)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 285501 Vorlesung Regelung von Kraftwerken und Netzen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden 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 ... :	Regelung von Kraftwerken und Netzen
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, → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Selection 1 --> Semicompulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 • Aggregation, Virtuelle Kraftwerke, Mikronetze • Smart Metering, Informations- und Kommunikationstechnik • Netzanschlussbedingungen und Systemdienstleistungen (z.B. Spannungs- und Frequenzhaltung) • Verteilnetzplanung • Netzmodellierung • Netzberechnung • Verteilnetzbetrieb		

14. Literatur:	• V. Quaschnig, Regenerative Energiesysteme, 5. Aufl., Hanser Verlag • VDE-Studie: Smart Distribution 2020, ETG, 2008 • VDE-Studie: Smart Energy 2020, ETG, 2010 • M. Sanchez: Smart Electricity Networks, Renewable Energies and Energy Efficiency, Vol. 3, 2007. • ILIAS, Online-Material • dena Studie Systemdienstleistungen 2030 • Buchholz, B. M. , Styczynski, Z.: Smart Grids - Grundlagen und Technologien der elektrischen Netze der Zukunft
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 291401 Vorlesung Smart Grids • 291402 Übung Smart Grids
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h 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

2293 Ergänzungsfächer mit 3 LP

Zugeordnete Module: 29180 Dynamik elektrischer Verbundsysteme
                          37010 Netzintegration von Windenergie
                          58110 Expertensysteme in der elektrischen Energieversorgung
                          71930 Elektrische Verbundssysteme

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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlen: Grundlagen der Elektrotechnik, Grundlagen der Regelungstechnik, Mathematik		
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:	Einführung: • Bedeutung des Verbundnetzbetriebs • Teilnehmer im Verbundnetzbetrieb • Randbedingungen für einen stabilen Netzbetrieb Grundlegende Zusammenhänge der Netzdynamik • Leitungs-Frequenzverhalten • Einfluss der Schwungmassen (Netzanlaufzeit) • Einfluss des Netzes (Netzselbsregeleffekt) • Automatisierte Regeleinrichtungen (Primär- und Sekundärregelung) Dynamik der Betriebsmittel im Verbundnetz • Zusammenhang der Netzdynamik mit den dyn. Eigenschaften der Betriebsmittel • Dynamische Eigenschaften aller wesentlichen Betriebsmittel im Verbundnetz, d.h. • Dynamik konventioneller Kraftwerke inkl. Regeleinrichtungen • Dynamische Eigenschaften neuer Erzeuger: WKAs, PV-Anlagen, etc.		

Netzregelung

- Konzept der Leistungs-Frequenz-Regelung: Primär-, Sekundär- sowie Minuten-Reserve
- Technische Umsetzung der Leistungs-Frequenz-Regelung in Kraftwerken: Primär-, Sekundär- und Tertiär-Regelung sowie Drehzahlregelung
- Richtlinien: Rahmenbedingungen für die Leistungs-Frequenz-Regelung
- Auswirkungen unterschiedlicher Regler-Einstellungen auf das Frequenzverhalten
- Konzept und technische Umsetzung weiterer Regeleinrichtungen (z.B. Spannungsregelung)

Netzstabilität

- Einführung in die Wesentlichen Stabilitätsaspekte in elektrischen Verbundsystemen

Ursachen von Netzpendelungen

- Pendelung des Synchrongenerators am Netz und der Einfluss weiterer Einflussgrößen wie Leitungsimpedanzen, Lastflüsse, Spannung und Generatorleistung
- Elektromechanische Ausgleichsbewegung (Netzpendelungen) und elektromechanische Wellenausbreitung
- Dämpfung von Netzpendelungen (Power System Stabilizer und Leistungselektronik)

Analyse von Netzpendelungen

- Simulationsbasierte Methoden im Zeit- und Frequenzbereich am Beispiel des Kontinentaleuropäischen Verbundsystems
- Messdatenbasierte Methoden zur Analyse von Netzpendelungen
- Online-Monitoring Systeme

---

14. Literatur:	Vorlesungsskript, VDI/VDE-Richtlinienreihe 35xx, Nationale und internationale Netzcodes (TransmissionCode, DistributionCode, UCTE Operation Handbook), einschlägige Veröffentlichungen, Lehrbücher (z.B. Kundur: Power System Stability and Control)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 291801 Vorlesung Dynamik elektrischer Verbundsysteme
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudium: 62 h Summe: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29181 Dynamik elektrischer Verbundsysteme (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PPT-Präsentation, Tafelanschrieb, ILIAS
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, → Zusatzmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Windenergie --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicherung und -verteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → 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 - Aerodynamische Grundlagen - Generatorkonzepte - Netzurückwirkungen - Betrieb von Netzen mit hohem Windenergieanteil - Einfluss der Windenergie auf die Netzstabilität - Fallbeispiele	
14. Literatur:		• Hau, Windkraftanlagen - Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, 4. Aufl., 2008	

- Heier, Windkraftanlagen - Systemauslegung, Integration und Regelung, 4. Aufl., 2005
- Hormann/Just/Schlabbach, Netzurückwirkungen, 3. Aufl., 2008
- Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 6. Aufl., 2004
- V. Crastan, Elektrische Energieversorgung II, 2 Aufl., 2008

