

Modulhandbuch
Studiengang Master of Science Energietechnik
Chalmers Incoming Double Degree
Prüfungsordnung: 211ChI2014

Sommersemester 2017
Stand: 31.03.2017

Universität Stuttgart
Keplerstr. 7
70174 Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

111 Compulsory Modules	3
35990 Industriepraktikum Energietechnik	4
80270 Masterarbeit Energietechnik	5
112 Specialized Modules	6
1110 Combustion and Power Plant Technology	7
1111 Core Modules	8
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning	9
1112 Core/Elective Modules (6 CP)	12
15970 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen	13
30580 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen	16
1113 Elective Modules (3 CP)	18
30600 Basics of Air Quality Control	19
36790 Thermal Waste Treatment	21
39130 Engine Combustion and Emissions	23
40480 Flue Gas Cleaning	25
46670 Fluid Dynamics	27
30620 Praktikum Feuerungs- und Kraftwerkstechnik	29
1120 Thermofluid Dynamics	31
1121 Core Modules	32
14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II	33
1122 Core/Elective Modules (6 CP)	35
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning	36
30590 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen	39
51780 Modeling of Two-Phase Flows	41
1123 Elective Modules (3 CP)	44
51790 Fluid Dynamik der Atmosphäre	45
51800 Advanced Combustion	47
51820 Practical Work Thermofluid Dynamics	49
1130 Energy and Environment	51
1131 Core Modules	52
19080 Pollutant Formation and Air Quality Control	53
1132 Core/Elective Modules (6 CP)	55
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning	56
1133 Elective Modules (3 CP)	59
19140 Technology Assessment	60
30990 Emissions reduction at selected industrial processes	62
39130 Engine Combustion and Emissions	64
39140 Sustainable Production Processes	66
40480 Flue Gas Cleaning	68
32010 Praktikum Energie und Umwelt	70
72050 Module Chalmers University of Technology	72

111 Compulsory Modules

Zugeordnete Module: 35990 Industriepraktikum Energietechnik
 80270 Masterarbeit Energietechnik

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: 80270 Masterarbeit Energietechnik

2. Modulkürzel:	042500009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	30 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Günter Scheffknecht		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 4. Semester → Compulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 4. Semester → Compulsory Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 4. Semester M.Sc. Energietechnik, PO 211-2011, 4. Semester		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Mindestens 72 erworbene Leistungspunkte		
12. Lernziele:	Zur Erlangung des Mastergrades ist eine Masterarbeit anzufertigen. In ihr soll der Studierende seine Fähigkeit nachweisen, die im Studium erworbenen Kenntnisse in einer selbständigen wissenschaftlichen Arbeit auf Projekte aus der Ingenieurspraxis anzuwenden. Eine Problemstellung soll innerhalb einer vorgegebenen Frist selbstständig strukturiert werden, nach wissenschaftlichen Methoden systematisch bearbeitet und schließlich transparent dokumentiert werden.		
13. Inhalt:	Wird individuell definiert.		
14. Literatur:	keine		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 802701 Masterarbeit Energietechnik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	900h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:			
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Thermische Kraftwerkstechnik		

112 Specialized Modules

Zugeordnete Module:	1110	Combustion and Power Plant Technology
	1120	Thermofluid Dynamics
	1130	Energy and Environment

1110 Combustion and Power Plant Technology

Zugeordnete Module:	1111	Core Modules
	1112	Core/Elective Modules (6 CP)
	1113	Elective Modules (3 CP)
	30620	Praktikum Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

1111 Core Modules

Zugeordnete Module: 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

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 211CaI2014, 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

1112 Core/Elective Modules (6 CP)

Zugeordnete Module: 15970 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen
 30580 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen

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 Programmieretechnik 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: 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 --> Thermofluidodynamik --> 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 --> Thermofluidodynamik --> 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

1113 Elective Modules (3 CP)

Zugeordnete Module: 30600 Basics of Air Quality Control
 36790 Thermal Waste Treatment
 39130 Engine Combustion and Emissions
 40480 Flue Gas Cleaning
 46670 Fluid Dynamics

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: 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: 39130 Engine Combustion and Emissions

2. Modulkürzel:	070800101	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Dietmar Schmidt		
9. Dozenten:	Dietmar Schmidt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, → 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 Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students know the physical-chemistry processes of combustion in Otto- and Diesel engines (e.g. kinetics, fuels, turbulence-chemistry interactions) and newer strategies (e.g. HCCI). Pollutant formation path ways and reduction techniques of pollutant formation, exhaust gas aftertreatment in engines. The students are able to transport new ideas or modifications onto engine behaviour, like e. g. power, efficiency, pollutant formation, etc.p { margin-bottom: 0.21cm,		
13. Inhalt:	• Fundamentals of combustion and thermodynamics related to engine combustion • Fuels • Combustion of spark ignited engines (Otto-engines): combustion, ignition, flame propagation, turbulence effects, knock • Combustion in Diesel-engines: combustion, turbulence effects, auto-ignition, spray combustion • Combustion in HCCI-engines, low-temperature kinetics • Exhaust gases in Otto-engines: emissions and aftertreatment • Exhaust gases in Diesel-engines: emissions and aftertreatment		
14. Literatur:	• Turns, An Introduction to Combustion, Mc Graw Hill • Manuscript		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 391301 Lecture Engine Combustion and Emissions
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 21 h private study: 69 h overall: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39131 Engine Combustion and Emissions (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Blackboard, ppt-presentation
20. Angeboten von:	Verbrennungsmotoren

Modul: 40480 Flue Gas Cleaning

2. Modulkürzel:	042500025	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	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 Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. 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) --> Energy and Environment --> Specialized Modules 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		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Fundamentals of Engineering Science and Natural Science, fundamentals of Mechanical Engineering, Process Engineering, Combustion and Pollutants Formation, Reaction Kinetics as well as Air Quality Control		
12. Lernziele:	The students of the module have understood the principles of flue gas cleaning techniques to be applied to control the remaining pollutant emissions from combustion processes and firings. 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:	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:	• Lecture notes Flue gas cleaning • Skript • Notes for practical work		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 404801 Vorlesung Flue Gas Cleaning at Combustion Plants		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 36 h Self study: 54 h		

Sum: 90 h

17. Prüfungsnummer/n und -name:	40481 Flue Gas Cleaning (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint Presentations, Black board, ILIAS
20. Angeboten von:	Thermische Kraftwerkstechnik

Modul: 46670 Fluid Dynamics

2. Modulkürzel:	041600299	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien		
9. Dozenten:	Eckart Laurien		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. 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		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Knowledge in mechanical, chemical, or civil engineering		
12. Lernziele:	The students are able to identify the physical mechanism of diffusion, convection and heat conduction within flows of fluid mixtures and establish a mathematical formulation for their description. They are able to select mathematical and numerical procedures for their solution, estimate the uncertainties, and perform numerical simulations using state-of-the-art simulation tools. Therefore they are able to investigate, understand, optimize, and evaluate the elements of complex technical processes of water and/or air treatment.		
13. Inhalt:	Flow with Heat Transfer 1 Introduction 1.1 Fundamentals 1.1.1 Thermo-Fluid Dynamics 1.1.2 Natural Convection in a Container 1.1.3 Fluids and their Properties 1.2 Methods 1.2.1 Dimension Analysis of Natural Convection 1.2.2 Experimental Method 1.2.3 Experimental Observations of Container Convection 2 Governing Equations 2.1 Physical Effects 2.2 The Navier-Stokes Equations 3 Selected Problems 3.1 Channel and Pipe Flows 3.1.1 Fully Developed Channel Flow 3.1.2 Developed Pipe Flow 3.1.3 Temperature Distribution of the Fully Developed Pipe Flow 3.1.4 Pipe-Inlet Flows 3.2 Thermal Boundary Layers 3.2.1 Boundary-Layer Theory 3.2.2 Flat-Plate Boundary Layer 3.3 Turbulent Flows		

3.3.1 Visualization of Turbulent Flows
 3.3.2 Reynolds-Averaged Navier-Stokes Equations
 3.3.3 Turbulent Pipe Flow
 Computational Fluid Dynamics
 1 Introduction
 1.1 The Four Steps to Perform a CFD Calculation
 1.2 Navier-Stokes Equations
 1.3 Finite-Volume Method
 2 Application of CFD to a Pipe Elbow
 2.1 Physical Phenomena in a Pipe Elbow
 2.2 Numerical Flow Simulation of a Pipe Elbow
 3 Accuracy and Error
 3.1 Numerical Diffusion
 3.2 Grid Sensitivity
 4 Turbulence Modelling
 4.1 Reynolds-Averaged Navier-Stokes Equations
 4.2 The K-eps Turbulence Model

14. Literatur:	Manuscript and slides available in ILIAS. Further literature: E. Laurien und H. Oertel: Numerische Strömungsmechanik, Vieweg+Teubner, 4. Auflage 2011
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 466701 Vorlesung und Übung Flow with Heat Transfer • 466702 Vorlesung Computational Fluid Dynamics
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	exam: 2hours sum of attendance: 44 hours self-study: 46 hours total: 90 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	46671 Fluid Dynamics (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermofluidodynamik

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 211CaI2014, → 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

1120 Thermofluid Dynamics

Zugeordnete Module:	1121	Core Modules
	1122	Core/Elective Modules (6 CP)
	1123	Elective Modules (3 CP)
	51820	Practical Work Thermofluid Dynamics

1121 Core Modules

Zugeordnete Module: 14090 Grundlagen Technischer Verbrennungsvorgänge I + II

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 211CaI2014, 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

1122 Core/Elective Modules (6 CP)

Zugeordnete Module: 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning
 30590 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen
 51780 Modeling of Two-Phase Flows

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 211CaI2014, 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: 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 --> Thermofluidodynamik --> Gruppe 2: Spezialisierungsfach mit Querschnittscharakter --> 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 211ChI2014, 3. Semester → Core/Elective Modules (6 CP) --> Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 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 --> 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 Chalmers Outgoing Double Degree, PO 211ChO2014, 1. Semester → Kern- / Ergänzungsfächer mit 6 LP --> Thermofluidodynamik --> 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: Kontinuums Gleichungen/ Skalar Gleichungen, 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, Gleichgewichtsschemie, Flamelets, CMC, EBU, BML, FSD, G-Gleichung, PDF, LEM • Modellierung komplexer Geometrien von praktischer Relevanz • Schwerpunkt LES: gefilterte Gleichungen, Feinskalenmodellierung, Schließung • Beispiele: Verdichtete 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: 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

1123 Elective Modules (3 CP)

Zugeordnete Module: 51790 Fluid Dynamik der Atmosphäre
 51800 Advanced Combustion

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 -- Kleinstäumige 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:	Thermofluidodynamik

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: 51820 Practical Work Thermofluid Dynamics

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien		
9. Dozenten:	Eckart Laurien Rudi Kulenovic Rainer Mertz Walter Scheuermann Andreas Kronenburg		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester → Thermofluid Dynamics --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Thermofluid Dynamics --> Spezialisierungsfächer		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students have an overview on practical methods to understand and quantify laminar and turbulent flows of liquids, gases and two-phase mixtures without or with heat transfer and with or without chemical reaction. They have special knowledge about state-of-the-art measurement techniques and the numerical simulation program CFX and/or OpenFOAM.		
13. Inhalt:	Computational fluid dynamics: A general introduction into computational fluid dynamics forms the basis for the first –assisted– fluid flow computations using the commercial software CFX. The students will investigate the dependence of their simulation results on the discretization of the computational domain. With the aid of the example of flow induced by natural convection within a simple geometry the students determine technically relevant parameters, e.g. heat conduction coefficient and Nusselt number. Digital Image Processing: An experimental setup will be used where boiling processes can be observed. The necessary conditions for image processing will be discussed, e.g. image resolution, light sources, data selection frequencies and data sizes. A test image will be taken and will be processed by using suitable morphological image processing techniques. This requires knowledge of some image analysis methods such as pattern recognition, object tracking and extraction of object properties. The demonstrated methods are universally applicable and are used in many different areas, e.g. object recognition, quality assurance in production and video surveillance. Laseroptical measurements for fluid flows: The practical session will provide an overview over the current non-invasive laseroptical methods for the measurement of thermodynamical flow properties such as flow velocities, temperature distributions, mixing ratios etc ... Potential applications will be discussed. The method of particle-image velocimetry (PIV) will be introduced in more detail and its application will be demonstrated by measuring the flow velocities of channel flow		

using the laboratory setup at IKE. Ultrafast x-ray tomographie for two-phase flows: The methodology and the functionality of ultrafast computer tomography will be explained. This includes the electronic beam guidance, the detector technology and digital image reconstruction. In the second part of the session, the students will receive the opportunity to scan and reconstruct a phantom image. Simulation of turbulent combustion processes: Students will be guided to carry out numerical simulations of turbulent non-premixed flames. A short introduction will present some theory of turbulent flows and combustion including several aspects of simple turbulent combustion models and the so-called flamelet-model. The students will learn how to use the simulation software package OpenFOAM, they will run some simulations and analyse the influence of the combustion model and of the flow field on the species predictions in the flame.

14. Literatur:	Work material
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 518201 Practical Work Thermofluid Dynamics
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	3 x 30 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51821 Practical Work Thermofluid Dynamics (USL), Mündlich, Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Thermofluidodynamik

1130 Energy and Environment

Zugeordnete Module:	1131	Core Modules
	1132	Core/Elective Modules (6 CP)
	1133	Elective Modules (3 CP)
	32010	Praktikum Energie und Umwelt

1131 Core Modules

Zugeordnete Module: 19080 Pollutant Formation and Air Quality Control

Modul: 19080 Pollutant Formation and Air Quality Control

2. Modulkürzel:	04250027	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Ulrich Vogt		
9. Dozenten:	Andreas Kronenburg Ulrich Vogt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, → Core Modules --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211CaI2014, 3. Semester → Core Modules --> Energy and Environment --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Core Modules --> Energy and Environment --> Specialized Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Fundamental knowledge in Chemistry, Thermodynamics and Meteorology		
12. Lernziele:	The graduates of the module have understood the physics and chemistry of combustion and subsequently the air pollutants formation. Thus the student has acquired the basis for further understanding and application of air pollution control studies and measures.		
13. Inhalt:	I: Chemistry and Physics of Combustion (Kronenburg): Definitions and phenomena Conservation laws Laminar flames Chemical reaction Reaction mechanisms Laminar premixed flames, Laminar non-premixed flames NO-formation, NO-reduction Unburned hydrocarbons Soot formation Phenomena on turbulent flames II: Basics of Air Quality Control (Vogt): 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:	• 190802 Lecture Basics of Air Quality Control • 190801 Lecture Chemistry and Physics of Combustion
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: I Chemistry and Physics of Combustion, lecture: 2.0 SWS = 28 hours, exercises: 1.0 SWS = 14 hours II Basics of Air Quality Control: 2 SWS = 28 hours + 62 hours self study exam: 2hours sum of attendance: 80 hours self-study: 100 hours total: 180 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	19081 Pollutant Formation and Air Quality Control (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PpT slides, black board, ILIAS
20. Angeboten von:	Thermische Kraftwerkstechnik

1132 Core/Elective Modules (6 CP)

Zugeordnete Module: 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

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 211CaI2014, 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

1133 Elective Modules (3 CP)

Zugeordnete Module: 19140 Technology Assessment
 30990 Emissions reduction at selected industrial processes
 39130 Engine Combustion and Emissions
 39140 Sustainable Production Processes
 40480 Flue Gas Cleaning

Modul: 19140 Technology Assessment

2. Modulkürzel:	041210012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Friedrich		
9. Dozenten:	Rainer Friedrich		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Students get to know the basic theories of environmental economics and understand the meaning of sustainable development and welfare optimisation. They understand and can apply the relevant methods of technology assessment including the cost benefit analysis. They can thus deduce environmental objectives, assess alternative technologies and defend the application of measures and techniques for environmental protection. Furthermore they know how to make presentations and how to prepare scientific publications.		
13. Inhalt:	Technology Assessment and Environmental Economics: Principles of environmental economics, health and environmental protection as sub-goal to welfare optimisation and indicator for sustainable development, intertemporal comparison of costs and benefits by discounting, investment appraisal, economics of resources, methods for technology assessment, decisions with multiple criteria, life cycle assessment, multi attribute utility analysis, cost-effectiveness and cost-benefit-analysis, ecopolitical instruments.		
14. Literatur:	Script, online-tutorial Common, M., Stagl, S. 2005: Ecological economics: an introduction, Cambridge: Cambridge Univ. Press		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 191401 Vorlesung Technology Assessment and Environmental Economics • 191402 Seminar Presentations and Publications		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: I: Technology Assessment and Environmental Economics:, lecture: 2.0SWS = 28hours II Presentations and Publications: 0.5SWS = 7hours Exam: 2hours Sum of attendance: 37 hours		

Self-study: 53hours

Total: 90 hours

17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 19141 Technology Assessment and Environmental Economics (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Not graded <u>but compulsory</u> study performance for the exam(USL-V): presence during the seminar as well as giving a presentation
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint slides, blackboard
20. Angeboten von:	Energiewirtschaft 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, foundry, steel factory, refinery, pulp and paper production, chipboard factory, lacquering plant, glass 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 and 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 Techniques), 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: 39130 Engine Combustion and Emissions

2. Modulkürzel:	070800101	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Dietmar Schmidt		
9. Dozenten:	Dietmar Schmidt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, → 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 Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Combustion and Power Plant Technology --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students know the physical-chemistry processes of combustion in Otto- and Diesel engines (e.g. kinetics, fuels, turbulence-chemistry interactions) and newer strategies (e.g. HCCI). Pollutant formation path ways and reduction techniques of pollutant formation, exhaust gas aftertreatment in engines. The students are able to transport new ideas or modifications onto engine behaviour, like e. g. power, efficiency, pollutant formation, etc.p { margin-bottom: 0.21cm,		
13. Inhalt:	• Fundamentals of combustion and thermodynamics related to engine combustion • Fuels • Combustion of spark ignited engines (Otto-engines): combustion, ignition, flame propagation, turbulence effects, knock • Combustion in Diesel-engines: combustion, turbulence effects, auto-ignition, spray combustion • Combustion in HCCI-engines, low-temperature kinetics • Exhaust gases in Otto-engines: emissions and aftertreatment • Exhaust gases in Diesel-engines: emissions and aftertreatment		
14. Literatur:	• Turns, An Introduction to Combustion, Mc Graw Hill • Manuscript		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 391301 Lecture Engine Combustion and Emissions
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 21 h private study: 69 h overall: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39131 Engine Combustion and Emissions (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Blackboard, ppt-presentation
20. Angeboten von:	Verbrennungsmotoren

Modul: 39140 Sustainable Production Processes

2. Modulkürzel:	074300030	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Günter Tovar		
9. Dozenten:	Günter Tovar Steffen Schütz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Energietechnik Cartagena Incoming Double Degree, PO 211Cal2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> 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:	Good knowledge of basics of process engineering, chemistry and environmental engineering		
12. Lernziele:	• The students know the principles of sustainability and sustainable pro-duction. • The students have understood the needs for sustainable production. • The students are able to analyze and assess production processes with respect to sustainability. • The students have the competence of sustainable process develop-ment. • The students can identify opportunities for process optimization and improvement and describe the sustainable processes.		
13. Inhalt:	• Introduction to sustainable development and sustainable production. • Impact of production processes on the environment. • Sustainable production processes in the chemical industries. • Sustainable production processes in the metal industries. • Sustainable production processes in the ceramic industries		
14. Literatur:	• Chemical Technology and the Environment - Volume 1 Kirk Othmer, John Wiley und Sons, New Jersey 2007 • P. Eyerer, Th. Hirth, J. Woidasky, Nachhaltige rohstoffnahe Produktion, IRB-Verlag, 2007 • Lecture notes		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 391401 Vorlesung Sustainable Production Processes		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 21 h Private study: approx. 69 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39141 Sustainable Production Processes (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:	Blackboard, PPT-presentation, manuscript of the lecture
-----------------	---

20. Angeboten von:	Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie
--------------------	---

Modul: 40480 Flue Gas Cleaning

2. Modulkürzel:	042500025	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	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 Incoming Double Degree, PO 211ChI2014, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Specialized Modules M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. Semester → Elective Modules (3 CP) --> Energy and Environment --> Spezialisierungsfächer M.Sc. Energietechnik Chalmers Incoming Double Degree, PO 211ChI2011, 3. 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) --> Energy and Environment --> Specialized Modules 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		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Fundamentals of Engineering Science and Natural Science, fundamentals of Mechanical Engineering, Process Engineering, Combustion and Pollutants Formation, Reaction Kinetics as well as Air Quality Control		
12. Lernziele:	The students of the module have understood the principles of flue gas cleaning techniques to be applied to control the remaining pollutant emissions from combustion processes and firings. 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:	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:	• Lecture notes Flue gas cleaning • Skript • Notes for practical work		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 404801 Vorlesung Flue Gas Cleaning at Combustion Plants		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 36 h Self study: 54 h		

Sum: 90 h

17. Prüfungsnummer/n und -name:	40481 Flue Gas Cleaning (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint Presentations, Black board, ILIAS
20. Angeboten von:	Thermische Kraftwerkstechnik

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. Versuchsständen im Labor
20. Angeboten von:	Energiewirtschaft Energiesysteme

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:			