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 370101 Vorlesung Netzintegration von Windenergie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden 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, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → 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. Sie kennen die Grundidee der Expertensysteme sowie deren Vorteile und Nachteile in Bezug auf die Unterstützung des Betriebes elektrischer Netze. 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 Wissensbasierte Systeme (Expertensysteme in der Energieversorgung) Logische Grundbegriffe Wissensrepräsentation Deklaratives Programmieren Inferenzmechanismen Behandlung von Ungenauigkeiten Fuzzy-Logik Fuzzy-Algebra Künstliche Neuronale Netze Genetische Algorithmen Beispiele der Expertensysteme		
14. Literatur:	ILIAS, Online-Material weitere Literaturquellen werden zum Vorlesungsanfang angegeben		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 581101 Vorlesung Expertensysteme in der elektrischen Energieversorgung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudiumszeit : 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	58111 Expertensysteme in der elektrischen Energieversorgung (BSL), Mündlich, Gewichtung: 1 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 Verbundssysteme

2. Modulkürzel:	050310025	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Stefan Tenbohlen		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiespeicher --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Ergänzungsfächer mit 3 LP --> Energiesysteme und Energiewirtschaft --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 719301 Vorlesung Elektrische Verbundsysteme		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71931 Elektrische Verbundsysteme (BSL), , Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
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:	Günter Scheffknecht Kai Hufendiek Stefan Riedelbauch Andreas Friedrich Andreas Friedrich		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, → Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Energieverteilung --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Empfohlen: Vorlesungen Thermodynamik, Regelung von Kraftwerken und Netzen</i>		
12. Lernziele:	<i>Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Vorlesungsinhalte anzuwenden und in der Praxis umzusetzen.</i>		
13. Inhalt:	<i>Es sind folgende 4 Spezialisierungsfachversuche an den entsprechenden Instituten zu belegen, dazu ist jeweils eine Ausarbeitung anzufertigen:</i> - Wirkungsgradberechnung des Heizkraftwerks der Universität Stuttgart (IFK) - Online-Praktikum Stromverbrauchsanalyse und elektrisches Lastmanagement (IER) - Netzregelung mit Flusskraftwerken zum Ausgleich fluktuierender erneuerbarer Energien (IHS) - Batterie-Brennstoffzellen-Hybrid-System (IES) <i>4 weitere Versuche sind aus dem Angebot des Allgemeinen Praktikums Maschinenbau (APMB) zu absolvieren:</i> - APMB 1 - APMB 2 - APMB 3 - APMB 4		
14. Literatur:	<i>Praktikumsunterlagen (online verfügbar)</i>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<i>Präsenzzeit: 30 Stunden</i> <i>Selbststudium: 60 Stunden</i> <i>Summe: 90 Stunden</i>		

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

---

122 Pflichtfächer

Zugeordnete Module: 13060 Grundlagen der Heiz- und Raumluftechnik
                              35990 Industriepraktikum Energietechnik
                              80690 Studienarbeit Energietechnik

---

Modul: 13060 Grundlagen der Heiz- und Raumlufthtechnik

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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, → Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Compulsory Modules M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit --> Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 2. Semester → Kernfächer mit 6 LP --> Gebäudeenergetik --> Gruppe 1: Fachspezifisches Spezialisierungsfach --> Spezialisierungsmodule M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Pflichtfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 1. Semester → Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	• Höhere Mathematik I + II • Technische Mechanik I + II		
12. Lernziele:	Im Modul Grundlagen der Heiz- und Raumlufthtechnik 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. Erworbene Kompetenzen: Die Studenten • sind mit den grundlegenden Methoden zur Anlagenauslegung vertraut, • kennen die thermodynamischen Grundoperationen der Behandlung feuchter Luft, der Verbrennung und des Wärme- und Stofftransportes • verstehen den Zusammenhang zwischen Anlagenauslegung und funktion und den Innenlasten, den meteorologischen Randbedingungen und der thermischen sowie lufthygienischen Behaglichkeit		
13. Inhalt:	• Systematik der heiz- und rumlufthtechnischen Anlagen • Strömung in Kanälen und Räumen • Wärmeübergang durch Konvektion und Temperaturstrahlung • Wärmeleitung • Thermodynamik feuchter Luft • Verbrennung • meteorologische Grundlagen • Anlagenauslegung		

	• thermische und lufthygienische Behaglichkeit
14. Literatur:	• Recknagel, H., Sprenger, E., Schramek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, Oldenbourg Industrieverlag, München, 2007 • 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 • Bach, H., Hesslinger, S.: Warmwasserfußbodenheizung, 3.Auflage, Karlsruhe: C.F. Müller-Verlag, 1981 • Wagner, W.: Wärmeübertragung -Grundlagen, 5. über. Auflage, Würzburg: Vogel-Verlag, 1998 • 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 • Knabe, G.: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin 1992
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 130601 Vorlesung und Übung Grundlagen der Heiz- und Raumluftechnik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	13061 Grundlagen der Heiz- und Raumluftechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesungsskript
20. Angeboten von:	Heiz- und Raumluftechnik

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 Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, 3. Semester M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 3. Semester → Vertiefungsmodule M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Compulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 2. Semester → Pflichtfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Compulsory Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, 3. Semester → 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), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb		

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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2011, M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, → Pflichtfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Outgoing Double Degree, PO 211CaO2014, → Compulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die / der Studierende hat die Fähigkeit zur selbständigen Durchführung einer wissenschaftlichen Arbeit erworben. 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 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:	80691 Studienarbeit Energietechnik (PL), , Gewichtung: 12		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Technische Verbrennung		

Modul: 72050 Module Chalmers University of Technology

---

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	-
3. Leistungspunkte:	60 LP	6. Turnus:	-
4. SWS:	-	7. Sprache:	-

---

8. Modulverantwortlicher:

---

9. Dozenten:

---

10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014,

---

11. Empfohlene Voraussetzungen:

---

12. Lernziele:

---

13. Inhalt:

---

14. Literatur:

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:	72051 Module Chalmers University of Technology (PL), , Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: