

Modulhandbuch
Studiengang Master of Science WASTE
Prüfungsordnung: 2015

Wintersemester 2015/16
Stand: 07. Oktober 2015

Universität Stuttgart
Keplerstr. 7
70174 Stuttgart

Kontaktpersonen:

Studiendekan/in:	Univ.-Prof. Andreas Kronenburg Institut für Technische Verbrennung Tel.: E-Mail: andreas.kronenburg@itv.uni-stuttgart.de
------------------	---

Studiengangsmanager/in:	Jessica Hahn-Ebner Thermische Kraftwerkstechnik Tel.: E-Mail: Jessica.Ebner@ifk.uni-stuttgart.de
-------------------------	---

Prüfungsausschussvorsitzende/r:	Univ.-Prof. Eckart Laurien Institut für Kernenergetik und Energiesysteme Tel.: 0711-68562138 E-Mail: eckart.laurien@ike.uni-stuttgart.de
---------------------------------	---

Fachstudienberater/in:	Jessica Hahn-Ebner Thermische Kraftwerkstechnik Tel.: E-Mail: Jessica.Ebner@ifk.uni-stuttgart.de
------------------------	---

Stundenplanverantwortliche/r:	Jessica Hahn-Ebner Thermische Kraftwerkstechnik Tel.: E-Mail: Jessica.Ebner@ifk.uni-stuttgart.de
-------------------------------	---

Inhaltsverzeichnis

Präambel	6
19 Auflagenmodule des Masters	7
100 Advanced Modules	8
110 Compulsory Modules	9
19100 Chemistry and Biology for Environmental Engineers	10
19080 Pollutant Formation and Air Quality Control	14
19290 Process Engineering	16
19120 Sanitary Engineering	18
67050 Technology Assessment and Presentation Techniques	20
19200 Thermo and Fluid Dynamics	22
120 Elective Modules	25
121 Elective Modules 6 CP	26
1211 Elective Modules 6 CP (in english language)	27
19320 Design of Solid Waste Treatment Plants	28
30580 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen	30
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning	33
19330 Industrial Waste Water	35
19350 Industrial Waste and Contaminated Sites	37
15380 International Waste Management	39
15430 Measurement of Air Pollutants	41
59620 Mechanical, Biological and Thermal Waste Treatment	43
30590 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen	45
15970 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen	47
59610 Primary Environmental Technologies and Emissions Reduction in Industrial Processes .	50
36450 Special Aspects of Urban Water Management	52
19310 Urban Drainage and Design of Wastewater Treatment Plants	54
19360 Water Quality and Treatment	56
1212 Elective Modules 6 CP (in german language)	58
36930 Maschinen und Apparate der Trenntechnik	59
36500 Ressourcenmanagement	61
16060 Umweltanalytik - Wasser und Boden	63
34540 Ökobilanz und Nachhaltigkeit	65
122 Elective Modules 3 CP	67
1221 Elective Modules 3 CP (in english language)	68
39110 Air Quality Management	69
39650 Basics of Membrane Technology	70
39660 Biological Waste Air Purification	72
59600 Chemical Reaction Engineering	74
36550 Chemistry of the Atmosphere	76
58100 Constructed wetlands for wastewater treatment	78
39130 Engine Combustion and Emissions	80
41010 Modellierung von Zweiphasenströmungen	81
39140 Sustainable Production Processes	83
1222 Elective Modules 3 CP (in german language)	84
15400 Biogas	85
67040 Kraftwerksanlagen I	86
30660 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz	87
38720 Meteorologie	88
36560 Raumklima	90
15390 Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen	92
123 Practical Works	94

36540 Praktikum Luftreinhaltung	95
67060 Sanitary Engineering - Practical Class Part I for WASTE students	97
67080 Sanitary Engineering - Practical Class Part II for WASTE students	99
67070 Industrial Internship	101
81320 Student Research Project	102
200 Specialized Area	103
210 Air Quality Control	104
211 Core Modules	105
15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning	106
212 Elective Modules 6 CP	108
30580 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen	109
15430 Measurement of Air Pollutants	112
30590 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen	114
15970 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen	116
59610 Primary Environmental Technologies and Emissions Reduction in Industrial Processes	119
213 Elective Modules 3 CP	121
2131 Elective Modules (in english language)	122
39110 Air Quality Management	123
39660 Biological Waste Air Purification	124
36550 Chemistry of the Atmosphere	126
39130 Engine Combustion and Emissions	128
41010 Modellierung von Zweiphasenströmungen	129
2132 Elective Modules (in german language)	131
67040 Kraftwerksanlagen I	132
30660 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz	133
38720 Meteorologie	134
36560 Raumklima	136
214 Practical Work	138
36540 Praktikum Luftreinhaltung	139
220 Solid Waste	141
221 Core Modules	142
59620 Mechanical, Biological and Thermal Waste Treatment	143
222 Elective Modules 6 CP	145
2221 Elective Modules (in english language)	146
19320 Design of Solid Waste Treatment Plants	147
19350 Industrial Waste and Contaminated Sites	149
15380 International Waste Management	151
2222 Elective Modules (in german language)	153
36500 Ressourcenmanagement	154
16060 Umweltanalytik - Wasser und Boden	156
223 Elective Modules 3 CP	158
2231 Elective Modules (in english language)	159
39660 Biological Waste Air Purification	160
39140 Sustainable Production Processes	162
2232 Elective Modules (in german language)	163
15400 Biogas	164
15390 Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen	165
224 Practical Work	167
67060 Sanitary Engineering - Practical Class Part I for WASTE students	168
230 Waste Water	170
231 Core Modules	171
19310 Urban Drainage and Design of Wastewater Treatment Plants	172
232 Elective Modules 6 CP	174
2321 Elective Modules (in english language)	175
19330 Industrial Waste Water	176
36450 Special Aspects of Urban Water Management	178

19360 Water Quality and Treatment	180
2322 Elective Modules (in german language)	182
16060 Umweltanalytik - Wasser und Boden	183
233 Elective Modules 3 CP	185
2331 Elective Modules (in english language)	186
39650 Basics of Membrane Technology	187
59600 Chemical Reaction Engineering	189
58100 Constructed wetlands for wastewater treatment	191
41010 Modellierung von Zweiphasenströmungen	193
234 Practical Work	195
67080 Sanitary Engineering - Practical Class Part II for WASTE students	196
300 German Language Courses and Key Qualifications	198
900 Key Qualifications	199
60940 German as Foreign Language Part I	200
60950 German as Foreign Language Part II	201
81310 Master Thesis WASTE	202
81320 Student Research Project	203

Präambel

Das Profil des Masterstudiengangs *WASTE* ist weitestgehend forschungsorientiert ausgeprägt und richtet sich insbesondere an internationale Studierende, die ihre Fachkenntnisse in der Luftreinhaltung, Abfall- und Abwassertechnik vertiefen wollen.

Die Studierenden weisen in der Regel einen qualifizierten Bachelorabschluss vor, den sie an einer ausländischen Hochschule, an einer deutschen Universität oder an einer gleichgestellten Hochschule in einem der Studiengänge *Bauingenieurwesen, Chemieingenieurwesen, Maschinenbau, Umwelttechnik, Verfahrenstechnik* oder in einem fachverwandten Studiengang erworben haben.

Die im Masterstudiengang *Air Quality Control, Solid Waste and Waste Water Process Engineering (WASTE)* ausgebildeten Ingenieurinnen und Ingenieure

- haben vertiefte Kenntnisse über Luftreinhaltung, Abfalltechnik, Abfallwirtschaft, Abwassertechnik und Umweltverfahrenstechnik und verstehen die dabei grundlegenden natur- und ingenieurwissenschaftlichen Zusammenhänge.
- kennen sowohl die Möglichkeiten und Strategien zur Vermeidung von Luftschadstoffen, Abfällen und Abwasser, als auch die Konzepte und Verfahren zu deren Verwertung und Behandlung und können diese zielgerichtet planen und umsetzen.
- sind in der Lage dazu, potenzielle und tatsächliche Umweltschäden zu erkennen und diese kritisch zu bewerten.
- verfügen über die ingenieurwissenschaftliche Fertigkeit zur Entwicklung, Konzeption und zum Betrieb von Anlagen und kennen dabei zugleich die nicht-technischen Auswirkungen ihrer Tätigkeit.
- können komplexe Fragestellungen konstruktiv bearbeiten und haben gelernt, hierfür Erkenntnisse und Methoden des Fachs zielorientiert einzusetzen.
- können Konzepte, Vorgehensweisen und Ergebnisse vor dem Hintergrund kultureller, wirtschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen bedarfsgerecht kommunizieren und im Team bearbeiten.
- können im internationalen Kontext mit Spezialisten verschiedener Disziplinen zusammenarbeiten.
- sind fähig, die erworbenen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Methoden zur Abstraktion, Formulierung und Lösung komplexer Aufgabenstellungen in Forschung und Entwicklung, in der Industrie oder in Forschungseinrichtungen erfolgreich einzusetzen, sie kritisch zu hinterfragen und sie bei Bedarf weiterzuentwickeln.
- können analytische, modellhafte und experimentelle Untersuchungen planen und

19 Auflagenmodule des Masters

100 Advanced Modules

Zugeordnete Module:	110	Compulsory Modules
	120	Elective Modules

110 Compulsory Modules

Zugeordnete Module:	19080	Pollutant Formation and Air Quality Control
	19100	Chemistry and Biology for Environmental Engineers
	19120	Sanitary Engineering
	19200	Thermo and Fluid Dynamics
	19290	Process Engineering
	67050	Technology Assessment and Presentation Techniques

Modul: 19100 Chemistry and Biology for Environmental Engineers

2. Modulkürzel:	021230502	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Jörg Metzger		
9. Dozenten:	• Jörg Metzger • Karl Heinrich Engesser • Brigitte Schwederski • Bertram Kuch • Daniel Dobslaw		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules -->Compulsory Modules →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			

Lecture: Inorganic chemistry

The students

- know the fundamental concepts of chemistry (atomic structure, periodic system, chemical formulae, stoichiometry, molecular structures) and are able to use them,
- know the principle types of chemical substances and chemical reactions and can apply their knowledge to synthetic problems,
- know about the most important industrial compounds, their preparation and environmental aspects in their application.

Lecture: Organic chemistry

The students

- can identify important functional groups in organic molecules
- know the main compound classes in organic chemistry and the common rules for their nomenclature
- know the most important representatives thereof and are able to draw their structural formulae
- know the structure and properties of important bio-molecules such as fats, carbohydrates, proteins, nucleic acids, ATP, lignin and humic acids
- know the most important reactions involved in chemical and microbial degradation of organic matter
- know summary parameters used to characterize water quality

- know the properties of bio-molecules and can explain their general function with respect to cell structures, enzymatic and immune reactions
- knows selected environmental organic contaminants (PAH, dioxins, pesticides etc.) and their properties

Lecture: Biology and ecology of water, soil and air systems

The students

- know about the relation between water, soil and air compartments and many diseases, happening especially in developing countries
- know about the reasons for break out of diseases, the structure and function of prokaryotic and eucaryotic cells as well as the methods for identification and determination of growth conditions and possible growth limitations
- comprehend microbial metabolism, energy production, release and conservation, enzyme syntheses and their regulation.
- know important events and scientists in the history of biology
- know basics in ecology of natural and artificial ('technical') ecosystems as well as selected methods to detect distorted equilibria in technical ecosystems influenced by mankind

Lecture: Technical and medical microbiology for engineers

The students

- know the most important microorganisms being active in plants treating waste water, air and contaminated soil
- know the kind of participation in purification and thus the procedures used to make them feel happy as well as the problems associated with excess biomass
- are aware of a detailed overview of the kind of medically important microorganisms and of the most relevant agents of illness met in these plants; this holds also for the compartments 'drinking water' and 'sewage sludge'.

13. Inhalt:

Lecture: Inorganic chemistry

- atomic structure: stable nuclear particles, atomic nuclei, isotopes and radioactivity, atomic spectra and the hydrogen atom, heavier atoms
- the periodic system of the elements: the sequence of elements, the electronic configuration of some elements, the periodicity of some properties

- chemical bonding: the ionic bond, the metallic bond, the covalent bond, hydrogen bonding, van der Waals forces
- quantitative Relationships and Stoichiometric Equations
- characterizing chemical reactions: the chemical equilibrium, water: the solvent, acid/base reactions, redox reactions
- descriptive part: selected chemical compounds and their preparation and properties

Lecture: Organic chemistry

- functional groups and compound classes
- classification of chemical reactions in organic chemistry
- organic bio-molecules (e.g. proteins, carbohydrates, nucleic acids, fats, humic acids, lignin): structure and function
- chemical and microbial degradation of organic matter in the environment
- summary parameters
- organic environmental contaminants

Lecture: Biology and ecology of water, soil and air systems

The following topics are presented within the lecture:

- Introduction in history of microbiology
- Important waterbased/water related diseases
- Function of microscopy of staining techniques
- Structure and function of prokaryotic cells
- Structure and function of eucaryotic cells
- Necessity and effects of microbial nutrition
- Microbial growth relations and possible limitations
- Microbial metabolism: Energy production, conservation and release
- Microbial metabolism: Enzymes syntheses and regulation.

Lecture: Technical and medical microbiology for engineers

- Important (sewage) water based /water related diseases/detection and possible countermeasures
- Important soil and air connected diseases
- (micro)biological principles in application of engineering techniques
- Implication of engineer work on ecosystems /environment protection problems

Some test systems for estimation of (bio)degradability of chemicals will be evaluated

14. Literatur:

Lecture notes

pdf download of powerpoint slides for lectures

Exercises as hand-out or download (pdf)

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 191001 Lecture Inorganic chemistry • 191002 Lecture Organic chemistry • 191003 Lecture Biology and ecology of water, soil and air systems • 191004 Lecture Technical and medical microbiology for engineers
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: Inorganic chemistry (Schwederski): Lecture, 1 SWS = 14 hours Organic chemistry (Metzger/Kuch): Lecture, 1 SWS = 14 hours Biology and ecology of water, soil and air systems (Engesser): Lecture, 1 SWS = 14 hours Technical and medical microbiology for engineers (Engesser): Lecture, 1 SWS = 14 hours Exercises for Chemistry and Biology for environmental engineers, 2 SWS = 28 hours Exam: 2 hours Sum of attendance: 86 hours Exercises (group work with presentations): 28 hours Self -study: 94 hours:
17. Prüfungsnummer/n und -name:	19101 Chemistry and Biology for Environmental Engineers (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Video projector (powerpoint) presentation explanations on blackboard, group work with presentations
20. Angeboten von:	Hydrochemie und Hydrobiologie in der Siedlungswasserwirtschaft

Modul: 19080 Pollutant Formation and Air Quality Control

2. Modulkürzel:	04250027	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Vogt		
9. Dozenten:	• Ulrich Vogt • Andreas Kronenburg		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules -->Compulsory 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:	• 190801 Lecture Chemistry and Physics of Combustion • 190802 Lecture Basics of Air Quality Control		
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: 1.0
---------------------------------	--

18. Grundlage für ... :	
-------------------------	--

19. Medienform:	PPT slides, black board, ILIAS
-----------------	--------------------------------

20. Angeboten von:	Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik
--------------------	---

Modul: 19290 Process Engineering

2. Modulkürzel:	Waste	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Manfred Piesche		
9. Dozenten:	• Ulrich Eiden • Pius Trautmann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules -->Compulsory Modules →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Inhaltlich: Fundamentals in Thermodynamics and Fluid Mechanics Formal: keine		
12. Lernziele:	The students know about the physical basics and the unit operations in mechanical process engineering which are used in plants worldwide: Students are able to select the appropriate unit operations according to the given frame conditions. They have the competence for the first calculation and design of apparatuses in mechanical process engineering. The students have knowledge about the fundamentals of thermal process engineering, especially balances and kinetics. They are familiar to the main unit operations, especially vapour/liquid-separation processes (stripping, absorption and distillation). Thus they are able to select the appropriate unit operations according to the given frame conditions. They have the competence for the first calculation and design of apparatuses.		
13. Inhalt:	Mechanical Process Engineering (Dr.-Ing. Pius Trautmann): • Characterisation of dispersed systems • Adhesion mechanisms in dispersed systems • Resistance behaviour of particles in flows • Flow through packed beds • Separation processes and characterisation of separation • Mixing processes (mixing of disperse and non-disperse mediums) • Crushing and agglomeration processes • Conveying processes II) Thermal Process Engineering (Dr.-Ing. Ulrich Eiden) 1) Phase Equilibrium Thermodynamics: vapour/liquid, liquid/liquid, gas solubilities, adsorption: gas/solid ; liquid/solid 2) Thermal Separation Process Fundamentals: Mass and energy balances, Kinetics: Heat and mass transfer equations 3) Vapour/Liquid separations: Counter Current theoretical stage concept, Absorption, Stripping, Distillation, column internals 4) Heat exchanger, condenser, evaporator 5) Liquid/Liquid Extraction 6) Adsorption		
14. Literatur:	Mechanical Process Engineering: • Lecture notes, ppt-printout		

Thermal Process Engineering:

- Lecture notes (ppt-printout)
- Recommended literature:
 - Doherty, M.F., Malone, M.F.: Conceptual Design of Distillation Systems, McGraw-Hill, Boston, 2001
 - Coulson, J.M., Richardson, J.H.: Chemical Engineering, Volume 2, 4th edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1991
 - Van Winkle, M.: Distillation, McGraw-Hill Chem. Eng. Series, 1967
 - Kister, Henry, Z.: Distillation Operation, McGraw-Hill, 1990
 - Kister, Henry, Z.: Distillation Design, McGraw-Hill, 1992
 - Ruthven, D.M.: Principles of Adsorption and Adsorption Processes, 1984, John Wiley & Sons

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 192901 Vorlesung Mechanical Process Engineering
- 192903 Vorlesung Thermal Process Engineering

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Time of attendance: 60 hours

Private study: 120 hours

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 19291 Mechanical Process Engineering (PL), schriftlich oder mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1.0
- 19292 Thermal Process Engineering (PL), schriftlich oder mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

Mech. Process Engineering:

PPT-Presentation, Course Scriptum, Life Notes on the Board

Thermal Process Engineering:

Life notes with Chalk on black board: about 20 %

Animated ppt-presentations with Beamer: about 80 %

20. Angeboten von:

Modul: 19120 Sanitary Engineering

2. Modulkürzel:	021220012	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Klaus Fischer		
9. Dozenten:	• Klaus Fischer • Heidrun Steinmetz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules -->Compulsory Modules →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students have detailed knowledge about waste avoidance procedures in household and industry. Waste avoidance includes the ecology - oriented daily shopping, the substitution of contaminated materials in the industrial production as well as the Zero Emission Society. In the case of unavoidable waste fractions, the students acquire the competence to establish collection and transportation systems for these wastes, within the logistic, economic and legal frame. Main emphasis is given to the collection of recyclables. The students know the relevant factors which influence the waste amount and waste composition in general and in particular within the separate collection of recyclables. The students are acquainted with the state of the art of recycling technologies for separate collected paper, glass, metal and plastic including the pretreatment process. They have knowledge of the aerobic and anaerobic treatment and utilization of separate collected biowaste. Not avoided and recycled waste has to be treated before disposing off e.g. in a landfill site. The students possess a general knowledge of the mechanical and biological treatment technology as well as of the thermal waste treatment. They are able to evaluate the different treatment and recycling processes from an ecological and economic point of view. The students have knowledge about the most important components of the urban drainage and the basic treatment processes of wastewater. Thus they are able to compare different systems in dependence of changing boundary conditions and assess the effectiveness and pros and cons of the systems, e.g. concerning impacts on the environment, economical and operational aspects. They obtain an understanding for system connections between the urban drainage system and the wastewater treatment system as well as between the urban water system and the environment.		
13. Inhalt:	Solid Waste Management: • Waste generation and waste composition • National and international regulations for waste • Waste avoidance • Collection and transport of waste • Separate collection of recyclables • Sorting of recyclables • Recycling technologies for paper, glass, metal, plastic • Biological treatment of waste • Waste Disposal • Ecological indicator systems		

Waste Water Technology:

- Basics of urban drainage and municipal wastewater treatment
- Quantity and Composition of Wastewater
- Urban drainage systems
- stormwater treatment
- mechanical wastewater treatment
- biological wastewater treatment
- sludge treatment
- natural close and ECOSAN systems

14. Literatur:

Lecture Manuscripts Solid Waste Management
G. Tchobanoglous et. Al.: Handbook of solid waste management;
Biliteski, B. et.al.: Waste Management, Springer 1994 ISBN:
3-540-59210-5
Butler, D., Davies, J.W: .Urban drainage, Spon press London,
Henze, M., Harremoes, J., la Coour Jansen, J., Arvin, E: Wastewater
treatment. Springer Verlag Berlin

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 191201 Vorlesung Solid Waste Management
- 191202 Vorlesung Waste Water
- 191203 Exkursion Sanitary Engineering

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Time of attendance:
I Solid Waste Management, lecture: 2.0 SWS = 28 hours
II Waste Water: 2 SWS = 28 hours
excursion: 12 hours
exam: 2 hours
sum of attendance: 70 hours
self-study: 110 hours
total: 180 hours

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 19121 Solid Waste Management and Waste Water Technology (PL),
schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
- V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

18. Grundlage für ... :

- 19310 Urban Drainage and Design of Wastewater Treatment Plants
- 19330 Industrial Waste Water

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 67050 Technology Assessment and Presentation Techniques

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Apl. Prof. Rainer Friedrich		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules -->Compulsory 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. The students possess the ability to understand and analyze authentic and demanding audio material (e.g. lectures). By practising writing various academic written texts related to technology assessment, students are able to express themselves clearly and appropriately on a number of different technical topics Students possess the relevant technical vocabulary related to environmental and process engineering as well as the typical morphological and syntactic structures and functions, including describing a sequence of events, graphs and charts, technical objects; expressing cause and effect relationships; reading mathematical expressions and formulae.		
13. Inhalt:	Lectures; Prof. Friedrich: 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. Seminar; John Nixon: Preparing and giving an oral presentation in a didactically and rhetorically effective way; structure of a scientific publication Presentation of the work in a seminar		

course-related and technically oriented academic communication

reading various authentic, course-related texts

practising to develop students' power of expression both orally and in writing in an academic setting, in particular in the areas of environmental and process engineering, e.g. air quality control, waste water and solid waste management and treatment

14. Literatur:	Script, online-tutorial Common, M., Stagl, S. 2005: Ecological economics: an introduction; Cambridge: Cambridge Univ. Press
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 670501 Vorlesung Technology Assessment • 670502 Seminar Presentations Techniques
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	I: Technology Assessment and Environmental Economics:, lecture: 2.0 SWS = 28 hours II Presentations Techniques: 2.5 SWS = 32 hours Self-study: 120 hours Total: 180 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67051 Technology Assessment and Presentation Techniques (LBP), Sonstiges, Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 19200 Thermo and Fluid Dynamics

2. Modulkürzel:	041600203	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Eckart Laurien		
9. Dozenten:	• Ulrich Eiden • Eckart Laurien		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules -->Compulsory 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. The students are familiar with the fundamental thermodynamic laws and processes and are able to formulate single and multicomponent phase equilibria. Therefore they are able to investigate, understand, optimize, and evaluate the elements of complex technical processes of water and/or air treatment.		

13. Inhalt:

I Thermodynamics of Fluid Mixtures (Dr. U. Eiden)

- first and second law of thermodynamics
- reversible and irreversible systems
- essential thermodynamic process
- single component phase equilibria
- description of homogeneous and heterogeneous mixtures

II Adsorption (Dr. U. Eiden):

- technical adsorbents
- fundamentals of adsorption equilibrium
- desorption methods
- industrial application
- design criteria
- short-cut methods

III Flow with Heat Transfer (Prof. E. Laurien):

- convection and conduction, heat transfer coefficient
- dimension analysis, non-dimensional parameters
- conservation equations and boundary conditions
- fully developed laminar channel and pipe flows, dissipation
- boundary-layer theory, thermal boundary layers
- turbulent pipe flow with heat transfer

IV Computational Fluid Dynamics (Prof. E. Laurien):

- multidimensional conservation equations for turbulent flows
- computational examples using Ansys-CFX
- numerical integration using the Finite-Volume Method
- accuracy and error estimation
- k-epsilon turbulence model

14. Literatur:	Lecture Material available in ILIAS
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 192001 Lecture Thermodynamics of Fluid Mixtures • 192002 Lecture Flow with Heat Transfer • 192003 Lecture Computational Fluid Dynamics • 192004 Lecture Adsorption
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	I Thermodynamics of Fluid Mixtures, lecture: 1.5 SWS = 21 hours, exercises: 0.5 SWS = 7 hours II Adsorption, lecture: 0.5 SWS = 7 hours III Flow with Heat Transfer, lecture: 1.0 SWS = 14 hours, exercise: 0.5 SWS = 7 hours IV Computational Fluid Dynamics, lecture: 1.0 SWS = 14 hours, exercise: 0.5 SWS = 7 hours exam: 2hours sum of attendance: 79 hours self-study: 101 hours total: 180 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	19201 Thermo and Fluid Dynamics (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0, Thermodynamics of Fluid Mixtures

+ Adsorption: weighted 0.5 Flow with Heat Transfer +
Computational Fluid Dynamics: weighted 0.5

18. Grundlage für ... :

19. Medienform: black board and projector

20. Angeboten von: Institut für Kernenergetik und Energiesysteme

120 Elective Modules

Zugeordnete Module:	121	Elective Modules 6 CP
	122	Elective Modules 3 CP
	123	Practical Works
	67070	Industrial Internship
	81320	Student Research Project

121 Elective Modules 6 CP

Zugeordnete Module:	1211	Elective Modules 6 CP (in english language)
	1212	Elective Modules 6 CP (in german language)

1211 Elective Modules 6 CP (in english language)

Zugeordnete Module:	15380	International Waste Management
	15430	Measurement of Air Pollutants
	15440	Firing Systems and Flue Gas Cleaning
	15970	Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen
	19310	Urban Drainage and Design of Wastewater Treatment Plants
	19320	Design of Solid Waste Treatment Plants
	19330	Industrial Waste Water
	19350	Industrial Waste and Contaminated Sites
	19360	Water Quality and Treatment
	30580	Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen
	30590	Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen
	36450	Special Aspects of Urban Water Management
	59610	Primary Environmental Technologies and Emissions Reduction in Industrial Processes
	59620	Mechanical, Biological and Thermal Waste Treatment

Modul: 19320 Design of Solid Waste Treatment Plants

2. Modulkürzel:	021220015	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Martin Kranert		
9. Dozenten:	• Martin Kranert • Helmut Seifert		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	For the design of biological waste treatment plants the students know the basics of process design and the relevant steps, which according to HOAI must be followed in the design of waste treatment plants. In the planning of a composting plant they are able to identify the relevant Parameters, they know the techniques of preparation and composting processes and can design and verify the process steps, including aggregates, composting systems, mass balances, air and water emissions, as well as preliminary cost estimation. They can present the waste treatment plant graphically in layout plans, sketches and cross sections and provide an explanatory report. For the design of thermal waste treatment plants the students are acquainted with the different technologies of thermal waste treatment which are used in plants worldwide. They know the operating mode of the single elements of an incineration plant and they can effectively combine them in the planning procedure. The students have the knowledge to preliminary design and dimension a thermal waste treatment plant, with emphasis on the firing systems and the flue gas cleaning		
13. Inhalt:	Design of Biological Waste Treatment Plants: Design process Design process according to HOAI - design of biological treatment plants - basic parameters and frame conditions - principle configuration of a composting plant - technical composting systems - process aggregates - dimensioning of aggregates and plants - mass balance Technical drawings floor plan, process flow, aggregate plan Emission from Biological Treatment Plants		

Source of emissions - emission concentration and freight - calculation of emission freight - reduction of emissions - waste air and water management

Cost Calculation

DIN 276, Investment costs - operation costs - guidelines for cost estimation

Design of Thermal Waste Treatment Plants:

- firing system for thermal waste treatment
- flue gas cleaning systems
- calculations for thermal waste treatment
- calculations for design of a plant

14. Literatur:	Lecture Manuscripts E-Learning-Program "Virtual Composting Plant" G. Tchobanoglous et. al.: Handbook of solid waste management; Biliteski, B. et.al.: Waste Management. Springer 1994 ISBN: 3-540-59210-5 Haug: Compost Engineering
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 193201 Lecture Design of Biological Waste Treatment Plants • 193202 Exercise Design of Biological Waste Treatment Plants • 193203 Lecture Design of Thermal Waste Treatment Plants
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 19321 Design of Biological Waste Treatment Plants (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1.0, • 19322 Design of Thermal Waste Treatment Plants (PL), schriftliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 30580 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen

2. Modulkürzel:	042200102	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Andreas Kronenburg		
9. Dozenten:	• Andreas Kronenburg • Oliver Thomas Stein		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area -->Air Quality Control -->Elective Modules 6 CP →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Fundierte Grundlagen in Mathematik, Physik, Informatik Vertiefungsmodul: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge I + II (beglei-tend) Fundamentals of thermodynamics, chemistry, mathematics, computer science Core module: Combustion Fundamentals I+II or Chemistry and Physics of Com-bustion		
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 Modellsysteme programmieren und Simulati-onen durchführen. Diese sind zur Vertiefung in Form von Studien-/Masterarbeiten geeignet. Participants shall know the fundamentals of the numerical simulations of simplified combustion processes. They have gained a first experience in the modelling of combustion systems and model implementation. Students are able to program simple reactors, carry out simulations and evaluate the results. These skills can be extended within Bachelor-/ Master projects.		
13. Inhalt:	• Wiederholung der Grundlagen der Verbrennung: Thermodynamik, Gas-gemische, Chemische Reaktionen/Gleichgewicht, Stöchiometrie, Flammen-typen, Mathematische Beschreibung von Massen- / Impulserhaltung, Wärme-/Stofftransport • Vereinfachte Reaktorbeschreibungen: Rührreaktoren (0D), Plug Flow Reaktor (1D), einfache laminare Vormisch- und Diffusionsflammen (1D) • Grundlagen der numerischen Simulation: Grundgleichungen, Modellbildung, Diskretisierung, Implementierung • Orts-/Zeitdiskretisierung, Anfangs-/Randbedingungen, explizite/implizite Lö-sungsverfahren		

Übung: Implementierung und Simulation einfacher Probleme mit Matlab

- Revision of combustion fundamentals: thermodynamics, (ideal) gas mixtures, chemical kinetics/equilibrium, stoichiometry, combustion modes, conservation principles (mass, momentum, energy), heat and mass transfer
- Simplified reactors: batch reactors/well-stirred flow reactors (0D), plug flow reactors, laminar premixed and non-premixed flames (1D)
- Fundamentals of numerical simulation: conservation equations, modelling, discretisation, implementation, solution algorithms
- Spatial/temporal discretisation: Initial/boundary conditions, explicit/implicit solvers, stability criteria

Tutorials: Modelling, implementation and simulation of basic algorithms and reactors (MATLAB/Cantera)

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: I Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Vorlesung: 2.0 SWS = 28 Stunden II Computerübungen in Kleingruppen Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Übung: 2.0 SWS = 28 Stunden Summe Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 134 Stunden Gesamt: 180 Stunden Time of attendance: I Introduction to numerical simulation of combustion processes, lecture: 2.0 SWS = 28 hours II Introduction to numerical simulation of combustion processes, exercise: 2.0 SWS = 28 hours sum of attendance: 56 hours self-study: 134 hours total: 180 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30581 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen (PL), schriftlich oder mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1.0, unbenotete Prüfungsvorleistung: schriftliche Hausaufgaben/Tests
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen, Computeranwendungen

20. Angeboten von:

Modul: 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

2. Modulkürzel:	042500003	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Günter Scheffknecht		
9. Dozenten:	Günter Scheffknecht		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Air Quality Control --> Core Modules →		
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 Lecture: 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), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
---------------------------------	--

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:	PowerPoint Presentations, Black board, ILIAS
-----------------	--

20. Angeboten von:	Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik
--------------------	---

Modul: 19330 Industrial Waste Water

2. Modulkürzel:	021210151	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Prof./Uni.Reg.deBlumenau Uwe Menzel		
9. Dozenten:	• Uwe Menzel • Michael Koch		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Students have: • a basic understanding for the problems and requirements of industrial waste water treatment • an overview of measures for production integrated environmental protection, relevant treatment methods for process water and its characterization • an overview of water analysis including sampling, the main principles of different analytical techniques and the ways to assure the quality of chemical analysis		
13. Inhalt:	Fundamentals of industrial waste water treatment Determination of current situation possible process integrated measures measures for reuse and recirculation of water mass and concentration balance Basic elements and examples for applications to the advanced purification processes: biological waste water treatment Sampling and analytical techniques using: onsite measurements oxidation - reduction acids and bases sum parameters photometry spectrometry chromatography Analytical quality assurance		
14. Literatur:	-lecture notes (approx. 400 pages) -exercis -Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, 4. revised edition, volume I. GFA-Verlag St. Augustin 1994. -ATV V: Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, volume v: Organisch verschmutzte Abwässer der Lebensmittelindustrie, Wilhelm Ernst & Sohn Verlag, Berlin. -ATV VII: Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, volume VII: Industrieabwässer mit anorganischen Inhaltsstoffen, Wilhelm Ernst & Sohn Verlag, Berlin. (in each case the current edition) -Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung -Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater -Wenclawiak, Koch, Hajicostas: Quality Assurance in Analytical Chemistry. Springerverlag 2003		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 193301 Lecture Treatment of Industrial Waste Water • 193302 Lecture Water Analysis and Analytical Quality Control		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance:		

I Treatment of Industrial Waste Water: 2 SWS = 24 hours

II Water Analysis and Analytical Quality Control: 2 SWS = 24 hours

Exam: 2 hours

sum of attendance: 50 hours

self-study: 130 hours

total: 180 hours

17. Prüfungsnummer/n und -name:	19331 Industrial Waste Water (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
---------------------------------	---

18. Grundlage für ... :	
-------------------------	--

19. Medienform:	power-point-presentation, blackboard and over-head projector
-----------------	--

20. Angeboten von:	Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling
--------------------	---

Modul: 19350 Industrial Waste and Contaminated Sites

2. Modulkürzel:	Waste	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Matthias Rapf		
9. Dozenten:	Matthias Rapf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Chemistry and Biology for Environmental Engineers		
12. Lernziele:	The students will acquire knowledge in collecting, recycling, treatment and disposal of industrial hazardous waste, as well as about legal means to achieve a proper and efficient industrial waste management. They will know the methods of hazardous waste handling and processing as well as the economic conditions. Furthermore they have the scientific competence to find out and to assess the harmfulness of a waste. Based on this knowledge, the students can create multi-stage industrial waste management concepts, name their advantages and disadvantages and show alternatives. Based on the technical knowledge about formerly used disposal techniques, the students understand the present brownfield problems and the today's waste legislation. Therefore the students are able to develop environmental precautionary sanitation concepts and appropriate problem solving. The students will increase their knowledge about waste-innate chemical processes that are often different to other materials, e.g. pure substances, natural resources or products. The knowledge will help them to judge the meaning of chemical waste analyses, and to evaluate wastes and waste treatment techniques from a chemical point of view. Knowledge will be obtained about the origins, treatment and utilisation of the mass-wise most significant industrial waste, wastewater sludges, including sewage sludge; awareness about the problems these sludges pose to human health and the environment, if not appropriately treated or disposed of; influence of politics and financial aspects on technical decisions.		
13. Inhalt:	Legislation concerning wastewater, waste, soil, emissions. European waste catalogue, transport issues. Brownfield exploration - risk assessment and sanitation. Landfilling, underground storage, rock filling / stowing, incineration, physical/chemical treatment and detoxification of hazardous waste. Process combinations. Chemical aspects of selected waste-related topics - sampling and analysis, special thermal waste treatment, self ignition, advanced		

oxidation processes, phosphorus recovery. Safety-related chemical issues.

Origin and treatment of wastewater sludges - wastewater treatment; dewatering, drying and incineration of sludges; phosphorus recovery.

14. Literatur:	Skript:, to be downloaded via ILIAS
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 193501 Lecture Hazardous Waste and Contaminated Sites • 193502 Lecture Chemistry of Waste • 193503 Lecture Treatment of Sludge • 193504 Excursion
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 52 h Private Study: 128 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	19351 Industrial Waste and Contaminated Sites (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Power point presentation, blackboard, videos
20. Angeboten von:	Siedlungswasserbau und Wassergütewirtschaft

Modul: 15380 International Waste Management

2. Modulkürzel:	021220006	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Detlef Clauß		
9. Dozenten:	• Martin Kranert • Detlef Clauß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	UMW/ BAU: BSc. Modul: Abfallwirtschaft und Biologische Abluftreinigung		
12. Lernziele:	The students have detailed knowledge about the waste management problems in low and middle income countries. They are able to develop appropriate and sustainable solutions to optimize the waste management in these countries. They can evaluate existing waste management concepts in low-income countries and to enhance them to a resource oriented integrated waste management system. In the sector of municipal solid waste collection, the students acquire the competence to assess the different possible collection systems, within the logistic, economic, social and infrastructural frame. These includes the integration of the informal waste sector. Landfilling of waste is in low and middle income countries the main method to dispose off municipal and industrial waste. These normally uncontrolled landfill sites have an enormous impact on the environment. The students receive the theoretical and technical skills to minimize these emissions by appropriate measures, e.g. leachate collection and treatment or landfill gas collection. Beyond the theoretical scientific knowledge about waste, the students are able to process and summarise waste related topics and to present them to an scientific auditory.		
13. Inhalt:	Waste Management in low and middle income countries: Main focus on collection and transportation of waste: • Waste generation • Collection and transport • Informal sector Landfill • Landfill emissions • Landfill technology • Landfill operation Waste Management in Practice • Special Topics related to low and middle income countries. Presented by external lecturer.		

Seminar: International Waste Management

- Special Topics related to waste.

Exercise: Waste Management Concepts

- Waste Management Concept
- Group work: Development of an waste management concept for a municipality

14. Literatur:	Lesson Manuscripts Secondary literature: • G. Tchobanoglous et. al.: Handbook of solid waste management; • Biliteski, B. et.al.: Waste Management. Springer 1994 ISBN: 3-540-59210-5 • Rushbrook, P. & Pugh, M.: Solid Waste Landfills in Middleand Lower - Income Countries. World bank 1999, ISBN: 0-8213-4457-9 Internet: • e.g. World bank - Urban Solid Waste Management
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 153801 Lecture Waste Management in Low and Middle Income Countries • 153802 Lecture Landfill • 153803 Lecture Waste Management in Practice • 153804 Lecture International Waste Management • 153805 Exercise Waste Management Concepts
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Waste Management in low and middle income countries, lecture [Time of Attendance: 14 h; Self study: 21 h] Landfill, lecture [Time of Attendance: 14 h; Self study: 21 h] Waste Management in Practice, lecture [Time of Attendance: 14 h; Self study: 12 h] International Waste Management, seminar [Time of Attendance: 14 h; Self study: 21 h] Waste Management Concepts, exercise [Time of Attendance: 14 h; Self study: 35 h] Total: [Time of Attendance: 70 h; Self study: 110 h]
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 15381 International Waste Management (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Multimedia Presentation
20. Angeboten von:	Air Quality, Solid Waste and Waste Water Process Engineering (WASTE)

Modul: 15430 Measurement of Air Pollutants

2. Modulkürzel:	042500022	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Vogt		
9. Dozenten:	• Ulrich Vogt • Martin Reiser		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area -->Air Quality Control -->Elective Modules 6 CP →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Fundamentals in "Air Quality Control"		
12. Lernziele:	The graduates of the module can identify and describe air quality problems, formulate the corresponding tasks and requirements for air quality measurements, select the appropriate measurement techniques and solve the measurement tasks with practical implementation of the measurements.		
13. Inhalt:	I: Measurement of Air Pollutants Part I, 1 SWS (Vogt): Measurement tasks: • Discontinuous and continuous measurement techniques, different requirements for emission and ambient air measurements Measurement principles for gases: • IR- and UV Photometer, Colorimetry, UV fluorescence, Chemiluminescence, Flame Ionisation, Potentiometry Measurement principle for Particulate Matter (PM): • Gravimetry, Optical methods, Particle size distribution, PM deposition, PM composition • Assessment of measured values • data storage and processing • graphical presentation of data II: Measurement of Air Pollutants Part II, 1 SWS (Reiser): • Gas Chromatography, Olfactometry III: Planning of measurements (Vogt): Introducing lecture (0,5 SWS), office hours, project work and presentation Content:		

	• Definition and description of the measurement task • Measurement strategy • Site of measurements, measurement period and measurement times • Parameters to be measured • Measurement techniques, calibration and uncertainties • Evaluation of measurements • Quality control and quality assurance • Documentation and report • Personal and instrumental equipment
14. Literatur:	• Text book "Air Quality Control" (Günter Baumbach, Springer Verlag); • Scripts for practical measurements; News on topics from internet (e.g. UBA, LUBW)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 154301 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part I • 154302 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part II • 154303 Seminar Planung von Messungen / Planning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Present time: 39 h (= 35 h Lecture + 4 h Presentation) Self study time (inkl. Project work): 141 h Total: 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	15431 Measurement of Air Pollutants Part I + II (PL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0, I, II: Measurement of Air Pollutants Part I + II, PL written 60 min., weight 0,5 III: Planning of measurements (project work and presentation), weight 0,5 • Projekt work: 0,5 presentation, 0,5 project report• The participation in 60 % of all presentations of this module in the relevant semester is compulsory.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Black board, PowerPoint Presentations, Practical Measurements, ILIAS
20. Angeboten von:	Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

Modul: 59620 Mechanical, Biological and Thermal Waste Treatment

2. Modulkürzel:	042500056	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Günter Scheffknecht		
9. Dozenten:	• Klaus Fischer • Martin Reiser • Hans-Joachim Gehrman		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Solid Waste --> Core Modules →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Knowledge of chemical and mechanical engineering, combustion and waste economics		
12. Lernziele:	I: Solid Waste Treatment, Emissions from Solid Waste Treatment Plants (Fischer / Reiser): The students are acquainted with the functions, the effectiveness and the limits of municipality waste treatment procedures, can assess them from a technical and economical point of view, and are able to design them. The emphasis is set on mechanical processes for material separation, biowaste treatments, and residual waste treatments. The students acquire in particular methodical and technical skills in the aerobic and anaerobic biowaste treatments, with stress on process engineering and biochemistry aspects. The students thoroughly know about all kind of emissions and the typical sources at different types of waste treatment plants. They know the limit values of the typical gases that are given by law and the measurement methods to examine if they are met or not. Thermal Waste Treatment (Gehrman): 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:	I: Solid Waste Treatment (Fischer): Introduction to grinding and waste sorting processes, reaction engineering. Aerobic and anaerobic treatment of bio and green wastes Mechanical and biological treatment of residual waste (MBT) II: Emissions from Solid Waste Treatment Plants (Reiser): The lecture gives detailed description of different kind of emissions and emission sources in the field of solid waste treatment such as		

Landfill sites, Composting and Fermentation Plants, Combustion and Mechanical-biological treatment of Municipal solid waste. Different measurement methods are described. The legislation concerning emissions is discussed.

II: Thermal Waste Treatment (Gehrman):

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.

Lecture 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

III: Excursion:

Thermal Waste Treatment Plant, Composting plant, fermentation plant

14. Literatur:	Lecture Script „Thermal Waste Treatment“ Lecture Script “ Solid Waste Treatment” Lecture Script “Emissions from Solid Waste Treatment Plants” “Solid Waste Management” UNEP, United Nations Environment Programme, (2005), ISBN: 92-807-2676-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 596201 Vorlesung Solid Waste Treatment • 596202 Vorlesung Emissions from Solid Waste Treatment Plants • 596203 Vorlesung Thermal Waste Treatment • 596204 Exkursion Biological & Thermal Waste Treatment Plant
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 80h Selbststudiumszeit/ Nachbearbeitungszeit: 100h Gesamt: 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	59621 Mechanical, Biological and Thermal Waste Treatment (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 30590 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen

2. Modulkürzel:	042200103	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Andreas Kronenburg		
9. Dozenten:	• Andreas Kronenburg • Oliver Thomas Stein		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area -->Air Quality Control -->Elective Modules 6 CP →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vertiefungsmodul: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge I + II Modul: Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben sich mit der Komplexität der Modellierung realer Verbrennungssysteme auseinandergesetzt. Sie sind mit den Grundzügen der Turbulenz und deren numerischen Simulation vertraut. Sie kennen verschiedene Ansätze zur Modellierung technischer Flammen und sind in der Lage dieses Wissen in vertiefenden Arbeiten umzusetzen.		
13. Inhalt:	• Wiederholung der Grundlagen der numerischen Strömungssimulation: Kontinuumsgleichungen/Skalargleichungen, 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: Verdrallte Gasflammen, Simulation von Kohle-Verbrennung Übung: Implementierung und Simulation mit Matlab/OpenFOAM		
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript • J.H. Ferziger, M. Peric, „Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer, 2002 • T. Poinso, D. Veynante, „Theoretical and Numerical Combustion“, 2nd Edition, RT Edwards Inc, 2005		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 305901 Vorlesung Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen • 305902 Computerübungen in Kleingruppen 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), mündliche Prüfung, 40 Min., Gewichtung: 1.0, unbenotete Prüfungsvorleistung: schriftliche Hausaufgaben/ Tests
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen, Computeranwendungen
20. Angeboten von:	Institut für Technische Verbrennung

Modul: 15970 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen

2. Modulkürzel:	042500012	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:	Apl. Prof. Uwe Schnell		
9. Dozenten:	• Uwe Schnell • Benedetto Risio • Oliver Thomas Stein		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Air Quality Control --> Elective Modules 6 CP →		
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 & 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, Gewichtung: 1.0
---------------------------------	---

18. Grundlage für ... :	
-------------------------	--

19. Medienform:	Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen und Praktikum, ILIAS, Computeranwendungen
-----------------	--

20. Angeboten von:	
--------------------	--

Modul: 59610 Primary Environmental Technologies and Emissions Reduction in Industrial Processes

2. Modulkürzel:	042500055	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	3.5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Vogt		
9. Dozenten:	• Herbert Kohler • Günter Baumbach		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Air Quality Control --> Elective Modules 6 CP →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Recommended: Modules: " Basics of Air Quality Control" or "Luftreinhaltung I", "Firing Systems and Flue Gas Cleaning".		
12. Lernziele:	The students have deep knowledge in primary environmental technologies and possibilities of emissions reduction in industrial processes. They learnt during excursions the practical dimensions of environmental aspects in industrie plants. They have got the competence in independent solving of emissions reduction problems.		
13. Inhalt:	I Lecture; Prof. Kohler: Primary environmental technologies in industrial processes: Definition of primary technologies and end of pipe applications; total energy and material balance; advantages and risks of both solutions; primary technologies in product and production; examples and study results; consequences for product lifetime and quality; hierarchy regarding environmental technologies. II Project Work; Prof. Baumbach: Emissions reduction at selected industrial processes: II.1 Introducing lecture: Discussion of the general subject and procedure of the project work II.2 Office hours: Individual discussion of the subject in office hours (2 - 3 visits) II.3 Project work with presentations 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 Presentation of the work in a seminar II.4 Excursion to an industrial plant to illustrate the subjects		

	Examples: Cement factory, steel factory, mineral oil refinery, pulp and paper production, chipboard factory, lacquering plant
14. Literatur:	Prof. Kohler: - Lecture script: Primary Environmental Technologies in Industrial Processes, Part I and Part II - Actual to the subject from internet (e.g. BAT (Best Available Technics), UBA, LUBW) Prof. Baumbach: - G. Baumbach, Lehrbuch „Luftreinhaltung“, Springer Verlag or - G. Baumbach, Text book "Air Quality Control", Springer Verlag - Wayne T. Davis: Air Pollution Engineering Manual, Air & Waste Management Association 2nd edition, 2000 - VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft mit den entsprechenden VDI-Richtlinien, available via „Perinorm“ of the Universities Librar - Actual to the subject from internet, e.g. BAT (Best Available Techniques, Sevilla Commission) - Umweltbundesamt via UBA homepage
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 596101 Vorlesung Primary environmental technologies in industrial processes • 596102 Project Emissions reduction at selected industrial processes
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	I Primary environmental technologies in industrial processes, lecture: Presence time: 28 hSelf study time: 61 hExam: 1 h II Emissions reduction at selected industrial processes, Project work Presence time (Introducing lecture, office hours, Seminar, Excursion): 18 hSelf studyresp. Group work (project work):72 h In total: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	59611 Primary Environmental Technologies and Emissions Reduction in Industrial Processes (LBP), schriftlich und mündlich, Gewichtung: 1.0, Primary environmental technologies in industrial processes: written 60 minutes; weight: 0,5 ; Emissions reduction at selected industrial processes:• Seminar presentation of the project work: 8 minutes; weight: 0,25• Report of the project work in Emissions reduction; weight: 0,25 The participation in 70 % (max. 7) of all presentations in the relevant semester is compulsory;The participation in one excursion offered for this module is compulsory
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint lecture, Oral advices in office hours, PowerPoint presentation of the project works, Written report, ILIAS
20. Angeboten von:	Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

Modul: 36450 Special Aspects of Urban Water Management

2. Modulkürzel:	021210006	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Ralf Minke		
9. Dozenten:	• Ralf Minke • Ulrich Dittmer • Klaus Werner König		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der Gesamt-zusammenhänge der Siedlungswasser- und Wasserwirtschaft. Vertiefte Kenntnisse der Abwassertechnik, der Wassergütewirtschaft, der Wasserversorgung oder des allgemeinen Managements von Wasserressourcen. Formal: Wasserversorgungstechnik I oder Abwassertechnik I oder Waste Water Technology oder Water Quality and Treatment		
12. Lernziele:	Fachlich: Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für Zusammenhänge über ihre Teildisziplin hinaus. Sie können bei Entscheidungen und Planungen zwischen konkurrierenden Belangen der Siedlungswasserwirtschaft, Wasserwirtschaft und anderer Infrastrukturbereiche fachlich fundiert abwägen. Methodisch: Die Studierenden können selbständig mit internationaler wissenschaftlicher Literatur zu ihrem jeweiligen Fachgebiet umgehen, Ergebnisse kritisch bewerten und so ein eigenes Bild des Standes der Wissenschaft erarbeiten und präsentieren.		
13. Inhalt:	- Wechselwirkungen zwischen Teilbereichen der Siedlungswasserwirtschaft am Beispiel des Umgangs mit Regenwasser - Jährlich wechselnde Spezialthemen entsprechend dem wissenschaftlichen und technischen Fortschritt		
14. Literatur:	Gujer, W. Siedlungswasserwirtschaft, Springer Verlag GmbH Mutschmann, J; Stimmelmayer, F.: Taschenbuch der Wasserversorgung, Vieweg-Verlag Jeweils die aktuellen Auflagen		

Nationale und internationale Fachzeitschriften, z.B. GWF-Wasser/
Abwasser, KA Abwasser, Abfall, Hrsg. und Verlag GFA, W.Sci.Tech.,
Wat. Res., Wasser und Abfall
Diverse Merk- und Arbeitsblätter des DVGW und der DWA

15. Lehrveranstaltungen und -formen:
- 364501 Scientific Seminar
 - 364502 Lecture Rainwater Harvesting and Management
 - 364503 Excursions
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 36451 Special Aspects of Urban Water Management (Seminar
presentation) (LBP), schriftlich, eventuell mündlich,
Gewichtung: 1.0
-

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:
- Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling
-

Modul: 19310 Urban Drainage and Design of Wastewater Treatment Plants

2. Modulkürzel:	021210251	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Dittmer		
9. Dozenten:	• Heidrun Steinmetz • Ulrich Dittmer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Waste Water --> Core Modules →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Chemistry and Biology for Environmental Engineers Sanitary Engineering		
12. Lernziele:	Advanced knowledge of processes and concepts for urban drainage and municipal wastewater treatment systems Basics of construction and dimensioning of different urban drainage systems, stormwater treatment facilities and wastewater treatment plants as a base for dimensioning and discussion of proved and innovative technologies Deeper understanding for system connections as base for a decisions during the planning process		
13. Inhalt:	Design of sewer systems and stormwater treatment (Dr.- Ing. Ulrich Dittmer) principles of collection and disposal design of combined and separate sewer systems Sustainable urban drainage systems (SUDS) and low impact design(LID) Application of rainfall runoff models (computer exercise using U.S. EPA Stormwater Management Model) different techniques for treatment and retention design of treatment facilities Design of wastewater treatment plants (Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz) Municipal wastewater treatment different techniques for advanced biological wastewater treatment (nitrogen and phosphorous removal) principles of process engineering design of biological wastewater treatment plants and the main important aggregates design of sludge treatment plants Seminar: feasibility studies		

(Prof. Dr.- Ing. Heidrun Steinmetz and external consultants)

special examples for sanitation concepts for world wide application
Ecological sanitation and resource orientated systems

case studies

14. Literatur:	• Butler, D., Davies, J.W) .Urban drainage, Spon press London, US EPA: SWMM 5.0 users manual • Henze, M., Harremoes, J. la Coour Jansen, J., Arvin, E: Wastewater treatment. Springer Verlag Berlin • Lens, P, Zeeman,G., Lettinga, G.: Decentralised Sanitation and reuse. IWA publishing, London • Different German standards (DWA, Hennef) • Lecture notes
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 193101 Vorlesung und Übung Design of Sewer System and Stormwater Treatment • 193102 Vorlesung und Übung Design of Wastewater Treatment Plants • 193103 Seminar Case Study • 193104 Exkursion
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: approx. 70 hours (including 4*4hours for excursion) 1,5 SWS Private Study: approx. 110 hours Lecture 1 Presence time: 28 hours, self study 30 hours, project 0, Sum: 58 hours Lecture 2: Presence time: 28 hours, self study 30 hours, project 40, Sum: 58 hours Case study: Presence time: 14 hours, self study 10 hours, project 0, Sum: 25 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	19311 Urban Drainage and Design of Wastewater Treatment Plants (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling

Modul: 19360 Water Quality and Treatment

2. Modulkürzel:	021210051	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Carsten Meyer		
9. Dozenten:	• Heidrun Steinmetz • Carsten Meyer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Knowledge in Sanitary Engineering, Water Supply and Hydraulics Contents of Water and Power Supply		
12. Lernziele:	• The students learn how to characterize and protect water bodies as well as to improve the water quality • Students understand the contribution of wastewater treatment to the preventive protection of receiving waters and they learn the basic methods of water quality management instruments • Students understand the necessity of water treatment as essential element of drinking water supply • Students learn the chemical, physical and biological background of water treatment technologies, their possibilities and boundaries and they are able to develop, design and dimension treatment schemes for different raw water qualities		
13. Inhalt:	Water Quality Management: • Terms and introduction: environmental data from Germany • Characterisation and assessment of flowing waters, stagnant waters and groundwater • Water quality parameters, WHO drinking water guidelines, targets for drinking water and sanitation, description of water quality in relation to use • Improvement of water quality, reduction of pollution load, point pollutants and diffuse loads, improving the self-purification capacity of waters, technical helps, assessment of progress • Water quality management; the European Union Framework Directive; quality planning and maintenance, monitoring networks Water Treatment: • Water supply and water treatment: basic requirements, drinking water standards • Mechanical treatment: Screening, Sieving, Sedimentation, (Membrane)Filtration, Gas-Exchange, Flotation • Carbondioxide-Carbonate-Balance: relevance, chemical background • Deacidification: mechanical and chemical methods		

	• Removal of iron, manganese and arsenic: methods • Decarbonization: chemical methods • Flocculation • Adsorption • Disinfection: chemical and physical methods
14. Literatur:	Lecture notes and material for exercises will be provided during the lecture. Hints are given for additional literature from the internet as well as libraries, e.g. • American Water Works Assoc.: Water Quality and Treatment, McGraw-Hill Inc., 1999 • David A. Chin: Water-Quality Engineering in Natural Systems, John Wiley & Sons, Inc., 2006 • Degrémont: Water Treatment Handbook Vol. 1 & Vol. 2, Lavoisier Publishing 1991 • C. Binnie and M. Kimber: Basic Water Treatment: Fourth Edition, IWA Publishing, 2009 • Nicholas P. Cheremisinoff: Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies, Bitterworth & Heinemann, Boston Oxford Auckland Johannesburg Melbourne New Delhi, 2002 • WHO Guidelines, 2006 • Mutschmann, J; Stimmelmayer, F.: Taschenbuch der Wasserversorgung, Vieweg-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 193601 Lecture Water Treatment • 193602 Lecture Water Quality Management
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: ca. 42 h Private study: ca. 138 h 1) Lecture: presence time = 34,0; self study = 106,0; Sum = 140,0 2) Exercise: presence time = 8,0; self study = 32,0; Sum = 40,0 Sum Lecture (140) + Sum Exercise (40) = 180,0
17. Prüfungsnummer/n und -name:	19361 Water Quality and Treatment (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling

1212 Elective Modules 6 CP (in german language)

Zugeordnete Module: 16060 Umweltanalytik - Wasser und Boden
 34540 Ökobilanz und Nachhaltigkeit
 36500 Ressourcenmanagement
 36930 Maschinen und Apparate der Trenntechnik

Modul: 36930 Maschinen und Apparate der Trenntechnik

2. Modulkürzel:	041900005	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Manfred Piesche		
9. Dozenten:	Manfred Piesche		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Inhaltlich: Mechanische Verfahrenstechnik, Strömungsmechanik Formal: keine		
12. Lernziele:	Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mechanische Trennprozesse bei gegebenen Fragestellungen geeignet auszulegen, zu konzipieren und bestehende Prozesse hinsichtlich ihrer Funktionalität zu beurteilen.		
13. Inhalt:	Trenntechnik: • Flüssig-Feststoff-Trennverfahren: Sedimentation im Schwerfeld, Filtration, Zentrifugation, Flotation • Gas-Feststoff-Trennverfahren: Zentrifugation, Nassabscheidung, Filtration, Elektrische Abscheidung • Beschreibung der in der Praxis gebräuchlichen Auslegungskriterien und Apparate zu den genannten Themengebieten • Abhandlung zahlreicher Beispiele aus der Trenntechnik Seminar „Filtrationsaufgaben in automobilen Anwendungen“: • Aufgaben, Funktionsweise und Bauformen von Filtersystemen, Filterelementen und Filtermedien in Fahrzeugen • Anforderungen an die Filter in der Anwendung • Projektablauf in der Komponentenentwicklung • Schwerpunktmodule zu den Filtrationsaufgaben Motorluftfiltration, Kabinenluftfiltration, Kraftstofffiltration und Ölfiltration		
14. Literatur:	• Müller, E.: Mechanische Trennverfahren, Bd. 1 u. 2, Salle und Sauerlaender, Frankfurt, 1980 u. 1983 • Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik, Springer Verlag, 1994 • Gasper, H.: Handbuch der industriellen Fest-Flüssig- Filtration, Wiley-VCH, 2000		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 369301 Vorlesung F&E Maschinen und Apparate der Trenntechnik • 369302 Freiwillige Übungen F&E Maschinen und Apparate der Trenntechnik • 369303 Seminar Filtrationsaufgaben in automobilen Anwendungen		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h Summe: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36931 Maschinen und Apparate der Trenntechnik (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform: Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien sowie Animationen

20. Angeboten von:

Modul: 36500 Ressourcenmanagement

2. Modulkürzel:	021220016	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Gerold Hafner		
9. Dozenten:	• Gerold Hafner • Claudia Maurer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in german language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	B.Sc. Modul: Abfallwirtschaft und Biologische Abluftreinigung		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben die Kenntnisse, Siedlungsabfälle als Sekundärrohstoffquelle im Sinne der nachhaltigen Ressourcenschonung zu nutzen. Sie kennen die wichtigen Abfallströme, die unter Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit und Ökonomie dem Recycling zugeführt werden können. Sie haben umfassende Kenntnisse zu Aufbereitungs- und Verwertungstechnologien. Sie sind in der Lage die möglichen Ressourcenpotentiale in der Abfallwirtschaft zu ermitteln. Die Studierenden haben die Kompetenz, Material-, Stoff- und Energieströme unter ökologischen und ökonomischen Aspekten zu analysieren und zu bilanzieren. Sie überblicken die wesentlichen Bilanzierungsmethoden und die damit verbundenen Bewertungskategorien, sowie deren spezifische Einsatzmöglichkeiten und Grenzen.		
13. Inhalt:	Methodik der Material- und Stoffstromanalyse. Einsatzfelder in der Abfallwirtschaft. Bilanzierungsrahmen und ganzheitliche Bilanzierung. Ermittlung, Analyse und Bewertung von Material- und Stoffströmen sowie klimarelevanten Emissionen und Energieströmen. Recycling von Sekundärrohstoffen aus Haushalten und Gewerbe. Verwertungsverfahren u.a. für Altpapier, Altglas, Altmetall, Altkunststoffe und Textilien. Aufbereitung und Einsatz von mineralischen Abfällen. Möglichkeiten und Grenzen der Verwertung von Sekundärrohstoffen. Substitutionspotentiale durch Sekundärrohstoffe. Bewirtschaftung relevanter Ressourcen im Rahmen der Abfallwirtschaft; Ressourcen- und Klimaschutz durch Substitution und Einsparung von Primärressourcen.		
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskripte, Literaturlisten in den Skripten		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 365001 Vorlesung Stoffstromanalyse und Bilanzierung • 365002 Übung Stoffstromanalyse und Bilanzierung • 365003 Vorlesung Recycling • 365004 Vorlesung Ressourcenwirtschaft unter Energie und Klimaaspekten		

- 365005 Übung Ressourcenwirtschaft unter Energie und Klimaaspekten

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Stroffstromanalyse und Bilanzierung, Vorlesung + Übung (2 SWh) Präsenzzeit: 28 h; Selbststudium / Nacharbeit: 44 h Ressourcenwirtschaft unter Energie und Klimaaspekten, Vorlesung + Übung (2 SWh) Präsenzzeit: 28 h; Selbststudium / Nacharbeit: 44 h Recycling, Vorlesung (1 SWh) Präsenzzeit: 14 h; Selbststudium / Nacharbeit: 22 h Gesamt: Präsenzzeit: 70 h; Selbststudium / Nacharbeit: 110h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36501 Ressourcenmanagement (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, Beamer, praktische Übung
20. Angeboten von:	Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft

Modul: 16060 Umweltanalytik - Wasser und Boden

2. Modulkürzel:	021230002	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Bertram Kuch		
9. Dozenten:	• Bertram Kuch • Michael Koch • Jörg Metzger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in german language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in german language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Die Studierenden - beherrschen die Theorie der wichtigsten instrumentell-analytischen (chromatographischen und spektroskopischen) Verfahren für die Umweltkompartimente Wasser und Boden. - besitzen grundlegendes Wissen über die Vorgehensweise und den Methoden zur Bestimmung von Umweltchemikalien und Schadstoffen in Wasser und Boden. - haben grundlegende Kenntnisse über die Methoden der internen und externen analytischen Qualitätssicherung. - sind in der Lage, chemisch-analytische Daten auszuwerten und zu bewerten. - kennen die wichtigsten (genormten) Analysemethoden für anorganische und organische Schadstoffe und Umweltchemikalien und sind in der Lage, diese zu beschreiben.		
13. Inhalt:	Das Modul vermittelt theoretisches und praktisches Wissen auf dem Gebiet der Analytik von Wasser- und Bodeneinhaltsstoffen und -kontaminanten. Die Vorlesung „Instrumentelle Analytik“ behandelt die Theorie und Praxis chromatographischer Trennverfahren (GC und HPLC) sowie wichtiger Detektionsmethoden (UV-VIS, Fluoreszenz, Infrarot, Massenspektrometrie). In der Vorlesung „Analytik von Schadstoffen in Wasser und Boden“ werden genormte Verfahren (DIN, ISO oder andere) zur Quantifizierung von Umweltchemikalien, einerseits summarisch (Gesamtkohlenstoff, AOX etc.), andererseits als Einzelstoff (z.B. PAK, polychlorierte Dibenzodioxine etc.) behandelt.		

Die Vorlesung „Qualitätssicherung in der chemischen Analytik“ behandelt die Methoden der internen und externen Qualitätssicherung. Dabei werden auch Begriffe wie Validierung, zertifizierte Standards, Ringversuche, Messunsicherheit etc. an praktischen Beispielen erläutert.

Im „Praktikum Umweltanalytik“ werden ausgewählte analytische Methoden durchgeführt und die Ergebnisse ausgewertet und bewertet.

14. Literatur:	Schwedt, G.: Analytische Chemie, Grundlagen, Methoden und Praxis, Thieme, Stuttgart, 2004 Otto, M.: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 3. Aufl., 2006 Hein/Kunze: Umweltanalytik mit Spektrometrie und Chromatographie, Wiley-VCH, 3. Aufl. 2004 Rump, H.H.: Laborhandbuch für die Untersuchung von Wasser, Abwasser und Boden, Wiley-VCH, 1998 Kromidas, S.: Handbuch Validierung in der Analytik, Wiley-VCH, Weinheim, 2000
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 160601 Vorlesung Instrumentelle Analytik • 160602 Vorlesung Analytik von Schadstoffen in Wasser und Boden • 160603 Vorlesung Qualitätssicherung in der chemischen Analytik • 160604 Praktikum Umweltanalytik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	1. Instrumentelle Analytik, Vorlesung, 1 SWS: Präsenzzeit: 10,5 h Selbststudiumszeit: 27,0 h Gesamt: 37,5 h 2. Analytik von Schadstoffen in Wasser und Boden, Vorlesung 1 SWS: Präsenzzeit: 10,5 h Selbststudiumszeit: 27,0 h Gesamt: 37,5 h 3. Qualitätssicherung in der chemischen Analytik, Vorlesung, 1 SWS: 210 Präsenzzeit: 10,5 h Selbststudiumszeit: 27,0 h Gesamt: 37,5 h 4. Praktikum Umweltanalytik, Laborpraktikum, wöchentlich Präsenzzeit (14 Halbtage á 4 h): 56,0 h Selbststudiumszeit
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 16061 Umweltanalytik - Wasser und Boden (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Hydrochemie und Hydrobiologie in der Siedlungswasserwirtschaft

Modul: 34540 Ökobilanz und Nachhaltigkeit

2. Modulkürzel:	020800036	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Hon.-Prof. Schew-Ram Mehra		
9. Dozenten:	• Jan Paul Lindner • Michael Baumann • Aleksandar Lozanovski • Sarah Schneider		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Ganzheitliche Bilanzierung Studierende • kennen Instrumente der Umweltpolitik und deren Anwendung. • kennen den Lebenszyklusgedanken als Grundlage der Ökobilanz • können die Methode der Ökobilanz und der Ganzheitlichen Bilanzierung umsetzen und darstellen. • kennen die Einsatzbereiche der Ökobilanz und können deren Stärken und Schwächen einordnen. Sie kennen den Nutzen von LCA und LCE Studien. • können umweltliche Auswirkungen der Material-undProzessauswahl in der Produktentwicklung einschätzen, einordnen und diese in die Entscheidungsfindung einzubeziehen. • haben Kenntnisse im Umgang mit dem Softwaresystem GaBi zur Erstellung von Lebenszyklusbilanzen Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften Studierende • kennen die Komponenten der Nachhaltigkeit • können nachhaltige Konzepte entwickeln und bewerten • kennen unterschiedliche Zertifizierungssysteme und Standards.		
13. Inhalt:	Lehrveranstaltungen Ganzheitliche Bilanzierung: Einführung in die Lebenszyklusanalyse und Übersicht anhand definierter Problemstellung Definition von Nachhaltigkeit und Einordnung der Ökobilanz in den Kontext der Nachhaltigkeit Einführung in die Methode der Ökobilanz nach DIN ISO 14040:2006 und 14044:2006 Problematik vereinfachter Modelle der Ökobilanz Anwendung und Anwendbarkeit der Methode der Ökobilanz und der Ganzheitlichen Bilanzierung Technische, ökologische und ökonomische Parameter innerhalb der Ganzheitlichen Bilanzierung Einführung in die erweiterte Anwendung / neue Themenfelder der Ökobilanz, wie z.B. Sozial Ökobilanz Biodiversität Einblick in die Konzepte zum Design for Environment Einblick in aktuelle Studien zur Vertiefung des theoretischen Verständnisses und der Anwendungsfelder		

der Ökobilanzen Umsetzung der Methode mit Hilfe des Softwaresystems GaBi Anwendung zur Identifizierung und Bewertung von Schwachstellen und des Verbesserungspotentials im gesamten Lebenszyklus Inhalt Lehrveranstaltung Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften: Definition und Grundbegriffe der Nachhaltigkeit regenerative Systeme existierende Zertifizierungssysteme und Standards; Methodische Prinzipien der Zertifizierung Einzelaspekte der Nachhaltigkeit

14. Literatur:

Skript: Einführung/Anwendung Ganzheitliche Bilanzierung

Skript: Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften

Einführung/Anwendung Ganzheitliche Bilanzierung:

DIN ISO 14040:2006: Umweltmanagement -Ökobilanz -Grundsätze und Rahmenbedingungen.

DIN ISO 14044:2006: Umweltmanagement -Ökobilanz -Anforderungen und Anleitungen.Eyerer P. (Hrsg.): Ganzheitliche Bilanzierung - Werkzeug zum Planen und Wirtschaften in Kreisläufen. Springer Verlag, Heidelberg (1996).

DIN EN ISO 14001:2004: Umweltmanagementsysteme -Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.Verordnung (EG) Nr. 761/2001des Europäischen Parlaments und des Rates (EG-Umweltauditverordnung (EMAS)).

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 345401 Vorlesung Einführung in die Ganzheitliche Bilanzierung
 - 345402 Vorlesung Anwendung der Ganzheitlichen Bilanzierung
 - 345403 Übung zur Ganzheitlichen Bilanzierung
 - 345404 Vorlesung Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: ca. 56 h

Selbststudium: ca. 112 h

Einführung in die Ganzheitliche Bilanzierung

14 h Präsenzzeit

28 h Selbststudium

Anwendung der Ganzheitlichen Bilanzierung,

14 h Präsenzzeit

28 h Selbststudium

Übung zur Ganzheitlichen Bilanzierung

14 h Präsenzzeit

28 h Selbststudium

Nachhaltigkeit in den Ingenieurwissenschaften

14 h Präsenzzeit

28 h Selbststudium

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 34541 Ökobilanz und Nachhaltigkeit PL (PL), mündliche Prüfung, 40 Min., Gewichtung: 1.0
 - 34542 Ökobilanz und Nachhaltigkeit USL (USL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0
-

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

Powerpointpräsentation und Folien

20. Angeboten von:

Lehrstuhl für Bauphysik

122 Elective Modules 3 CP

Zugeordnete Module:	1221	Elective Modules 3 CP (in english language)
	1222	Elective Modules 3 CP (in german language)

1221 Elective Modules 3 CP (in english language)

Zugeordnete Module:	36550	Chemistry of the Atmosphere
	39110	Air Quality Management
	39130	Engine Combustion and Emissions
	39140	Sustainable Production Processes
	39650	Basics of Membrane Technology
	39660	Biological Waste Air Purification
	41010	Modellierung von Zweiphasenströmungen
	58100	Constructed wetlands for wastewater treatment
	59600	Chemical Reaction Engineering

Modul: 39110 Air Quality Management

2. Modulkürzel:	041210011	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Apl. Prof. Rainer Friedrich		
9. Dozenten:	• Rainer Friedrich • Sandra Torras Ortiz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Students can generate emission inventories and emission scenarios, operate atmospheric models, estimate health and environmental impacts and exceedances of thresholds, establish clean air plans and carry out cost-effectiveness and cost-benefit analyses to identify efficient air pollution control strategies.		
13. Inhalt:	Sources of air pollutants and greenhouse gases, generation of emission inventories, scenario development, atmospheric (chemistry-transport) processes and models, indoor pollution, exposure modelling, impacts of air pollutants, national and international regulations, instruments and techniques for air pollution control, clean air plans, integrated assessment, cost-effectiveness and cost benefit analyses.		
14. Literatur:	Script Online-tutorial		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	391101 Vorlesung Air Quality Management		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 28 h Private Study: 62 h Total: 90 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39111 Air Quality Management (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	PowerPoint slides, blackboard		
20. Angeboten von:	Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung		

Modul: 39650 Basics of Membrane Technology

2. Modulkürzel:	041110777	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Jochen Kerres		
9. Dozenten:	Jochen Kerres		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Thermo and Fluid Dynamics Chemistry and Biology for Environmental Engineers		
12. Lernziele:	After completion of this module, students have basic knowledge in membrane technologies and their physicochemical basics available (thermodynamics and kinetics (transport properties) of membrane processes, basic types and funktionalitites of porous membrane types, solution diffusion membranes and ion exchange membranes.		
13. Inhalt:	Basics of membrane processes (thermodynamics,transport processes) Types of membrane processes: pressure-driven (MF, UF, NF) Chemical potential-driven (RO, PV, GS, DD, dialysis) Electrical potential-driven (ED, EDBP) Membrane preparation: Dense membranes Porous membranes Charged membranes Membrane characterization		
14. Literatur:	<i>Skript</i> <i>Text book:</i> - <i>Heiner Strathmann, Lidieta Giorno, Enrico Drioli</i> <i>An Introduction to Membrane Science and Technology</i> CNR-ITM ISBN 88-8080-063-9 - <i>Marcel Mulder</i> <i>Basic Principles of Membrane Technology</i>		

Springer

ISBN-10: 0792342488

ISBN-13: 978-0792342489

- *Hamann-Vielstich*

Elektrochemie

Wiley-VCH

ISBN-13: 9783527310685

ISBN-10: 352731068-1

- *Richard W. Baker*

Membrane Technology and Applications

Wiley

ISBN-10: 0470854456

ISBN-13: 978-0470854457

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	396501 Lecture Basics of Membrane Technology
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of Attendance: 28 h Lecture Self study: 62 h = 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39651 Basics of Membrane Technology (BSL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint Präsentation
20. Angeboten von:	

Modul: 39660 Biological Waste Air Purification

2. Modulkürzel:	021221201	5. Moduldauer:	[pord.modu Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Karl Heinrich Engesser		
9. Dozenten:	• Karl Heinrich Engesser • Daniel Dobslaw		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of biology, chemistry and air quality control Basics of thermodynamics, kinetics and mathematics Formally: none		
12. Lernziele:	The students know about actual legislation in USA, Canada, European Union, Australia as well as Germany related to emissions, ambient air quality as well as the legislative process of building up biological waste air cleaning plants. Basic knowledge about non-biological techniques is delivered. The students get knowledge about chemical and biological basics to estimate biodegradability of different pollutants and pollutant classes and mixtures of themselves. The functions of different kinds of biological air treatment techniques and relevant process parameters are presented. Thus students are able to select the appropriate treatment system according to the given frame conditions. Sum up, they have the competence for the first calculation and design of a biological waste air treatment system.		
13. Inhalt:	• Air related legislation in Germany, EU, Australia, Canada and USA • Types of waste air treatment • Types of bioreactors systems for biological waste air purification • Biodegradability of typical waste air compounds • Basic processes in biofiltration • Operating conditions and operating costs • Definitions and terminology for examination in efficiency • Use of filter materials Examples for typical problems and for extreme use of biological waste air treatment.		

- Analytical methods for air and odorimetric analyses.

An additional exercise delves into the contents of the lecture, especially as a preparation to examination.

14. Literatur:

- Script for lecture (addition to slides)
 - Powerpoint slides for lecture
 - Board notices
 - Internet
 - Deviny, Deshusses, & Webster 1999. J.S. Deviny, M.A. Deshusses and T.S. Webster Biofiltration for air pollution control, CRC Press, LLC, Boca Raton, FL (1999).
 - Lee, C.C.; Dar Lin, S. (2000). Handbook of Environmental Engineering Calculations. McGraw-Hill.
 - Salvato, Joseph A.; Nemerow, Nelson L.; Agardy, Franklin J. Environmental Engineering (5th Edition). John Wiley & Sons. (Chapter 6).
 - Schnelle, Karl B. Jr. (2001). Air Pollution Control Technology Handbook. Sheffield Biological Sciences. 978-0849395888
-

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 396601 Lecture Biological Waste Air Purification
 - 396602 Excursion to a nearby biological waste air purification facility
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

17. Prüfungsnummer/n und -name:

39661 Biological Waste Air Purification (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 59600 Chemical Reaction Engineering

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Jochen Kerres		
9. Dozenten:	Jochen Kerres		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Thermo- and Fluid Dynamics		
12. Lernziele:	After completion of this module, students have basic knowledge about Chemical Reaction Engineering and their physicochemical basics available (thermodynamics and kinetics of chemical reactions, basic types and functionalities as well as physicochemistry of basic reactors such as Stirred Tank Reactor (STR), Plug-Flow and Continuously Stirred Tank Reactor (CSTR))		
13. Inhalt:	Conversion of measure units Stoichiometry and global mass balances Global energy balances Chemical equilibrium Chemical reaction kinetics Description and calculation of basic reactor types and their thermodynamics and kinetics		
14. Literatur:	Skript textbook: Chemical Reaction Engineering (hardcover edition) by Octave Levenspiel (Autor) hardcover edition: 688 Seiten publisher: Wiley & Sons; edition: 3. A. (16. September 1998) language: English ISBN-10: 047125424X ISBN-13: 978-0471254249		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	596001 Vorlesung Chemische Reaktionstechnik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of Attendance: 28 h Lecture Self study: 62 h = 90 h		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 59601 Chemical Reaction Engineering (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 36550 Chemistry of the Atmosphere

2. Modulkürzel:	030701929	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Cosima Stubenrauch		
9. Dozenten:	• Cosima Stubenrauch • Ulrich Vogt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics in Chemistry, Physics, and Air Quality Control		
12. Lernziele:	The graduates of the module understand the basic physical and chemical processes in the tropo- and the stratosphere. The influence of air pollutants in the ambient air and on a global scale can be explained, which, in turn, allows classifying and assessing the air quality in a defined area. This is the basis for the understanding and justification of air pollution abatement measures.		
13. Inhalt:	I: Chemistry of the Atmosphere (Stubenrauch) • Structure of the atmosphere • Radiation balance of the Earth • Global balances of trace gases • OH radical • Chemical degradation mechanisms • Stratospheric chemistry, ozone hole • Tropospheric chemistry • Greenhouse effect, climate II: Air Pollutants in Urban and Rural Areas and Meteorological Influences (Vogt) • Spatial distribution of air pollutants in urban and rural areas • Temporal variation and trends in air quality • Carbon compounds, sulfur dioxide, particulate matter, nitrogen oxides, tropospheric ozone • Meteorological influences		
14. Literatur:	• Introduction to Atmospheric Chemistry, D.J. Jacob, Princeton University Press, Princeton, 1999 • Chemistry of the Natural Atmosphere, P. Warneck, Academic Press, San Diego, 2000 • Sonderheft von "Chemie in unserer Zeit", 41. Jahrgang, 2007, Heft 3, 133-295 • Air Quality Control, G. Baumbach, Springer Verlag, Berlin, 1996 • News on Topics from Internet (e.g. UBA, LUBW)		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 365501 Vorlesung Chemie der Atmosphäre		

• 365502 Exkursion Chemie der Atmosphäre

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Attendance: 35 h (28 h Lectures & 7 h Exkursion)
Autonomous Student Learning: 55 h
Total: 90 h

17. Prüfungsnummer/n und -name:

36551 Chemistry of the Atmosphere (BSL), schriftliche Prüfung, 60
Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

blackboard, PowerPoint presentations, demonstration of measurements

20. Angeboten von:

Modul: 58100 Constructed wetlands for wastewater treatment

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Anne Weiß		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Chemistry and Biology for Engineers Sanitary Engineering		
12. Lernziele:	The goal of this course is to provide advanced knowledge of the processes and concepts of constructed wetlands systems to the students. They will get familiar with the existing scientific, technical, and economic practices of using constructed wetlands for wastewater and sewage sludge treatment. For this reason all late scientific developments concerning municipal industrial and agro-industrial wastewater treatment and sewage sludge treatment will be presented, At the end of the course the students will be able to: • Understanding constructed wetlands' main mechanisms. • Perform a rough design of constructed wetlands treating various wastewaters and sewage sludge		
13. Inhalt:	Basic principles of constructed wetlands • Attached growth treatment systems • Constructed wetlands (basic principles, types, vegetation, porous media, etc) • Pollutant removal mechanisms and kinetics (organic matter, nitrogen, phosphorus, heavy metals, suspended solids) • Sewage sludge treatment (dewatering mechanisms, mineralization processes) Design of constructed wetlands • Constructed wetlands' design models (hydrodynamic and pollutant removal models) • Determination of required constructed wetland area • Sewage sludge treatment (sludge loading rates, duration of loading and resting periods) Case studies • Municipal wastewater treatment • Agro-industrial wastewater treatment		

	Sewage sludge treatment
14. Literatur:	Stefanakis, A.I., Akratos, C.S., Tsihrintzis, V.A. Vertical flow constructed wetlands: Eco-engineering systems for wastewater and sludge treatment, first ed. Elsevier, Burlington, USA. Kadlec, R.H., Wallace, S. Treatment wetlands, second ed. CRC Press Lecture notes
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	581001 Vorlesung Design of constructed wetlands
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	58101 Constructed wetlands for wastewater treatment (BSL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 39130 Engine Combustion and Emissions

2. Modulkürzel:	070800101	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dietmar Schmidt		
9. Dozenten:	Dietmar Schmidt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) →		
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 pathways 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, eventuell mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Blackboard, ppt-presentation		
20. Angeboten von:	Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen		

Modul: 41010 Modellierung von Zweiphasenströmungen

2. Modulkürzel:	041600614	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Eckart Laurien		
9. Dozenten:	Eckart Laurien		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen aus Modul „Numerische Strömungs-simulation“		
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen benötigte Ansätze und Methoden der mehrdimensionalen, numerischen Modellierung von Zweiphasenströmungen mit Berücksichtigung von Verdampfungs- und Kondensationsvorgängen.		
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
14. Literatur:	E. Laurien und H. Oertel jr.: Numerische Strömungsmechanik, 4. Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden (2011)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	410101 Vorlesung Modellierung von Zweiphasenströmungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 22,5 h + Nachbearbeitungszeit 67 h + Prüfungszeit 0,5 h = 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	41011 Modellierung von Zweiphasenströmungen (BSL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	ppt-Präsentation, alle Folien online verfügbar unter http://www.ike.uni-stuttgart.de/lehre/M2P-index.html
20. Angeboten von:	Institut für Kernenergetik und Energiesysteme

Modul: 39140 Sustainable Production Processes

2. Modulkürzel:	074300030	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Thomas Hirth		
9. Dozenten:	Thomas Hirth		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) →		
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 production. • 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 development. • 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 & 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: 28 h Private study: approx. 62 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39141 Sustainable Production Processes (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Blackboard, PPT-presentation, manuscript of the lecture		
20. Angeboten von:	Air Quality, Solid Waste and Waste Water Process Engineering (WASTE)		

1222 Elective Modules 3 CP (in german language)

Zugeordnete Module:	15390	Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen
	15400	Biogas
	30660	Luftreinhaltung am Arbeitsplatz
	36560	Raumklima
	38720	Meteorologie
	67040	Kraftwerksanlagen I

Modul: 15400 Biogas

2. Modulkürzel:	021220008	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Detlef Clauß		
9. Dozenten:	Gerhard Rettenberger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules 3 CP (in german language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	BSc. Modul: Abfallwirtschaft und Biologische Abluftreinigung		
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die biochemischen Prozesse die zur Bildung von Biogas führen. Sie kennen die relevanten verfahrenstechnischen Prozesse und Anlagen für die Biogaserfassung und -verwertung sowie die dazu notwendigen substratspezifischen Dimensionierungsparameter. Die Studierenden besitzen die Kompetenz technische Anlagen zur Biogaserzeugung auf der Basis der gesetzlichen Vorgaben und unter Berücksichtigung der sicherheitstechnischen Aspekte zu beurteilen. Zudem sind Sie in der Lage, die Möglichkeiten und Grenzen von Biogas, aus Siedlungsabfällen und landwirtschaftlichen Reststoffen, als regenerativen Energieträger einzuordnen und zu bewerten. Des Weiteren können Sie eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bestehender Biogasanlagen durchführen.		
13. Inhalt:	Biologisch abbaubare Abfälle aus dem Haushalt, dem Gewerbe bzw. der Industrie können zur Produktion von Biogas eingesetzt werden. In der Vorlesung wird die Bildung von Biogas, die Sammlung, die Speicherung und Verwertung (z.B. Blockheizkraftwerk) thematisiert. Der Schwerpunkt liegt dabei in der Darstellung der notwendigen technischen Einrichtungen, der Dimensionierung und den Sicherheitsaspekten. Die einzelnen Themenschwerpunkte werden am Beispiel von Abwasserschlämm, Biogasanlagen im landwirtschaftlichen Betrieb und der Hausmülldeponie erläutert.		
14. Literatur:	Eigenes Manuskript		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 154001 Vorlesung Biogasverwertung • 154002 Exkursion Biogasverwertung		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenz:	38 h	
	Selbststudium:	52 h	
	Gesamt:	90 h	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	15401 Biogas (BSL), mündliche Prüfung, 20 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Tafel, Beamer, Exkursion		
20. Angeboten von:			

Modul: 67040 Kraftwerksanlagen I

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Apl. Prof. Uwe Schnell		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in german language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Thermodynamik		
12. Lernziele:	Die Studierenden des Moduls haben die Energieerzeugung mit Kohle und/oder Erdgas in Kraftwerken verstanden. Sie kennen die verschiedenen Kraftwerks-, Kombiprozesse und CO ₂ -Abscheideprozesse. Sie sind in der Lage, die Klimawirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Kraftwerksprozesse zu beurteilen und für den jeweiligen Fall die optimierte Technik anzuwenden.		
13. Inhalt:	Energie und CO ₂ -Emissionen, Energiebedarf und -ressourcen, CO ₂ -Anreicherungs- und Abscheideverfahren, Referenzkraftwerk auf der Basis von Stein- und Braunkohle, Wirkungsgradsteigerung durch fortgeschrittene Dampf-parameter, Grundprinzipien des Gas- und Dampfturbinenkraftwerks.		
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript „Kraftwerksanlagen I“		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	670401 Vorlesung Kraftwerksanlagen I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 62 h Gesamt: 90 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:			
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

Modul: 30660 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz

2. Modulkürzel:	041310004	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Armin Ruppert		
9. Dozenten:	Michael Schmidt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in german language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Im Modul Luftreinhaltung am Arbeitsplatz haben die Studenten die Systematik der Lösungen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz sowie dazu erforderlichen Anlagen kennen gelernt und die zugehörigen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen erworben. Erworbene Kompetenzen: Die Studenten • sind mit den Methoden zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz vertraut, • können für die jeweiligen Anforderungen die technischen Lösungen konzipieren, • können die notwendigen Anlagen auslegen		
13. Inhalt:	• Arten, Ausbreitung und Grenzwerte von Luftfremdstoffen • Bewertung der Schadstofffassung • Luftströmung an Erfassungseinrichtungen • Luftführung, Luftdurchlässe • Auslegung nach Wärme- und Stofflasten • Bewertung der Luftführung • Abnahme von Leitungsmessungen		
14. Literatur:	• Industrial Ventilation Design Guidebook, Edited by Howard D. Goodfellow, Esko Tähti, ISBN: 0-12-289676-9, Academic Press		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	306601 Vorlesung Luftreinhaltung am Arbeitsplatz		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30661 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz (BSL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Vorlesungsskript		
20. Angeboten von:			

Modul: 38720 Meteorologie

2. Modulkürzel:	042500051	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Vogt		
9. Dozenten:	Ulrich Vogt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in german language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine		
12. Lernziele:	Die Studenten haben die Grundkenntnisse der Meteorologie und der atmosphärischen Prozesse erworben, die zum Verständnis des Verhaltens von Luftverunreinigungen und der Niederschläge in der Atmosphäre, die auch auf andere Bereiche der Umwelt einwirken (Wasser, Vegetation) erforderlich sind.		
13. Inhalt:	In der Vorlesung „Meteorologie“ werden die folgenden Themen behandelt: • Strahlung und Strahlungsbilanz, • Meteorologische Elemente (Luftdichte, Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind) und ihre Messung, • allgemeine Gesetze, • Aufbau der Erdatmosphäre, • klein- und großräumige Zirkulationssysteme in der Atmosphäre, • Wetterkarte und Wettervorhersage, • Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre, • Stadtklimatologie, • Globale Klimaveränderungen und ihre Auswirkungen, „Ozonloch“.		
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript • Lehrbuch: Hupfer, P., Kuttler, W. (Hrsg.): Witterung und Klima, Teubner, 12. Auflage, 2006		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	387201 Vorlesung Meteorologie		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:	28 h	
	Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:	62 h	
	Gesamt:	90 h	

17. Prüfungsnummer/n und -name: 38721 Meteorologie (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung:
1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform: Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, ILIAS

20. Angeboten von: Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

Modul: 36560 Raumklima

2. Modulkürzel:	020800061	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Hon.-Prof. Schew-Ram Mehra		
9. Dozenten:	Marcus Hermes		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in german language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Studierende • verstehen den Menschen als Mittelpunkt aller raumklimatischen Maßnahmen und können raumklimatisch behaglich entwerfen bzw. Behaglichkeit in Räumen herstellen • beherrschen die Wechselwirkungen des Menschen mit dem Klima und umgekehrt insbesondere für den praktischen Einsatz • haben ein vertieftes Verständnis bzgl. der Beurteilung der Innenluftqualität		
13. Inhalt:	Inhalt der Lehrveranstaltung Raumklima: • Raumklima, Einführung und physiologische Grundlagen • Thermische Behaglichkeit, Grundlagen und Behaglichkeitsdiagramme • Wärmebilanzgleichung, konvektiver und strahlungsbedingter Anteil, Zugluft • Klimasummengrößen, Äquivalent- und Operativtemperatur • Fanger, Klimabewertungsskala, PMV und PPD • Thermische Behaglichkeitsmodelle, Alternativen zum Fanger-Modell • Innenluftqualität, Einführung, Zusammensetzung Atmosphäre, CO₂, Staub • Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Radon • Gerüche, Weber-Fechner-Gesetz • Düfte, Zusammensetzung, Einsatzbereiche, Gefährdungspotential • Fanger, Komfortgleichung zur Luftqualität, Einheiten Olf und Dezipol • Natürliche Lüftung von Räumen		
14. Literatur:	Skript: Raumklima • Bekanntmachung des Umweltbundesamtes: Gesundheitliche Bedeutung von Feinstaub in der Innenraumluft. Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 51, S. 1370-1378 (2008). • Etheridge, D.: Natural Ventilation of Buildings. Theory, Measurement and Design. Verlag Wiley (2012). • Fanger P. O.: Thermal Comfort. Analysis and Applications in Environmental Engineering. Danish Technical Press, Copenhagen (1970).		

- Frank, W.: Raumklima und Thermische Behaglichkeit. Berichte aus der Bauforschung, Heft 104. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin (1975).
- Gertis, K.: Radon in Gebäuden. Eine kritische Auswertung vorhandener Literatur. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart (2008).
- Hausladen, G., Liedl, P., Saldanha de, M.: Klimagerecht Bauen, Ein Handbuch. Birkhäuser Verlag, Basel (2012).
- Künzel, H. (Hrsg.): Wohnungslüftung und Raumklima. Grundlagen, Ausführungshinweise, Rechtsfragen. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart (2009).
- Mayer, E., Schwab, R.: Untersuchung der physikalischen Ursachen von Zugluft. Gesundheits-Ingenieur 111 (1990), H.1, S. 17-30.
- Mücke, W., Lemmen, C.: Duft und Geruch. Wirkungen und gesundheitliche Bedeutung von Geruchsstoffen. ecomed Medizin, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm (2010).
- Pettenkofer, M.: Über den Luftwechsel in Wohngebäuden. Literarisch-artistische Anstalt der J. G. Cotta'schen Buchhandlung, München (1858).
- Silbernagl, S.: Despopoulos, A.: Taschenatlas Physiologie. 8., überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Verlag Stuttgart (2012).

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	365601 Vorlesung Raumklima und Innenluftqualität
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: ca. 28 h Selbststudium: ca. 62 h Gesamt: ca. 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36561 Raumklima (BSL), mündliche Prüfung, 20 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelaufschrieb, Powerpointpräsentation
20. Angeboten von:	Lehrstuhl für Bauphysik

Modul: 15390 Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen

2. Modulkürzel:	021220007	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Detlef Clauß		
9. Dozenten:	Hans-Dieter Huber		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules 3 CP (in german language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	BSc. Modul: Abfallwirtschaft und Biologische Abluftreinigung		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben fundierte Kenntnisse in der Beurteilung der Umweltrelevanz und Ökonomie von Abfalltechnischen Anlagen. Die Studierenden kennen die Methodik des Planungsprozesses von der Konzeptstudie bis zur Ausführung sowie das Genehmigungsverfahren für thermische Abfallbehandlungsanlagen. Sie besitzen die Fähigkeit die umweltrelevanten Prozesse und Verfahrenstechniken zu identifizieren und zu bewerten. Des Weiteren haben die Studierenden Kenntnisse über die ökonomischen Auswirkungen bei der Implementierung von abfalltechnischen Anlagen.		
13. Inhalt:	Die Vorlesung basiert vor allem auf praktischen Erfahrungen und vermittelt die gesetzlichen Grundlagen, die abfallwirtschaftlichen Randbedingungen, die planerischen Instrumente und Abläufe, die technischen Maßnahmen und die organisatorischen Möglichkeiten, welche insbesondere die Umweltverträglichkeit beziehungsweise die Ökonomie von Abfallbehandlungsanlage beeinflussen. Es werden sowohl die relevanten Emissionen als auch die Immissionen und deren Auswirkungen auf die Umwelt dargestellt. Die Auswirkungen werden mit denen anderer Emissionsfaktoren verglichen. Die Einflussfaktoren auf die Investitions- und Behandlungskosten bei Abfallbehandlungsanlagen werden aufgezeigt und z.B. anhand von Kostenermittlungen in verschiedenen Projektstadien erläutert. Mit behandelt werden u. a. auch Einflüsse aus Vergaberecht, Finanzierungsmöglichkeiten und der Einbindung von privaten Firmen.		
14. Literatur:	Eigenes Manuskript		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 153901 Vorlesung Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen • 153902 Exkursion Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenz:	38 h	
	Selbststudium:	52 h	
	Gesamt:	90 h	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	15391 Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen (BSL), mündliche Prüfung, 20 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform: Tafel, Beamer, Exkursion

20. Angeboten von:

123 Practical Works

Zugeordnete Module: 36540 Praktikum Luftreinhaltung
 67060 Sanitary Engineering - Practical Class Part I for WASTE students
 67080 Sanitary Engineering - Practical Class Part II for WASTE students

Modul: 36540 Praktikum Luftreinhaltung

2. Modulkürzel:	042500020	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes Semester
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Vogt		
9. Dozenten:	• Michael Schmidt • Ulrich Vogt • Martin Reiser		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules --> Elective Modules --> Practical Works → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Air Quality Control --> Practical Work →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul: Measurement of Air Pollutants		
12. Lernziele:	Praktische Vertiefung der in den Vorlesungen vermittelten Lehrinhalten. -/- Practical intensification of the taught contents of the lectures.		
13. Inhalt:	In diesem Modul sind die folgenden 5 Versuche am IFK, am ISWA und am IGE zu absolvieren. Es ist außerdem jeweils eine Ausarbeitung anzufertigen: 1. Bestimmung von Schadgasen in der Außenluft (IFK) 2. Bestimmung von Abgasemissionen aus Kleinf Feuerungen (IFK) 3. NO_x-Minderung bei der Kohlenstaubverbrennung (IFK) 4. Bestimmung von Gerüchen und Geruchsstoffen (ISWA) 5. Freie Lüftung (IGE) <i>Versuchsbeispiele:</i> NO_x-Minderung bei der Kohlenstaubverbrennung: • 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 Freie Lüftung: Aufgabe der Lüftungstechnik ist es, Räume zu klimatisieren bzw. zu belüften. Die Raumluf tströmung ist dabei so einzustellen, dass Anforderungen an die thermische Umgebung und / oder die Stoffgrenzwerte eingehalten werden. Dazu ist es notwendig, die sich einstellende Raumluf tströmung abhängig vom Zuluftstrom und der Art der Luftführung zu kennen. Bei der Konzeption und Planung raumluf ttechnischer Anlagen behilft man sich damit, die Raumluf tströmung im Labor nachzubilden. Für vorgegebene Randbedingungen wird die günstigste Anordnung und Auslegung der Luftdurchlässe ermittelt. Es werden verschiedene Lüftführungen behandelt.		

English translation:

The following 5 experiments must be taken at the corresponding institutes; a written elaboration is also required

1. Determination of air pollutants in the ambient air (IFK)
2. Determination of air pollutants in the flue gas of a wood firing (IFK)
3. Reduction of NO_x in a pulverized coal furnace (IFK)
4. Odor and odor compounds determination (ISWA)
5. Natural ventilation (IGE)

Examples of experiments:

NO_x reduction in a pulverized coal combustion:

- Instruments to reduce NO_x (air and fuel staging)
- Technical data of the test plant
- Calculation of the air required during an unstaged combustion with $\lambda = 1.15$
- Calculation of the primary/secondary air and burnout air amounts during an air-staged combustion
- Calculation of the flow velocity and residence time within the reactor
- Evaluation: Correction of NO_x emissions to 6 % O₂ in the exhaust gas

Natural ventilation:

Ventilation technologies provide air-conditioning and ventilation options for indoor use. The indoor air flow must be adjusted as to meet the thermal requirements of the surroundings and/or limit values. This makes it inevitable to know the influence of the incoming air flow and the type of air-flow routing on the indoor air flow. The conception and planning of indoor air installations is based on the simulation of indoor air flows in a laboratory. This helps to determine the best possible arrangement and dimensioning of air passages within specified conditions. Different air-flow routing options are discussed.

14. Literatur:	Praktikumsunterlagen (online verfügbar)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 365401 Spezialisierungsfachversuch 1 • 365402 Spezialisierungsfachversuch 2 • 365403 Spezialisierungsfachversuch 3 • 365404 Spezialisierungsfachversuch 4 • 365405 Spezialisierungsfachversuch 5
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 24 hours (5 times 4 hours each) self-study: 70 hours total: 90 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36541 Praktikum Luftreinhaltung (USL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0, schriftliche Ausarbeitung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	ILIAS
20. Angeboten von:	Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

Modul: 67060 Sanitary Engineering - Practical Class Part I for WASTE students

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Bertram Kuch		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules --> Elective Modules --> Practical Works → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Solid Waste --> Practical Work →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Prerequisite Modules : Sanitary Engineering (Waste: 021220012; Warem: 508 ME) Urban drainage and design of Wastewater treatment plants (Waste: 021210251; Warem: 542 ME) Chemistry and Biology for Environmental Engineers (Waste: 021230502; Warem: 546 ME)		
12. Lernziele:	The student knows and understands in theory and practice - the most important parameters to characterize water and waste water and the analytical methods to determine them (e.g. pH, nitrate, ammonium, phosphorus, alkalinity, acidity, permanganate index, conductivity, oxygen, loss of ignition, filterable matter). - important techniques for removal of water contaminants (e.g. ion exchange, precipitation, coagulation, sorption, neutralization, aerobic, anoxic and anaerobic degradation) The student - is capable of interpreting and evaluating analytical data and based on these data to draw conclusions in order to evaluate the quality of water and the efficiency of processes for treatment of water.		
13. Inhalt:	This course serves to the intensification of the theoretical knowledge in sanitary engineering with focus on water and wastewater by practical work in the laboratory and an accompanying student seminar. The experiments offered belong thematically to the main areas: water and waste water water chemistry and analysis The experiments are mainly performed directly by the students in groups of 3 to max. 6 or offered as demonstration experiments.		
14. Literatur:	Description of Experiments (available as download, pdf)		

	Handouts for seminar work
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 670601 Übung Sanitary Engineering Practical Class I for WASTE Students - Water/Chemistry • 670602 Seminar Sanitary Engineering Practical Class I for WASTE Students - Solid Water/ Chemistry
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 7 days of practical work; ca. 6 h/day = 42 h Preparation time (seminar; before/ after practical work): 34 h Seminar: 1 SWS, 14 h Total: 90 hours (3 LP)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67061 Sanitary Engineering - Practical Class Part I for WASTE students (USL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 67080 Sanitary Engineering - Practical Class Part II for WASTE students

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Martin Reiser		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules --> Elective Modules --> Practical Works → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Waste Water --> Practical Work →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Prerequisite Modules : Sanitary Engineering (Waste: 021220012; Warem: 508 ME) Chemistry and Biology for Environmental Engineers (Waste: 021230502; Warem: 546 ME)		
12. Lernziele:	The student knows and understands in theory and practice - how to take representative samples out of the different waste streams and the relevant sampling errors The student is aware of the most important microbiological tools to detect, handle and use microorganisms in environmental engineering systems The student - is capable of interpreting and evaluating analytical data and based on these data to draw conclusions in order to evaluate the efficiency of processes for treatment of solid waste. - is able to apply the relevant laboratory test procedures to analyze compost within the quality assurance system and to interpret the results. - has the competence to develop a sampling procedure for household waste and to determine the waste composition by a sorting analyses - is able to apply selected test procedures in the field of hazardous waste and the analyses of odor samples		
13. Inhalt:	This course serves to the intensification of the theoretical knowledge in sanitary engineering with focus on solid waste and environmental microbiology by practical work in the laboratory and an accompanying student seminar. The experiments offered belong thematically to the two main areas: • solid waste • microbiology		

The experiments are mainly performed directly by the students in groups of 3 to max. 6 or are offered as demonstration experiments.

14. Literatur:

Description of Experiments (available as download, pdf)

Handouts for seminar work

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 670801 Übung Sanitary Engineering Practical Class II for WASTE Students - Solid Waste/Microbiolog
 - 670802 Seminar Sanitary Engineering Practical Class II for WASTE Students - Solid Waste /Microbiology
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

17. Prüfungsnummer/n und -name:

67081 Sanitary Engineering - Practical Class Part II for WASTE students (USL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0, written records of practical experiments, weighted: 0.5; oral presentation of practical experiments, weighted: 0.5.

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 67070 Industrial Internship

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes Semester
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Andreas Kronenburg		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules --> Elective Modules →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	In the course of the study program, the Industrial Internship is supposed to complement the acquired theoretical knowledge with practical relevance. Interns are provided with the possibility to learn not only about e.g. the manufacturing sector but also to understand and participate in the sociological aspects of a company therefore being able to thoroughly understand their future role in a business of their choice.		
13. Inhalt:	Please refer to the Guidelines for Internships issued by the Internship Office for Mechanical Engineering		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67071 Industrial Internship (USL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

Modul: 81320 Student Research Project

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	jedes Semester
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Andreas Kronenburg		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules --> Elective Modules →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	The examiner will issue the topic of the student research project. Every professor of the study program WASTE as well as assistants/lecturers with the permission to be an examiner are eligible examiners. Doctoral candidates, scientific assistants or persons without the official legitimation to be an examiner can be the supervisor of the work, but not the examiner. Other professors of the University of Stuttgart or assistants/lecturers with the permission to be an examiner who do not teach in the WASTE program can also become examiners of a student research project with special permission of the head of the examination committee.		
12. Lernziele:	The student is capable of independently carrying out a scientific thesis. This includes: • Identification and clear description of a given task, • Design of an experiment and implementation of such with practical experiments or the application of simulation programs, • Evaluation and graphical depiction of experimental results and their assessment. The student is capable of identifying, describing and assessing problems in the field of Environmental and Process Engineering. Further, the student is able to plan and to independently carry out the according research, experimental or model solutions. Generally, the student has gained the basics for independent scientific work. The student is able to present her/his work in a concise way within a scientific presentation.		
13. Inhalt:	To be developed individually. Depends on chosen subject.		
14. Literatur:	Depends on chosen subject		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	360 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	81321 Student Research Project (PL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0, Submission of a report (print version + digital version) about the work done in the frame of the Student Research Project + 20-30 minutes presentation of the results with subsequent discussion. Graded Report + presentation, weight: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

200 Specialized Area

Zugeordnete Module:	210	Air Quality Control
	220	Solid Waste
	230	Waste Water

210 Air Quality Control

Zugeordnete Module:	211	Core Modules
	212	Elective Modules 6 CP
	213	Elective Modules 3 CP
	214	Practical Work

211 Core Modules

Zugeordnete Module: 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

Modul: 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

2. Modulkürzel:	042500003	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Günter Scheffknecht		
9. Dozenten:	Günter Scheffknecht		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Air Quality Control --> Core Modules →		
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 Lecture: 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), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
---------------------------------	--

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:	PowerPoint Presentations, Black board, ILIAS
-----------------	--

20. Angeboten von:	Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik
--------------------	---

212 Elective Modules 6 CP

Zugeordnete Module:	15430	Measurement of Air Pollutants
	15970	Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen
	30580	Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen
	30590	Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen
	59610	Primary Environmental Technologies and Emissions Reduction in Industrial Processes

Modul: 30580 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen

2. Modulkürzel:	042200102	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Andreas Kronenburg		
9. Dozenten:	• Andreas Kronenburg • Oliver Thomas Stein		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area -->Air Quality Control -->Elective Modules 6 CP →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Fundierte Grundlagen in Mathematik, Physik, Informatik Vertiefungsmodul: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge I + II (beglei-tend) Fundamentals of thermodynamics, chemistry, mathematics, computer science Core module: Combustion Fundamentals I+II or Chemistry and Physics of Com-bustion		
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 Modellsysteme programmieren und Simulati-onen durchführen. Diese sind zur Vertiefung in Form von Studien-/Masterarbeiten geeignet. Participants shall know the fundamentals of the numerical simulations of simplified combustion processes. They have gained a first experience in the modelling of combustion systems and model implementation. Students are able to program simple reactors, carry out simulations and evaluate the results. These skills can be extended within Bachelor-/ Master projects.		
13. Inhalt:	• Wiederholung der Grundlagen der Verbrennung: Thermodynamik, Gas-gemische, Chemische Reaktionen/Gleichgewicht, Stöchiometrie, Flammen-typen, Mathematische Beschreibung von Massen- / Impulserhaltung, Wärme-/Stofftransport • Vereinfachte Reaktorbeschreibungen: Rührreaktoren (0D), Plug Flow Reaktor (1D), einfache laminare Vormisch- und Diffusionsflammen (1D) • Grundlagen der numerischen Simulation: Grundgleichungen, Modellbildung, Diskretisierung, Implementierung • Orts-/Zeitdiskretisierung, Anfangs-/Randbedingungen, explizite/implizite Lö-sungsverfahren		

Übung: Implementierung und Simulation einfacher Probleme mit Matlab

- Revision of combustion fundamentals: thermodynamics, (ideal) gas mixtures, chemical kinetics/equilibrium, stoichiometry, combustion modes, conservation principles (mass, momentum, energy), heat and mass transfer
- Simplified reactors: batch reactors/well-stirred flow reactors (0D), plug flow reactors, laminar premixed and non-premixed flames (1D)
- Fundamentals of numerical simulation: conservation equations, modelling, discretisation, implementation, solution algorithms
- Spatial/temporal discretisation: Initial/boundary conditions, explicit/implicit solvers, stability criteria

Tutorials: Modelling, implementation and simulation of basic algorithms and reactors (MATLAB/Cantera)

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: I Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Vorlesung: 2.0 SWS = 28 Stunden II Computerübungen in Kleingruppen Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen, Übung: 2.0 SWS = 28 Stunden Summe Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 134 Stunden Gesamt: 180 Stunden Time of attendance: I Introduction to numerical simulation of combustion processes, lecture: 2.0 SWS = 28 hours II Introduction to numerical simulation of combustion processes, exercise: 2.0 SWS = 28 hours sum of attendance: 56 hours self-study: 134 hours total: 180 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30581 Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen (PL), schriftlich oder mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1.0, unbenotete Prüfungsvorleistung: schriftliche Hausaufgaben/Tests
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen, Computeranwendungen

20. Angeboten von:

Modul: 15430 Measurement of Air Pollutants

2. Modulkürzel:	042500022	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Vogt		
9. Dozenten:	• Ulrich Vogt • Martin Reiser		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area -->Air Quality Control -->Elective Modules 6 CP →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Fundamentals in "Air Quality Control"		
12. Lernziele:	The graduates of the module can identify and describe air quality problems, formulate the corresponding tasks and requirements for air quality measurements, select the appropriate measurement techniques and solve the measurement tasks with practical implementation of the measurements.		
13. Inhalt:	I: Measurement of Air Pollutants Part I, 1 SWS (Vogt): Measurement tasks: • Discontinuous and continuous measurement techniques, different requirements for emission and ambient air measurements Measurement principles for gases: • IR- and UV Photometer, Colorimetry, UV fluorescence, Chemiluminescence, Flame Ionisation, Potentiometry Measurement principle for Particulate Matter (PM): • Gravimetry, Optical methods, Particle size distribution, PM deposition, PM composition • Assessment of measured values • data storage and processing • graphical presentation of data II: Measurement of Air Pollutants Part II, 1 SWS (Reiser): • Gas Chromatography, Olfactometry III: Planning of measurements (Vogt): Introducing lecture (0,5 SWS), office hours, project work and presentation Content:		

	• Definition and description of the measurement task • Measurement strategy • Site of measurements, measurement period and measurement times • Parameters to be measured • Measurement techniques, calibration and uncertainties • Evaluation of measurements • Quality control and quality assurance • Documentation and report • Personal and instrumental equipment
14. Literatur:	• Text book "Air Quality Control" (Günter Baumbach, Springer Verlag); • Scripts for practical measurements; News on topics from internet (e.g. UBA, LUBW)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 154301 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part I • 154302 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part II • 154303 Seminar Planung von Messungen / Planning
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Present time: 39 h (= 35 h Lecture + 4 h Presentation) Self study time (inkl. Project work): 141 h Total: 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	15431 Measurement of Air Pollutants Part I + II (PL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0, I, II: Measurement of Air Pollutants Part I + II, PL written 60 min., weight 0,5 III: Planning of measurements (project work and presentation), weight 0,5 • Projekt work: 0,5 presentation, 0,5 project report• The participation in 60 % of all presentations of this module in the relevant semester is compulsory.
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Black board, PowerPoint Presentations, Practical Measurements, ILIAS
20. Angeboten von:	Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

Modul: 30590 Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen

2. Modulkürzel:	042200103	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Andreas Kronenburg		
9. Dozenten:	• Andreas Kronenburg • Oliver Thomas Stein		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Air Quality Control --> Elective Modules 6 CP →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vertiefungsmodul: Grundlagen technischer Verbrennungsvorgänge I + II Modul: Einführung in die numerische Simulation von Verbrennungsprozessen		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben sich mit der Komplexität der Modellierung realer Verbrennungssysteme auseinandergesetzt. Sie sind mit den Grundzügen der Turbulenz und deren numerischen Simulation vertraut. Sie kennen verschiedene Ansätze zur Modellierung technischer Flammen und sind in der Lage dieses Wissen in vertiefenden Arbeiten umzusetzen.		
13. Inhalt:	• Wiederholung der Grundlagen der numerischen Strömungssimulation: Kontinuumsgleichungen/Skalargleichungen, 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: Verdrallte Gasflammen, Simulation von Kohle-Verbrennung Übung: Implementierung und Simulation mit Matlab/OpenFOAM		
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript • J.H. Ferziger, M. Peric, „Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer, 2002 • T. Poinso, D. Veynante, „Theoretical and Numerical Combustion“, 2nd Edition, RT Edwards Inc, 2005		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 305901 Vorlesung Modellierung und Simulation turbulenter reaktiver Strömungen • 305902 Computerübungen in Kleingruppen 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), mündliche Prüfung, 40 Min., Gewichtung: 1.0, unbenotete Prüfungsvorleistung: schriftliche Hausaufgaben/ Tests
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen, Computeranwendungen
20. Angeboten von:	Institut für Technische Verbrennung

Modul: 15970 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen

2. Modulkürzel:	042500012	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:	Apl. Prof. Uwe Schnell		
9. Dozenten:	• Uwe Schnell • Benedetto Risio • Oliver Thomas Stein		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Air Quality Control --> Elective Modules 6 CP →		
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 & 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, Gewichtung: 1.0
---------------------------------	---

18. Grundlage für ... :	
-------------------------	--

19. Medienform:	Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen und Praktikum, ILIAS, Computeranwendungen
-----------------	--

20. Angeboten von:	
--------------------	--

Modul: 59610 Primary Environmental Technologies and Emissions Reduction in Industrial Processes

2. Modulkürzel:	042500055	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	3.5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Vogt		
9. Dozenten:	• Herbert Kohler • Günter Baumbach		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Air Quality Control --> Elective Modules 6 CP →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Recommended: Modules: " Basics of Air Quality Control" or "Luftreinhaltung I", "Firing Systems and Flue Gas Cleaning".		
12. Lernziele:	The students have deep knowledge in primary environmental technologies and possibilities of emissions reduction in industrial processes. They learnt during excursions the practical dimensions of environmental aspects in industrie plants. They have got the competence in independent solving of emissions reduction problems.		
13. Inhalt:	I Lecture; Prof. Kohler: Primary environmental technologies in industrial processes: Definition of primary technologies and end of pipe applications; total energy and material balance; advantages and risks of both solutions; primary technologies in product and production; examples and study results; consequences for product lifetime and quality; hierarchy regarding environmental technologies. II Project Work; Prof. Baumbach: Emissions reduction at selected industrial processes: II.1 Introducing lecture: Discussion of the general subject and procedure of the project work II.2 Office hours: Individual discussion of the subject in office hours (2 - 3 visits) II.3 Project work with presentations 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 Presentation of the work in a seminar II.4 Excursion to an industrial plant to illustrate the subjects		

	Examples: Cement factory, steel factory, mineral oil refinery, pulp and paper production, chipboard factory, lacquering plant
14. Literatur:	Prof. Kohler: - Lecture script: Primary Environmental Technologies in Industrial Processes, Part I and Part II - Actual to the subject from internet (e.g. BAT (Best Available Technics), UBA, LUBW) Prof. Baumbach: - G. Baumbach, Lehrbuch „Luftreinhaltung“, Springer Verlag or - G. Baumbach, Text book "Air Quality Control", Springer Verlag - Wayne T. Davis: Air Pollution Engineering Manual, Air & Waste Management Association 2nd edition, 2000 - VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft mit den entsprechenden VDI-Richtlinien, available via „Perinorm“ of the Universities Librar - Actual to the subject from internet, e.g. BAT (Best Available Techniques, Sevilla Commission) - Umweltbundesamt via UBA homepage
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 596101 Vorlesung Primary environmental technologies in industrial processes • 596102 Project Emissions reduction at selected industrial processes
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	I Primary environmental technologies in industrial processes, lecture: Presence time: 28 hSelf study time: 61 hExam: 1 h II Emissions reduction at selected industrial processes, Project work Presence time (Introducing lecture, office hours, Seminar, Excursion): 18 hSelf studyresp. Group work (project work):72 h In total: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	59611 Primary Environmental Technologies and Emissions Reduction in Industrial Processes (LBP), schriftlich und mündlich, Gewichtung: 1.0, Primary environmental technologies in industrial processes: written 60 minutes; weight: 0,5 ; Emissions reduction at selected industrial processes:• Seminar presentation of the project work: 8 minutes; weight: 0,25• Report of the project work in Emissions reduction; weight: 0,25 The participation in 70 % (max. 7) of all presentations in the relevant semester is compulsory;The participation in one excursion offered for this module is compulsory
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint lecture, Oral advices in office hours, PowerPoint presentation of the project works, Written report, ILIAS
20. Angeboten von:	Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

213 Elective Modules 3 CP

Zugeordnete Module:	2131	Elective Modules (in english language)
	2132	Elective Modules (in german language)

2131 Elective Modules (in english language)

Zugeordnete Module: 36550 Chemistry of the Atmosphere
 39110 Air Quality Management
 39130 Engine Combustion and Emissions
 39660 Biological Waste Air Purification
 41010 Modellierung von Zweiphasenströmungen

Modul: 39110 Air Quality Management

2. Modulkürzel:	041210011	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Apl. Prof. Rainer Friedrich		
9. Dozenten:	• Rainer Friedrich • Sandra Torras Ortiz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Students can generate emission inventories and emission scenarios, operate atmospheric models, estimate health and environmental impacts and exceedances of thresholds, establish clean air plans and carry out cost-effectiveness and cost-benefit analyses to identify efficient air pollution control strategies.		
13. Inhalt:	Sources of air pollutants and greenhouse gases, generation of emission inventories, scenario development, atmospheric (chemistry-transport) processes and models, indoor pollution, exposure modelling, impacts of air pollutants, national and international regulations, instruments and techniques for air pollution control, clean air plans, integrated assessment, cost-effectiveness and cost benefit analyses.		
14. Literatur:	Script Online-tutorial		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	391101 Vorlesung Air Quality Management		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 28 h Private Study: 62 h Total: 90 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39111 Air Quality Management (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	PowerPoint slides, blackboard		
20. Angeboten von:	Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung		

Modul: 39660 Biological Waste Air Purification

2. Modulkürzel:	021221201	5. Moduldauer:	[pord.modu Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Karl Heinrich Engesser		
9. Dozenten:	• Karl Heinrich Engesser • Daniel Dobslaw		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of biology, chemistry and air quality control Basics of thermodynamics, kinetics and mathematics Formally: none		
12. Lernziele:	The students know about actual legislation in USA, Canada, European Union, Australia as well as Germany related to emissions, ambient air quality as well as the legislative process of building up biological waste air cleaning plants. Basic knowledge about non-biological techniques is delivered. The students get knowledge about chemical and biological basics to estimate biodegradability of different pollutants and pollutant classes and mixtures of themselves. The functions of different kinds of biological air treatment techniques and relevant process parameters are presented. Thus students are able to select the appropriate treatment system according to the given frame conditions. Sum up, they have the competence for the first calculation and design of a biological waste air treatment system.		
13. Inhalt:	• Air related legislation in Germany, EU, Australia, Canada and USA • Types of waste air treatment • Types of bioreactors systems for biological waste air purification • Biodegradability of typical waste air compounds • Basic processes in biofiltration • Operating conditions and operating costs • Definitions and terminology for examination in efficiency • Use of filter materials Examples for typical problems and for extreme use of biological waste air treatment.		

- Analytical methods for air and odorimetric analyses.

An additional exercise delves into the contents of the lecture, especially as a preparation to examination.

14. Literatur:

- Script for lecture (addition to slides)
 - Powerpoint slides for lecture
 - Board notices
 - Internet
 - Devlinny, Deshusses, & Webster 1999. J.S. Devlinny, M.A. Deshusses and T.S. Webster Biofiltration for air pollution control, CRC Press, LLC, Boca Raton, FL (1999).
 - Lee, C.C.; Dar Lin, S. (2000). Handbook of Environmental Engineering Calculations. McGraw-Hill.
 - Salvato, Joseph A.; Nemerow, Nelson L.; Agardy, Franklin J. Environmental Engineering (5th Edition). John Wiley & Sons. (Chapter 6).
 - Schnelle, Karl B. Jr. (2001). Air Pollution Control Technology Handbook. Sheffield Biological Sciences. 978-0849395888
-

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 396601 Lecture Biological Waste Air Purification
 - 396602 Excursion to a nearby biological waste air purification facility
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

17. Prüfungsnummer/n und -name:

39661 Biological Waste Air Purification (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 36550 Chemistry of the Atmosphere

2. Modulkürzel:	030701929	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Cosima Stubenrauch		
9. Dozenten:	• Cosima Stubenrauch • Ulrich Vogt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics in Chemistry, Physics, and Air Quality Control		
12. Lernziele:	The graduates of the module understand the basic physical and chemical processes in the tropo- and the stratosphere. The influence of air pollutants in the ambient air and on a global scale can be explained, which, in turn, allows classifying and assessing the air quality in a defined area. This is the basis for the understanding and justification of air pollution abatement measures.		
13. Inhalt:	I: Chemistry of the Atmosphere (Stubenrauch) • Structure of the atmosphere • Radiation balance of the Earth • Global balances of trace gases • OH radical • Chemical degradation mechanisms • Stratospheric chemistry, ozone hole • Tropospheric chemistry • Greenhouse effect, climate II: Air Pollutants in Urban and Rural Areas and Meteorological Influences (Vogt) • Spatial distribution of air pollutants in urban and rural areas • Temporal variation and trends in air quality • Carbon compounds, sulfur dioxide, particulate matter, nitrogen oxides, tropospheric ozone • Meteorological influences		
14. Literatur:	• Introduction to Atmospheric Chemistry, D.J. Jacob, Princeton University Press, Princeton, 1999 • Chemistry of the Natural Atmosphere, P. Warneck, Academic Press, San Diego, 2000 • Sonderheft von "Chemie in unserer Zeit", 41. Jahrgang, 2007, Heft 3, 133-295 • Air Quality Control, G. Baumbach, Springer Verlag, Berlin, 1996 • News on Topics from Internet (e.g. UBA, LUBW)		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 365501 Vorlesung Chemie der Atmosphäre		

• 365502 Exkursion Chemie der Atmosphäre

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Attendance: 35 h (28 h Lectures & 7 h Exkursion) Autonomous Student Learning: 55 h Total: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36551 Chemistry of the Atmosphere (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	blackboard, PowerPoint presentations, demonstration of measurements
20. Angeboten von:	

Modul: 39130 Engine Combustion and Emissions

2. Modulkürzel:	070800101	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dietmar Schmidt		
9. Dozenten:	Dietmar Schmidt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) →		
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 pathways 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.		
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, eventuell mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Blackboard, ppt-presentation		
20. Angeboten von:	Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen		

Modul: 41010 Modellierung von Zweiphasenströmungen

2. Modulkürzel:	041600614	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Eckart Laurien		
9. Dozenten:	Eckart Laurien		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen aus Modul „Numerische Strömungs-simulation“		
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen benötigte Ansätze und Methoden der mehrdimensionalen, numerischen Modellierung von Zweiphasenströmungen mit Berücksichtigung von Verdampfungs- und Kondensationsvorgängen.		
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

14. Literatur:	E. Laurien und H. Oertel jr.: Numerische Strömungsmechanik, 4. Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden (2011)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	410101 Vorlesung Modellierung von Zweiphasenströmungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 22,5 h + Nachbearbeitungszeit 67 h + Prüfungszeit 0,5 h = 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	41011 Modellierung von Zweiphasenströmungen (BSL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	ppt-Präsentation, alle Folien online verfügbar unter http://www.ike.uni-stuttgart.de/lehre/M2P-index.html
20. Angeboten von:	Institut für Kernenergetik und Energiesysteme

2132 Elective Modules (in german language)

Zugeordnete Module: 30660 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz
 36560 Raumklima
 38720 Meteorologie
 67040 Kraftwerksanlagen I

Modul: 67040 Kraftwerksanlagen I

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Apl. Prof. Uwe Schnell		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in german language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche und naturwissenschaftliche Grundlagen, Grundlagen in Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Thermodynamik		
12. Lernziele:	Die Studierenden des Moduls haben die Energieerzeugung mit Kohle und/oder Erdgas in Kraftwerken verstanden. Sie kennen die verschiedenen Kraftwerks-, Kombiprozesse und CO ₂ -Abscheideprozesse. Sie sind in der Lage, die Klimawirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Kraftwerksprozesse zu beurteilen und für den jeweiligen Fall die optimierte Technik anzuwenden.		
13. Inhalt:	Energie und CO ₂ -Emissionen, Energiebedarf und -ressourcen, CO ₂ -Anreicherungs- und Abscheideverfahren, Referenzkraftwerk auf der Basis von Stein- und Braunkohle, Wirkungsgradsteigerung durch fortgeschrittene Dampf-parameter, Grundprinzipien des Gas- und Dampfturbinenkraftwerks.		
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript „Kraftwerksanlagen I“		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	670401 Vorlesung Kraftwerksanlagen I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 62 h Gesamt: 90 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:			
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

Modul: 30660 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz

2. Modulkürzel:	041310004	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Armin Ruppert		
9. Dozenten:	Michael Schmidt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in german language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Im Modul Luftreinhaltung am Arbeitsplatz haben die Studenten die Systematik der Lösungen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz sowie dazu erforderlichen Anlagen kennen gelernt und die zugehörigen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen erworben. Erworbene Kompetenzen: Die Studenten • sind mit den Methoden zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz vertraut, • können für die jeweiligen Anforderungen die technischen Lösungen konzipieren, • können die notwendigen Anlagen auslegen		
13. Inhalt:	• Arten, Ausbreitung und Grenzwerte von Luftfremdstoffen • Bewertung der Schadstofffassung • Luftströmung an Erfassungseinrichtungen • Luftführung, Luftdurchlässe • Auslegung nach Wärme- und Stofflasten • Bewertung der Luftführung • Abnahme von Leitungsmessungen		
14. Literatur:	• Industrial Ventilation Design Guidebook, Edited by Howard D. Goodfellow, Esko Tähti, ISBN: 0-12-289676-9, Academic Press		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	306601 Vorlesung Luftreinhaltung am Arbeitsplatz		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30661 Luftreinhaltung am Arbeitsplatz (BSL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Vorlesungsskript		
20. Angeboten von:			

Modul: 38720 Meteorologie

2. Modulkürzel:	042500051	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Vogt		
9. Dozenten:	Ulrich Vogt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in german language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine		
12. Lernziele:	Die Studenten haben die Grundkenntnisse der Meteorologie und der atmosphärischen Prozesse erworben, die zum Verständnis des Verhaltens von Luftverunreinigungen und der Niederschläge in der Atmosphäre, die auch auf andere Bereiche der Umwelt einwirken (Wasser, Vegetation) erforderlich sind.		
13. Inhalt:	In der Vorlesung „Meteorologie“ werden die folgenden Themen behandelt: • Strahlung und Strahlungsbilanz, • Meteorologische Elemente (Luftdichte, Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind) und ihre Messung, • allgemeine Gesetze, • Aufbau der Erdatmosphäre, • klein- und großräumige Zirkulationssysteme in der Atmosphäre, • Wetterkarte und Wettervorhersage, • Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre, • Stadtklimatologie, • Globale Klimaveränderungen und ihre Auswirkungen, „Ozonloch“.		
14. Literatur:	• Vorlesungsmanuskript • Lehrbuch: Hupfer, P., Kuttler, W. (Hrsg.): Witterung und Klima, Teubner, 12. Auflage, 2006		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	387201 Vorlesung Meteorologie		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:	28 h	
	Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:	62 h	
	Gesamt:	90 h	

17. Prüfungsnummer/n und -name:	38721 Meteorologie (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, ILIAS
20. Angeboten von:	Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

Modul: 36560 Raumklima

2. Modulkürzel:	020800061	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Hon.-Prof. Schew-Ram Mehra		
9. Dozenten:	Marcus Hermes		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in german language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Studierende • verstehen den Menschen als Mittelpunkt aller raumklimatischen Maßnahmen und können raumklimatisch behaglich entwerfen bzw. Behaglichkeit in Räumen herstellen • beherrschen die Wechselwirkungen des Menschen mit dem Klima und umgekehrt insbesondere für den praktischen Einsatz • haben ein vertieftes Verständnis bzgl. der Beurteilung der Innenluftqualität		
13. Inhalt:	Inhalt der Lehrveranstaltung Raumklima: • Raumklima, Einführung und physiologische Grundlagen • Thermische Behaglichkeit, Grundlagen und Behaglichkeitsdiagramme • Wärmebilanzgleichung, konvektiver und strahlungsbedingter Anteil, Zugluft • Klimasummengrößen, Äquivalent- und Operativtemperatur • Fanger, Klimabewertungsskala, PMV und PPD • Thermische Behaglichkeitsmodelle, Alternativen zum Fanger-Modell • Innenluftqualität, Einführung, Zusammensetzung Atmosphäre, CO₂, Staub • Flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Radon • Gerüche, Weber-Fechner-Gesetz • Düfte, Zusammensetzung, Einsatzbereiche, Gefährdungspotential • Fanger, Komfortgleichung zur Luftqualität, Einheiten Olf und Dezipol • Natürliche Lüftung von Räumen		
14. Literatur:	Skript: Raumklima • Bekanntmachung des Umweltbundesamtes: Gesundheitliche Bedeutung von Feinstaub in der Innenraumluft. Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 51, S. 1370-1378 (2008). • Etheridge, D.: Natural Ventilation of Buildings. Theory, Measurement and Design. Verlag Wiley (2012). • Fanger P. O.: Thermal Comfort. Analysis and Applications in Environmental Engineering. Danish Technical Press, Copenhagen (1970).		

- Frank, W.: Raumklima und Thermische Behaglichkeit. Berichte aus der Bauforschung, Heft 104. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin (1975).
- Gertis, K.: Radon in Gebäuden. Eine kritische Auswertung vorhandener Literatur. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart (2008).
- Hausladen, G., Liedl, P., Saldanha de, M.: Klimagerecht Bauen, Ein Handbuch. Birkhäuser Verlag, Basel (2012).
- Künzel, H. (Hrsg.): Wohnungslüftung und Raumklima. Grundlagen, Ausführungshinweise, Rechtsfragen. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart (2009).
- Mayer, E., Schwab, R.: Untersuchung der physikalischen Ursachen von Zugluft. Gesundheits-Ingenieur 111 (1990), H.1, S. 17-30.
- Mücke, W., Lemmen, C.: Duft und Geruch. Wirkungen und gesundheitliche Bedeutung von Geruchsstoffen. ecomed Medizin, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm (2010).
- Pettenkofer, M.: Über den Luftwechsel in Wohngebäuden. Literarisch-artistische Anstalt der J. G. Cotta'schen Buchhandlung, München (1858).
- Silbernagl, S.: Despopoulos, A.: Taschenatlas Physiologie. 8., überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Verlag Stuttgart (2012).

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	365601 Vorlesung Raumklima und Innenluftqualität
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: ca. 28 h Selbststudium: ca. 62 h Gesamt: ca. 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36561 Raumklima (BSL), mündliche Prüfung, 20 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelaufschrieb, Powerpointpräsentation
20. Angeboten von:	Lehrstuhl für Bauphysik

214 Practical Work

Zugeordnete Module: 36540 Praktikum Luftreinhaltung

Modul: 36540 Praktikum Luftreinhaltung

2. Modulkürzel:	042500020	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes Semester
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Vogt		
9. Dozenten:	• Michael Schmidt • Ulrich Vogt • Martin Reiser		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules --> Elective Modules --> Practical Works → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Air Quality Control --> Practical Work →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul: Measurement of Air Pollutants		
12. Lernziele:	Praktische Vertiefung der in den Vorlesungen vermittelten Lehrinhalten. -/- Practical intensification of the taught contents of the lectures.		
13. Inhalt:	In diesem Modul sind die folgenden 5 Versuche am IFK, am ISWA und am IGE zu absolvieren. Es ist außerdem jeweils eine Ausarbeitung anzufertigen: 1. Bestimmung von Schadgasen in der Außenluft (IFK) 2. Bestimmung von Abgasemissionen aus Kleinf Feuerungen (IFK) 3. NO_x-Minderung bei der Kohlenstaubverbrennung (IFK) 4. Bestimmung von Gerüchen und Geruchsstoffen (ISWA) 5. Freie Lüftung (IGE) <i>Versuchsbeispiele:</i> NO_x-Minderung bei der Kohlenstaubverbrennung: • 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 Freie Lüftung: Aufgabe der Lüftungstechnik ist es, Räume zu klimatisieren bzw. zu belüften. Die Raumluf tströmung ist dabei so einzustellen, dass Anforderungen an die thermische Umgebung und / oder die Stoffgrenzwerte eingehalten werden. Dazu ist es notwendig, die sich einstellende Raumluf tströmung abhängig vom Zuluftstrom und der Art der Luftführung zu kennen. Bei der Konzeption und Planung raumluf ttechnischer Anlagen behilft man sich damit, die Raumluf tströmung im Labor nachzubilden. Für vorgegebene Randbedingungen wird die günstigste Anordnung und Auslegung der Luftdurchlässe ermittelt. Es werden verschiedene Lüftführungen behandelt.		

English translation:

The following 5 experiments must be taken at the corresponding institutes; a written elaboration is also required

1. Determination of air pollutants in the ambient air (IFK)
2. Determination of air pollutants in the flue gas of a wood firing (IFK)
3. Reduction of NO_x in a pulverized coal furnace (IFK)
4. Odor and odor compounds determination (ISWA)
5. Natural ventilation (IGE)

Examples of experiments:

NO_x reduction in a pulverized coal combustion:

- Instruments to reduce NO_x (air and fuel staging)
- Technical data of the test plant
- Calculation of the air required during an unstaged combustion with $\lambda = 1.15$
- Calculation of the primary/secondary air and burnout air amounts during an air-staged combustion
- Calculation of the flow velocity and residence time within the reactor
- Evaluation: Correction of NO_x emissions to 6 % O₂ in the exhaust gas

Natural ventilation:

Ventilation technologies provide air-conditioning and ventilation options for indoor use. The indoor air flow must be adjusted as to meet the thermal requirements of the surroundings and/or limit values. This makes it inevitable to know the influence of the incoming air flow and the type of air-flow routing on the indoor air flow. The conception and planning of indoor air installations is based on the simulation of indoor air flows in a laboratory. This helps to determine the best possible arrangement and dimensioning of air passages within specified conditions. Different air-flow routing options are discussed.

14. Literatur:	Praktikumsunterlagen (online verfügbar)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 365401 Spezialisierungsfachversuch 1 • 365402 Spezialisierungsfachversuch 2 • 365403 Spezialisierungsfachversuch 3 • 365404 Spezialisierungsfachversuch 4 • 365405 Spezialisierungsfachversuch 5
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 24 hours (5 times 4 hours each) self-study: 70 hours total: 90 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36541 Praktikum Luftreinhaltung (USL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0, schriftliche Ausarbeitung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	ILIAS
20. Angeboten von:	Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

220 Solid Waste

Zugeordnete Module:	221	Core Modules
	222	Elective Modules 6 CP
	223	Elective Modules 3 CP
	224	Practical Work

221 Core Modules

Zugeordnete Module: 59620 Mechanical, Biological and Thermal Waste Treatment

Modul: 59620 Mechanical, Biological and Thermal Waste Treatment

2. Modulkürzel:	042500056	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Günter Scheffknecht		
9. Dozenten:	• Klaus Fischer • Martin Reiser • Hans-Joachim Gehrman		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Solid Waste --> Core Modules →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Knowledge of chemical and mechanical engineering, combustion and waste economics		
12. Lernziele:	I: Solid Waste Treatment, Emissions from Solid Waste Treatment Plants (Fischer / Reiser): The students are acquainted with the functions, the effectiveness and the limits of municipality waste treatment procedures, can assess them from a technical and economical point of view, and are able to design them. The emphasis is set on mechanical processes for material separation, biowaste treatments, and residual waste treatments. The students acquire in particular methodical and technical skills in the aerobic and anaerobic biowaste treatments, with stress on process engineering and biochemistry aspects. The students thoroughly know about all kind off emissions and the typical sources at different types of waste treatment plants. They know the limit values of the typical gases that are given by law and the measurement methods to examine if they are met or not. Thermal Waste Treatment (Gehrman): The students know about the different technologies for thermal waste treatment which are used in plants worldwide: The functions of the facilities of thermal treatment plan and the combination for an efficient planning are present. They are able to select the appropriate treatment system according to the given frame conditions. They have the competence for the first calculation and design of a thermal treatment plant including the decision regarding firing system and flue gas cleaning.		
13. Inhalt:	I: Solid Waste Treatment (Fischer): Introduction to grinding and waste sorting processes, reaction engineering. Aerobic and anaerobic treatment of bio and green wastes Mechanical and biological treatment of residual waste (MBT) II: Emissions from Solid Waste Treatment Plants (Reiser): The lecture gives detailed description of different kind of emissions and emission sources in the field of solid waste treatment such as		

Landfill sites, Composting and Fermentation Plants, Combustion and Mechanical-biological treatment of Municipal solid waste. Different measurement methods are described. The legislation concerning emissions is discussed.

II: Thermal Waste Treatment (Gehrman):

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.

Lecture 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

III: Excursion:

Thermal Waste Treatment Plant, Composting plant, fermentation plant

14. Literatur:	Lecture Script „Thermal Waste Treatment“ Lecture Script “ Solid Waste Treatment” Lecture Script “Emissions from Solid Waste Treatment Plants” “Solid Waste Management” UNEP, United Nations Environment Programme, (2005), ISBN: 92-807-2676-5
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 596201 Vorlesung Solid Waste Treatment • 596202 Vorlesung Emissions from Solid Waste Treatment Plants • 596203 Vorlesung Thermal Waste Treatment • 596204 Exkursion Biological & Thermal Waste Treatment Plant
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 80h Selbststudiumszeit/ Nachbearbeitungszeit: 100h Gesamt: 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	59621 Mechanical, Biological and Thermal Waste Treatment (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

222 Elective Modules 6 CP

Zugeordnete Module:	2221	Elective Modules (in english language)
	2222	Elective Modules (in german language)

2221 Elective Modules (in english language)

Zugeordnete Module: 15380 International Waste Management
 19320 Design of Solid Waste Treatment Plants
 19350 Industrial Waste and Contaminated Sites

Modul: 19320 Design of Solid Waste Treatment Plants

2. Modulkürzel:	021220015	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Martin Kranert		
9. Dozenten:	• Martin Kranert • Helmut Seifert		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	For the design of biological waste treatment plants the students know the basics of process design and the relevant steps, which according to HOAI must be followed in the design of waste treatment plants. In the planning of a composting plant they are able to identify the relevant Parameters, they know the techniques of preparation and composting processes and can design and verify the process steps, including aggregates, composting systems, mass balances, air and water emissions, as well as preliminary cost estimation. They can present the waste treatment plant graphically in layout plans, sketches and cross sections and provide an explanatory report. For the design of thermal waste treatment plants the students are acquainted with the different technologies of thermal waste treatment which are used in plants worldwide. They know the operating mode of the single elements of an incineration plant and they can effectively combine them in the planning procedure. The students have the knowledge to preliminary design and dimension a thermal waste treatment plant, with emphasis on the firing systems and the flue gas cleaning		
13. Inhalt:	Design of Biological Waste Treatment Plants: Design process Design process according to HOAI - design of biological treatment plants - basic parameters and frame conditions - principle configuration of a composting plant - technical composting systems - process aggregates - dimensioning of aggregates and plants - mass balance Technical drawings floor plan, process flow, aggregate plan Emission from Biological Treatment Plants		

Source of emissions - emission concentration and freight - calculation of emission freight - reduction of emissions - waste air and water management

Cost Calculation

DIN 276, Investment costs - operation costs - guidelines for cost estimation

Design of Thermal Waste Treatment Plants:

- firing system for thermal waste treatment
- flue gas cleaning systems
- calculations for thermal waste treatment
- calculations for design of a plant

14. Literatur:	Lecture Manuscripts E-Learning-Program "Virtual Composting Plant" G. Tchobanoglous et. al.: Handbook of solid waste management; Biliteski, B. et.al.: Waste Management. Springer 1994 ISBN: 3-540-59210-5 Haug: Compost Engineering
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 193201 Lecture Design of Biological Waste Treatment Plants • 193202 Exercise Design of Biological Waste Treatment Plants • 193203 Lecture Design of Thermal Waste Treatment Plants
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 19321 Design of Biological Waste Treatment Plants (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1.0, • 19322 Design of Thermal Waste Treatment Plants (PL), schriftliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 19350 Industrial Waste and Contaminated Sites

2. Modulkürzel:	Waste	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Matthias Rapf		
9. Dozenten:	Matthias Rapf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Chemistry and Biology for Environmental Engineers		
12. Lernziele:	The students will acquire knowledge in collecting, recycling, treatment and disposal of industrial hazardous waste, as well as about legal means to achieve a proper and efficient industrial waste management. They will know the methods of hazardous waste handling and processing as well as the economic conditions. Furthermore they have the scientific competence to find out and to assess the harmfulness of a waste. Based on this knowledge, the students can create multi-stage industrial waste management concepts, name their advantages and disadvantages and show alternatives. Based on the technical knowledge about formerly used disposal techniques, the students understand the present brownfield problems and the today's waste legislation. Therefore the students are able to develop environmental precautionary sanitation concepts and appropriate problem solving. The students will increase their knowledge about waste-innate chemical processes that are often different to other materials, e.g. pure substances, natural resources or products. The knowledge will help them to judge the meaning of chemical waste analyses, and to evaluate wastes and waste treatment techniques from a chemical point of view. Knowledge will be obtained about the origins, treatment and utilisation of the mass-wise most significant industrial waste, wastewater sludges, including sewage sludge; awareness about the problems these sludges pose to human health and the environment, if not appropriately treated or disposed of; influence of politics and financial aspects on technical decisions.		
13. Inhalt:	Legislation concerning wastewater, waste, soil, emissions. European waste catalogue, transport issues. Brownfield exploration - risk assessment and sanitation. Landfilling, underground storage, rock filling / stowing, incineration, physical/chemical treatment and detoxification of hazardous waste. Process combinations. Chemical aspects of selected waste-related topics - sampling and analysis, special thermal waste treatment, self ignition, advanced		

oxidation processes, phosphorus recovery. Safety-related chemical issues.

Origin and treatment of wastewater sludges - wastewater treatment; dewatering, drying and incineration of sludges; phosphorus recovery.

14. Literatur:	Skript:, to be downloaded via ILIAS
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 193501 Lecture Hazardous Waste and Contaminated Sites • 193502 Lecture Chemistry of Waste • 193503 Lecture Treatment of Sludge • 193504 Excursion
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 52 h Private Study: 128 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	19351 Industrial Waste and Contaminated Sites (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Power point presentation, blackboard, videos
20. Angeboten von:	Siedlungswasserbau und Wassergütewirtschaft

Modul: 15380 International Waste Management

2. Modulkürzel:	021220006	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Detlef Clauß		
9. Dozenten:	• Martin Kranert • Detlef Clauß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	UMW/ BAU: BSc. Modul: Abfallwirtschaft und Biologische Abluftreinigung		
12. Lernziele:	The students have detailed knowledge about the waste management problems in low and middle income countries. They are able to develop appropriate and sustainable solutions to optimize the waste management in these countries. They can evaluate existing waste management concepts in low-income countries and to enhance them to a resource oriented integrated waste management system. In the sector of municipal solid waste collection, the students acquire the competence to assess the different possible collection systems, within the logistic, economic, social and infrastructural frame. These includes the integration of the informal waste sector. Landfilling of waste is in low and middle income countries the main method to dispose off municipal and industrial waste. These normally uncontrolled landfill sites have an enormous impact on the environment. The students receive the theoretical and technical skills to minimize these emissions by appropriate measures, e.g. leachate collection and treatment or landfill gas collection. Beyond the theoretical scientific knowledge about waste, the students are able to process and summarise waste related topics and to present them to an scientific auditory.		
13. Inhalt:	Waste Management in low and middle income countries: Main focus on collection and transportation of waste: • Waste generation • Collection and transport • Informal sector Landfill • Landfill emissions • Landfill technology • Landfill operation Waste Management in Practice • Special Topics related to low and middle income countries. Presented by external lecturer.		

Seminar: International Waste Management

- Special Topics related to waste.

Exercise: Waste Management Concepts

- Waste Management Concept
- Group work: Development of an waste management concept for a municipality

14. Literatur:	Lesson Manuscripts Secondary literature: • G. Tchobanoglous et. al.: Handbook of solid waste management; • Biliteski, B. et.al.: Waste Management. Springer 1994 ISBN: 3-540-59210-5 • Rushbrook, P. & Pugh, M.: Solid Waste Landfills in Middleand Lower - Income Countries. World bank 1999, ISBN: 0-8213-4457-9 Internet: • e.g. World bank - Urban Solid Waste Management
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 153801 Lecture Waste Management in Low and Middle Income Countries • 153802 Lecture Landfill • 153803 Lecture Waste Management in Practice • 153804 Lecture International Waste Management • 153805 Exercise Waste Management Concepts
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Waste Management in low and middle income countries, lecture [Time of Attendance: 14 h; Self study: 21 h] Landfill, lecture [Time of Attendance: 14 h; Self study: 21 h] Waste Management in Practice, lecture [Time of Attendance: 14 h; Self study: 12 h] International Waste Management, seminar [Time of Attendance: 14 h; Self study: 21 h] Waste Management Concepts, exercise [Time of Attendance: 14 h; Self study: 35 h] Total: [Time of Attendance: 70 h; Self study: 110 h]
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 15381 International Waste Management (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Multimedia Presentation
20. Angeboten von:	Air Quality, Solid Waste and Waste Water Process Engineering (WASTE)

2222 Elective Modules (in german language)

Zugeordnete Module: 16060 Umweltanalytik - Wasser und Boden
 36500 Ressourcenmanagement

Modul: 36500 Ressourcenmanagement

2. Modulkürzel:	021220016	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Gerold Hafner		
9. Dozenten:	• Gerold Hafner • Claudia Maurer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in german language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	B.Sc. Modul: Abfallwirtschaft und Biologische Abluftreinigung		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben die Kenntnisse, Siedlungsabfälle als Sekundärrohstoffquelle im Sinne der nachhaltigen Ressourcenschonung zu nutzen. Sie kennen die wichtigen Abfallströme, die unter Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit und Ökonomie dem Recycling zugeführt werden können. Sie haben umfassende Kenntnisse zu Aufbereitungs- und Verwertungstechnologien. Sie sind in der Lage die möglichen Ressourcenpotentiale in der Abfallwirtschaft zu ermitteln. Die Studierenden haben die Kompetenz, Material-, Stoff- und Energieströme unter ökologischen und ökonomischen Aspekten zu analysieren und zu bilanzieren. Sie überblicken die wesentlichen Bilanzierungsmethoden und die damit verbundenen Bewertungskategorien, sowie deren spezifische Einsatzmöglichkeiten und Grenzen.		
13. Inhalt:	Methodik der Material- und Stoffstromanalyse. Einsatzfelder in der Abfallwirtschaft. Bilanzierungsrahmen und ganzheitliche Bilanzierung. Ermittlung, Analyse und Bewertung von Material- und Stoffströmen sowie klimarelevanten Emissionen und Energieströmen. Recycling von Sekundärrohstoffen aus Haushalten und Gewerbe. Verwertungsverfahren u.a. für Altpapier, Altglas, Altmittel, Altkunststoffe und Textilien. Aufbereitung und Einsatz von mineralischen Abfällen. Möglichkeiten und Grenzen der Verwertung von Sekundärrohstoffen. Substitutionspotentiale durch Sekundärrohstoffe. Bewirtschaftung relevanter Ressourcen im Rahmen der Abfallwirtschaft; Ressourcen- und Klimaschutz durch Substitution und Einsparung von Primärressourcen.		
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskripte, Literaturlisten in den Skripten		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 365001 Vorlesung Stoffstromanalyse und Bilanzierung • 365002 Übung Stoffstromanalyse und Bilanzierung • 365003 Vorlesung Recycling • 365004 Vorlesung Ressourcenwirtschaft unter Energie und Klimaaspekten		

- 365005 Übung Ressourcenwirtschaft unter Energie und Klimaaspekten

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Stroffstromanalyse und Bilanzierung, Vorlesung + Übung (2 SWh) Präsenzzeit: 28 h; Selbststudium / Nacharbeit: 44 h Ressourcenwirtschaft unter Energie und Klimaaspekten, Vorlesung + Übung (2 SWh) Präsenzzeit: 28 h; Selbststudium / Nacharbeit: 44 h Recycling, Vorlesung (1 SWh) Präsenzzeit: 14 h; Selbststudium / Nacharbeit: 22 h Gesamt: Präsenzzeit: 70 h; Selbststudium / Nacharbeit: 110h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36501 Ressourcenmanagement (PL), schriftlich, eventuell mündlich, Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, Beamer, praktische Übung
20. Angeboten von:	Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft

Modul: 16060 Umweltanalytik - Wasser und Boden

2. Modulkürzel:	021230002	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Bertram Kuch		
9. Dozenten:	• Bertram Kuch • Michael Koch • Jörg Metzger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in german language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in german language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Die Studierenden - beherrschen die Theorie der wichtigsten instrumentell-analytischen (chromatographischen und spektroskopischen) Verfahren für die Umweltkompartimente Wasser und Boden. - besitzen grundlegendes Wissen über die Vorgehensweise und den Methoden zur Bestimmung von Umweltchemikalien und Schadstoffen in Wasser und Boden. - haben grundlegende Kenntnisse über die Methoden der internen und externen analytischen Qualitätssicherung. - sind in der Lage, chemisch-analytische Daten auszuwerten und zu bewerten. - kennen die wichtigsten (genormten) Analysemethoden für anorganische und organische Schadstoffe und Umweltchemikalien und sind in der Lage, diese zu beschreiben.		
13. Inhalt:	Das Modul vermittelt theoretisches und praktisches Wissen auf dem Gebiet der Analytik von Wasser- und Bodeneinhaltsstoffen und -kontaminanten. Die Vorlesung „Instrumentelle Analytik“ behandelt die Theorie und Praxis chromatographischer Trennverfahren (GC und HPLC) sowie wichtiger Detektionsmethoden (UV-VIS, Fluoreszenz, Infrarot, Massenspektrometrie). In der Vorlesung „Analytik von Schadstoffen in Wasser und Boden“ werden genormte Verfahren (DIN, ISO oder andere) zur Quantifizierung von Umweltchemikalien, einerseits summarisch (Gesamtkohlenstoff, AOX etc.), andererseits als Einzelstoff (z.B. PAK, polychlorierte Dibenzodioxine etc.) behandelt.		

Die Vorlesung „Qualitätssicherung in der chemischen Analytik“ behandelt die Methoden der internen und externen Qualitätssicherung. Dabei werden auch Begriffe wie Validierung, zertifizierte Standards, Ringversuche, Messunsicherheit etc. an praktischen Beispielen erläutert.

Im „Praktikum Umweltanalytik“ werden ausgewählte analytische Methoden durchgeführt und die Ergebnisse ausgewertet und bewertet.

14. Literatur:	Schwedt, G.: Analytische Chemie, Grundlagen, Methoden und Praxis, Thieme, Stuttgart, 2004 Otto, M.: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 3. Aufl., 2006 Hein/Kunze: Umweltanalytik mit Spektrometrie und Chromatographie, Wiley-VCH, 3. Aufl. 2004 Rump, H.H.: Laborhandbuch für die Untersuchung von Wasser, Abwasser und Boden, Wiley-VCH, 1998 Kromidas, S.: Handbuch Validierung in der Analytik, Wiley-VCH, Weinheim, 2000
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 160601 Vorlesung Instrumentelle Analytik • 160602 Vorlesung Analytik von Schadstoffen in Wasser und Boden • 160603 Vorlesung Qualitätssicherung in der chemischen Analytik • 160604 Praktikum Umweltanalytik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	1. Instrumentelle Analytik, Vorlesung, 1 SWS: Präsenzzeit: 10,5 h Selbststudiumszeit: 27,0 h Gesamt: 37,5 h 2. Analytik von Schadstoffen in Wasser und Boden, Vorlesung 1 SWS: Präsenzzeit: 10,5 h Selbststudiumszeit: 27,0 h Gesamt: 37,5 h 3. Qualitätssicherung in der chemischen Analytik, Vorlesung, 1 SWS: 210 Präsenzzeit: 10,5 h Selbststudiumszeit: 27,0 h Gesamt: 37,5 h 4. Praktikum Umweltanalytik, Laborpraktikum, wöchentlich Präsenzzeit (14 Halbtage á 4 h): 56,0 h Selbststudiumszeit
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 16061 Umweltanalytik - Wasser und Boden (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Hydrochemie und Hydrobiologie in der Siedlungswasserwirtschaft

223 Elective Modules 3 CP

Zugeordnete Module:	2231	Elective Modules (in english language)
	2232	Elective Modules (in german language)

2231 Elective Modules (in english language)

Zugeordnete Module: 39140 Sustainable Production Processes
 39660 Biological Waste Air Purification

Modul: 39660 Biological Waste Air Purification

2. Modulkürzel:	021221201	5. Moduldauer:	[pord.modu Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Karl Heinrich Engesser		
9. Dozenten:	• Karl Heinrich Engesser • Daniel Dobslaw		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of biology, chemistry and air quality control Basics of thermodynamics, kinetics and mathematics Formally: none		
12. Lernziele:	The students know about actual legislation in USA, Canada, European Union, Australia as well as Germany related to emissions, ambient air quality as well as the legislative process of building up biological waste air cleaning plants. Basic knowledge about non-biological techniques is delivered. The students get knowledge about chemical and biological basics to estimate biodegradability of different pollutants and pollutant classes and mixtures of themselves. The functions of different kinds of biological air treatment techniques and relevant process parameters are presented. Thus students are able to select the appropriate treatment system according to the given frame conditions. Sum up, they have the competence for the first calculation and design of a biological waste air treatment system.		
13. Inhalt:	• Air related legislation in Germany, EU, Australia, Canada and USA • Types of waste air treatment • Types of bioreactors systems for biological waste air purification • Biodegradability of typical waste air compounds • Basic processes in biofiltration • Operating conditions and operating costs • Definitions and terminology for examination in efficiency • Use of filter materials Examples for typical problems and for extreme use of biological waste air treatment.		

- Analytical methods for air and odorimetric analyses.

An additional exercise delves into the contents of the lecture, especially as a preparation to examination.

14. Literatur:

- Script for lecture (addition to slides)
 - Powerpoint slides for lecture
 - Board notices
 - Internet
 - Devlinny, Deshusses, & Webster 1999. J.S. Devlinny, M.A. Deshusses and T.S. Webster Biofiltration for air pollution control, CRC Press, LLC, Boca Raton, FL (1999).
 - Lee, C.C.; Dar Lin, S. (2000). Handbook of Environmental Engineering Calculations. McGraw-Hill.
 - Salvato, Joseph A.; Nemerow, Nelson L.; Agardy, Franklin J. Environmental Engineering (5th Edition). John Wiley & Sons. (Chapter 6).
 - Schnelle, Karl B. Jr. (2001). Air Pollution Control Technology Handbook. Sheffield Biological Sciences. 978-0849395888
-

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 396601 Lecture Biological Waste Air Purification
 - 396602 Excursion to a nearby biological waste air purification facility
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

17. Prüfungsnummer/n und -name:

39661 Biological Waste Air Purification (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 39140 Sustainable Production Processes

2. Modulkürzel:	074300030	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Thomas Hirth		
9. Dozenten:	Thomas Hirth		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules (in english language) →		
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 production. • 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 development. • 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 & 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: 28 h Private study: approx. 62 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39141 Sustainable Production Processes (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Blackboard, PPT-presentation, manuscript of the lecture		
20. Angeboten von:	Air Quality, Solid Waste and Waste Water Process Engineering (WASTE)		

2232 Elective Modules (in german language)

Zugeordnete Module: 15390 Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen
 15400 Biogas

Modul: 15400 Biogas

2. Modulkürzel:	021220008	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Detlef Clauß		
9. Dozenten:	Gerhard Rettenberger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules 3 CP (in german language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	BSc. Modul: Abfallwirtschaft und Biologische Abluftreinigung		
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die biochemischen Prozesse die zur Bildung von Biogas führen. Sie kennen die relevanten verfahrenstechnischen Prozesse und Anlagen für die Biogaserfassung und -verwertung sowie die dazu notwendigen substratspezifischen Dimensionierungsparameter. Die Studierenden besitzen die Kompetenz technische Anlagen zur Biogaserzeugung auf der Basis der gesetzlichen Vorgaben und unter Berücksichtigung der sicherheitstechnischen Aspekte zu beurteilen. Zudem sind Sie in der Lage, die Möglichkeiten und Grenzen von Biogas, aus Siedlungsabfällen und landwirtschaftlichen Reststoffen, als regenerativen Energieträger einzuordnen und zu bewerten. Des Weiteren können Sie eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bestehender Biogasanlagen durchführen.		
13. Inhalt:	Biologisch abbaubare Abfälle aus dem Haushalt, dem Gewerbe bzw. der Industrie können zur Produktion von Biogas eingesetzt werden. In der Vorlesung wird die Bildung von Biogas, die Sammlung, die Speicherung und Verwertung (z.B. Blockheizkraftwerk) thematisiert. Der Schwerpunkt liegt dabei in der Darstellung der notwendigen technischen Einrichtungen, der Dimensionierung und den Sicherheitsaspekten. Die einzelnen Themenschwerpunkte werden am Beispiel von Abwasserschlämm, Biogasanlagen im landwirtschaftlichen Betrieb und der Hausmülldeponie erläutert.		
14. Literatur:	Eigenes Manuskript		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 154001 Vorlesung Biogasverwertung • 154002 Exkursion Biogasverwertung		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenz:	38 h	
	Selbststudium:	52 h	
	Gesamt:	90 h	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	15401 Biogas (BSL), mündliche Prüfung, 20 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Tafel, Beamer, Exkursion		
20. Angeboten von:			

Modul: 15390 Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen

2. Modulkürzel:	021220007	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Detlef Clauß		
9. Dozenten:	Hans-Dieter Huber		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules 3 CP (in german language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	BSc. Modul: Abfallwirtschaft und Biologische Abluftreinigung		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben fundierte Kenntnisse in der Beurteilung der Umweltrelevanz und Ökonomie von Abfalltechnischen Anlagen. Die Studierenden kennen die Methodik des Planungsprozesses von der Konzeptstudie bis zur Ausführung sowie das Genehmigungsverfahren für thermische Abfallbehandlungsanlagen. Sie besitzen die Fähigkeit die umweltrelevanten Prozesse und Verfahrenstechniken zu identifizieren und zu bewerten. Des Weiteren haben die Studierenden Kenntnisse über die ökonomischen Auswirkungen bei der Implementierung von abfalltechnischen Anlagen.		
13. Inhalt:	Die Vorlesung basiert vor allem auf praktischen Erfahrungen und vermittelt die gesetzlichen Grundlagen, die abfallwirtschaftlichen Randbedingungen, die planerischen Instrumente und Abläufe, die technischen Maßnahmen und die organisatorischen Möglichkeiten, welche insbesondere die Umweltverträglichkeit beziehungsweise die Ökonomie von Abfallbehandlungsanlage beeinflussen. Es werden sowohl die relevanten Emissionen als auch die Immissionen und deren Auswirkungen auf die Umwelt dargestellt. Die Auswirkungen werden mit denen anderer Emissionsfaktoren verglichen. Die Einflussfaktoren auf die Investitions- und Behandlungskosten bei Abfallbehandlungsanlagen werden aufgezeigt und z.B. anhand von Kostenermittlungen in verschiedenen Projektstadien erläutert. Mit behandelt werden u. a. auch Einflüsse aus Vergaberecht, Finanzierungsmöglichkeiten und der Einbindung von privaten Firmen.		
14. Literatur:	Eigenes Manuskript		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 153901 Vorlesung Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen • 153902 Exkursion Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenz:	38 h	
	Selbststudium:	52 h	
	Gesamt:	90 h	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	15391 Umweltrelevanz abfalltechnischer Anlagen (BSL), mündliche Prüfung, 20 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform: Tafel, Beamer, Exkursion

20. Angeboten von:

224 Practical Work

Zugeordnete Module: 67060 Sanitary Engineering - Practical Class Part I for WASTE students

Modul: 67060 Sanitary Engineering - Practical Class Part I for WASTE students

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Bertram Kuch		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules --> Elective Modules --> Practical Works → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Solid Waste --> Practical Work →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Prerequisite Modules : Sanitary Engineering (Waste: 021220012; Warem: 508 ME) Urban drainage and design of Wastewater treatment plants (Waste: 021210251; Warem: 542 ME) Chemistry and Biology for Environmental Engineers (Waste: 021230502; Warem: 546 ME)		
12. Lernziele:	The student knows and understands in theory and practice - the most important parameters to characterize water and waste water and the analytical methods to determine them (e.g. pH, nitrate, ammonium, phosphorus, alkalinity, acidity, permanganate index, conductivity, oxygen, loss of ignition, filterable matter). - important techniques for removal of water contaminants (e.g. ion exchange, precipitation, coagulation, sorption, neutralization, aerobic, anoxic and anaerobic degradation) The student - is capable of interpreting and evaluating analytical data and based on these data to draw conclusions in order to evaluate the quality of water and the efficiency of processes for treatment of water.		
13. Inhalt:	This course serves to the intensification of the theoretical knowledge in sanitary engineering with focus on water and wastewater by practical work in the laboratory and an accompanying student seminar. The experiments offered belong thematically to the main areas: water and waste water water chemistry and analysis The experiments are mainly performed directly by the students in groups of 3 to max. 6 or offered as demonstration experiments.		
14. Literatur:	Description of Experiments (available as download, pdf)		

	Handouts for seminar work
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 670601 Übung Sanitary Engineering Practical Class I for WASTE Students - Water/Chemistry • 670602 Seminar Sanitary Engineering Practical Class I for WASTE Students - Solid Water/ Chemistry
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: 7 days of practical work; ca. 6 h/day = 42 h Preparation time (seminar; before/ after practical work): 34 h Seminar: 1 SWS, 14 h Total: 90 hours (3 LP)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67061 Sanitary Engineering - Practical Class Part I for WASTE students (USL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

230 Waste Water

Zugeordnete Module:	231	Core Modules
	232	Elective Modules 6 CP
	233	Elective Modules 3 CP
	234	Practical Work

231 Core Modules

Zugeordnete Module: 19310 Urban Drainage and Design of Wastewater Treatment Plants

Modul: 19310 Urban Drainage and Design of Wastewater Treatment Plants

2. Modulkürzel:	021210251	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Ulrich Dittmer		
9. Dozenten:	• Heidrun Steinmetz • Ulrich Dittmer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Waste Water --> Core Modules →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Chemistry and Biology for Environmental Engineers Sanitary Engineering		
12. Lernziele:	Advanced knowledge of processes and concepts for urban drainage and municipal wastewater treatment systems Basics of construction and dimensioning of different urban drainage systems, stormwater treatment facilities and wastewater treatment plants as a base for dimensioning and discussion of proved and innovative technologies Deeper understanding for system connections as base for a decisions during the planning process		
13. Inhalt:	Design of sewer systems and stormwater treatment (Dr.- Ing. Ulrich Dittmer) principles of collection and disposal design of combined and separate sewer systems Sustainable urban drainage systems (SUDS) and low impact design(LID) Application of rainfall runoff models (computer exercise using U.S. EPA Stormwater Management Model) different techniques for treatment and retention design of treatment facilities Design of wastewater treatment plants (Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz) Municipal wastewater treatment different techniques for advanced biological wastewater treatment (nitrogen and phosphorous removal) principles of process engineering design of biological wastewater treatment plants and the main important aggregates design of sludge treatment plants Seminar: feasibility studies		

(Prof. Dr.- Ing. Heidrun Steinmetz and external consultants)

special examples for sanitation concepts for world wide application
Ecological sanitation and resource orientated systems

case studies

14. Literatur:	• Butler, D., Davies, J.W) .Urban drainage, Spon press London, US EPA: SWMM 5.0 users manual • Henze, M., Harremoes, J. la Coour Jansen, J., Arvin, E: Wastewater treatment. Springer Verlag Berlin • Lens, P, Zeeman,G., Lettinga, G.: Decentralised Sanitation and reuse. IWA publishing, London • Different German standards (DWA, Hennef) • Lecture notes
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 193101 Vorlesung und Übung Design of Sewer System and Stormwater Treatment • 193102 Vorlesung und Übung Design of Wastewater Treatment Plants • 193103 Seminar Case Study • 193104 Exkursion
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: approx. 70 hours (including 4*4hours for excursion) 1,5 SWS Private Study: approx. 110 hours Lecture 1 Presence time: 28 hours, self study 30 hours, project 0, Sum: 58 hours Lecture 2: Presence time: 28 hours, self study 30 hours, project 40, Sum: 58 hours Case study: Presence time: 14 hours, self study 10 hours, project 0, Sum: 25 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	19311 Urban Drainage and Design of Wastewater Treatment Plants (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling

232 Elective Modules 6 CP

Zugeordnete Module:	2321	Elective Modules (in english language)
	2322	Elective Modules (in german language)

2321 Elective Modules (in english language)

Zugeordnete Module: 19330 Industrial Waste Water
 19360 Water Quality and Treatment
 36450 Special Aspects of Urban Water Management

Modul: 19330 Industrial Waste Water

2. Modulkürzel:	021210151	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Prof./Uni.Reg.deBlumenau Uwe Menzel		
9. Dozenten:	• Uwe Menzel • Michael Koch		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water -->Elective Modules 6 CP -->Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Students have: • a basic understanding for the problems and requirements of industrial waste water treatment • an overview of measures for production integrated environmental protection, relevant treatment methods for process water and its characterization • an overview of water analysis including sampling, the main principles of different analytical techniques and the ways to assure the quality of chemical analysis		
13. Inhalt:	Fundamentals of industrial waste water treatment Determination of current situation possible process integrated measures measures for reuse and recirculation of water mass and concentration balance Basic elements and examples for applications to the advanced purification processes: biological waste water treatment Sampling and analytical techniques using: onsite measurements oxidation - reduction acids and bases sum parameters photometry spectrometry chromatography Analytical quality assurance		
14. Literatur:	-lecture notes (approx. 400 pages) -exercis -Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, 4. revised edition, volume I. GFA-Verlag St. Augustin 1994. -ATV V: Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, volume v: Organisch verschmutzte Abwässer der Lebensmittelindustrie, Wilhelm Ernst & Sohn Verlag, Berlin. -ATV VII: Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, volume VII: Industrieabwässer mit anorganischen Inhaltsstoffen, Wilhelm Ernst & Sohn Verlag, Berlin. (in each case the current edition) -Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung -Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater -Wenclawiak, Koch, Hajicostas: Quality Assurance in Analytical Chemistry. Springerverlag 2003		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 193301 Lecture Treatment of Industrial Waste Water • 193302 Lecture Water Analysis and Analytical Quality Control		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance:		

I Treatment of Industrial Waste Water: 2 SWS = 24 hours

II Water Analysis and Analytical Quality Control: 2 SWS = 24 hours

Exam: 2 hours

sum of attendance: 50 hours

self-study: 130 hours

total: 180 hours

17. Prüfungsnummer/n und -name:	19331 Industrial Waste Water (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	power-point-presentation, blackboard and over-head projector
20. Angeboten von:	Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling

Modul: 36450 Special Aspects of Urban Water Management

2. Modulkürzel:	021210006	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Ralf Minke		
9. Dozenten:	• Ralf Minke • Ulrich Dittmer • Klaus Werner König		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Inhaltlich: Grundlegende Kenntnisse der Gesamt-zusammenhänge der Siedlungswasser- und Wasserwirtschaft. Vertiefte Kenntnisse der Abwassertechnik, der Wassergütewirtschaft, der Wasserversorgung oder des allgemeinen Managements von Wasserressourcen. Formal: Wasserversorgungstechnik I oder Abwassertechnik I oder Waste Water Technology oder Water Quality and Treatment		
12. Lernziele:	Fachlich: Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für Zusammenhänge über ihre Teildisziplin hinaus. Sie können bei Entscheidungen und Planungen zwischen konkurrierenden Belangen der Siedlungswasserwirtschaft, Wasserwirtschaft und anderer Infrastrukturbereiche fachlich fundiert abwägen. Methodisch: Die Studierenden können selbständig mit internationaler wissenschaftlicher Literatur zu ihrem jeweiligen Fachgebiet umgehen, Ergebnisse kritisch bewerten und so ein eigenes Bild des Standes der Wissenschaft erarbeiten und präsentieren.		
13. Inhalt:	- Wechselwirkungen zwischen Teilbereichen der Siedlungswasserwirtschaft am Beispiel des Umgangs mit Regenwasser - Jährlich wechselnde Spezialthemen entsprechend dem wissenschaftlichen und technischen Fortschritt		
14. Literatur:	Gujer, W. Siedlungswasserwirtschaft, Springer Verlag GmbH Mutschmann, J; Stimmelmayer, F.: Taschenbuch der Wasserversorgung, Vieweg-Verlag Jeweils die aktuellen Auflagen		

Nationale und internationale Fachzeitschriften, z.B. GWF-Wasser/
Abwasser, KA Abwasser, Abfall, Hrsg. und Verlag GFA, W.Sci.Tech.,
Wat. Res., Wasser und Abfall
Diverse Merk- und Arbeitsblätter des DVGW und der DWA

15. Lehrveranstaltungen und -formen:
- 364501 Scientific Seminar
 - 364502 Lecture Rainwater Harvesting and Management
 - 364503 Excursions
-

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 36451 Special Aspects of Urban Water Management (Seminar
presentation) (LBP), schriftlich, eventuell mündlich,
Gewichtung: 1.0
-

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:
- Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling
-

Modul: 19360 Water Quality and Treatment

2. Modulkürzel:	021210051	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Carsten Meyer		
9. Dozenten:	• Heidrun Steinmetz • Carsten Meyer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Knowledge in Sanitary Engineering, Water Supply and Hydraulics Contents of Water and Power Supply		
12. Lernziele:	• The students learn how to characterize and protect water bodies as well as to improve the water quality • Students understand the contribution of wastewater treatment to the preventive protection of receiving waters and they learn the basic methods of water quality management instruments • Students understand the necessity of water treatment as essential element of drinking water supply • Students learn the chemical, physical and biological background of water treatment technologies, their possibilities and boundaries and they are able to develop, design and dimension treatment schemes for different raw water qualities		
13. Inhalt:	Water Quality Management: • Terms and introduction: environmental data from Germany • Characterisation and assessment of flowing waters, stagnant waters and groundwater • Water quality parameters, WHO drinking water guidelines, targets for drinking water and sanitation, description of water quality in relation to use • Improvement of water quality, reduction of pollution load, point pollutants and diffuse loads, improving the self-purification capacity of waters, technical helps, assessment of progress • Water quality management; the European Union Framework Directive; quality planning and maintenance, monitoring networks Water Treatment: • Water supply and water treatment: basic requirements, drinking water standards • Mechanical treatment: Screening, Sieving, Sedimentation, (Membrane)Filtration, Gas-Exchange, Flotation • Carbondioxide-Carbonate-Balance: relevance, chemical background • Deacidification: mechanical and chemical methods		

	• Removal of iron, manganese and arsenic: methods • Decarbonization: chemical methods • Flocculation • Adsorption • Disinfection: chemical and physical methods
14. Literatur:	Lecture notes and material for exercises will be provided during the lecture. Hints are given for additional literature from the internet as well as libraries, e.g. • American Water Works Assoc.: Water Quality and Treatment, McGraw-Hill Inc., 1999 • David A. Chin: Water-Quality Engineering in Natural Systems, John Wiley & Sons, Inc., 2006 • Degrémont: Water Treatment Handbook Vol. 1 & Vol. 2, Lavoisier Publishing 1991 • C. Binnie and M. Kimber: Basic Water Treatment: Fourth Edition, IWA Publishing, 2009 • Nicholas P. Cheremisinoff: Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies, Bitterworth & Heinemann, Boston Oxford Auckland Johannesburg Melbourne New Delhi, 2002 • WHO Guidelines, 2006 • Mutschmann, J; Stimmelmayer, F.: Taschenbuch der Wasserversorgung, Vieweg-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 193601 Lecture Water Treatment • 193602 Lecture Water Quality Management
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: ca. 42 h Private study: ca. 138 h 1) Lecture: presence time = 34,0; self study = 106,0; Sum = 140,0 2) Exercise: presence time = 8,0; self study = 32,0; Sum = 40,0 Sum Lecture (140) + Sum Exercise (40) = 180,0
17. Prüfungsnummer/n und -name:	19361 Water Quality and Treatment (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling

2322 Elective Modules (in german language)

Zugeordnete Module: 16060 Umweltanalytik - Wasser und Boden

Modul: 16060 Umweltanalytik - Wasser und Boden

2. Modulkürzel:	021230002	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Bertram Kuch		
9. Dozenten:	• Bertram Kuch • Michael Koch • Jörg Metzger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules 6 CP (in german language) → M.Sc. WASTE → Solid Waste --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in german language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 6 CP --> Elective Modules (in german language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Die Studierenden - beherrschen die Theorie der wichtigsten instrumentell-analytischen (chromatographischen und spektroskopischen) Verfahren für die Umweltkompartimente Wasser und Boden. - besitzen grundlegendes Wissen über die Vorgehensweise und den Methoden zur Bestimmung von Umweltchemikalien und Schadstoffen in Wasser und Boden. - haben grundlegende Kenntnisse über die Methoden der internen und externen analytischen Qualitätssicherung. - sind in der Lage, chemisch-analytische Daten auszuwerten und zu bewerten. - kennen die wichtigsten (genormten) Analysemethoden für anorganische und organische Schadstoffe und Umweltchemikalien und sind in der Lage, diese zu beschreiben.		
13. Inhalt:	Das Modul vermittelt theoretisches und praktisches Wissen auf dem Gebiet der Analytik von Wasser- und Bodeneinhaltsstoffen und -kontaminanten. Die Vorlesung „Instrumentelle Analytik“ behandelt die Theorie und Praxis chromatographischer Trennverfahren (GC und HPLC) sowie wichtiger Detektionsmethoden (UV-VIS, Fluoreszenz, Infrarot, Massenspektrometrie). In der Vorlesung „Analytik von Schadstoffen in Wasser und Boden“ werden genormte Verfahren (DIN, ISO oder andere) zur Quantifizierung von Umweltchemikalien, einerseits summarisch (Gesamtkohlenstoff, AOX etc.), andererseits als Einzelstoff (z.B. PAK, polychlorierte Dibenzodioxine etc.) behandelt.		

Die Vorlesung „Qualitätssicherung in der chemischen Analytik“ behandelt die Methoden der internen und externen Qualitätssicherung. Dabei werden auch Begriffe wie Validierung, zertifizierte Standards, Ringversuche, Messunsicherheit etc. an praktischen Beispielen erläutert.

Im „Praktikum Umweltanalytik“ werden ausgewählte analytische Methoden durchgeführt und die Ergebnisse ausgewertet und bewertet.

14. Literatur:	Schwedt, G.: Analytische Chemie, Grundlagen, Methoden und Praxis, Thieme, Stuttgart, 2004 Otto, M.: Analytische Chemie, Wiley-VCH, 3. Aufl., 2006 Hein/Kunze: Umweltanalytik mit Spektrometrie und Chromatographie, Wiley-VCH, 3. Aufl. 2004 Rump, H.H.: Laborhandbuch für die Untersuchung von Wasser, Abwasser und Boden, Wiley-VCH, 1998 Kromidas, S.: Handbuch Validierung in der Analytik, Wiley-VCH, Weinheim, 2000
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 160601 Vorlesung Instrumentelle Analytik • 160602 Vorlesung Analytik von Schadstoffen in Wasser und Boden • 160603 Vorlesung Qualitätssicherung in der chemischen Analytik • 160604 Praktikum Umweltanalytik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	1. Instrumentelle Analytik, Vorlesung, 1 SWS: Präsenzzeit: 10,5 h Selbststudiumszeit: 27,0 h Gesamt: 37,5 h 2. Analytik von Schadstoffen in Wasser und Boden, Vorlesung 1 SWS: Präsenzzeit: 10,5 h Selbststudiumszeit: 27,0 h Gesamt: 37,5 h 3. Qualitätssicherung in der chemischen Analytik, Vorlesung, 1 SWS: 210 Präsenzzeit: 10,5 h Selbststudiumszeit: 27,0 h Gesamt: 37,5 h 4. Praktikum Umweltanalytik, Laborpraktikum, wöchentlich Präsenzzeit (14 Halbtage á 4 h): 56,0 h Selbststudiumszeit
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 16061 Umweltanalytik - Wasser und Boden (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Hydrochemie und Hydrobiologie in der Siedlungswasserwirtschaft

233 Elective Modules 3 CP

Zugeordnete Module: 2331 Elective Modules (in english language)

2331 Elective Modules (in english language)

Zugeordnete Module:	39650	Basics of Membrane Technology
	41010	Modellierung von Zweiphasenströmungen
	58100	Constructed wetlands for wastewater treatment
	59600	Chemical Reaction Engineering

Modul: 39650 Basics of Membrane Technology

2. Modulkürzel:	041110777	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Jochen Kerres		
9. Dozenten:	Jochen Kerres		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Thermo and Fluid Dynamics Chemistry and Biology for Environmental Engineers		
12. Lernziele:	After completion of this module, students have basic knowledge in membrane technologies and their physicochemical basics available (thermodynamics and kinetics (transport properties) of membrane processes, basic types and functionalites of porous membrane types, solution diffusion membranes and ion exchange membranes.		
13. Inhalt:	Basics of membrane processes (thermodynamics, transport processes) Types of membrane processes: pressure-driven (MF, UF, NF) Chemical potential-driven (RO, PV, GS, DD, dialysis) Electrical potential-driven (ED, EDBP) Membrane preparation: Dense membranes Porous membranes Charged membranes Membrane characterization		
14. Literatur:	<i>Skript</i> <i>Text book:</i> - <i>Heiner Strathmann, Lidieta Giorno, Enrico Drioli</i> <i>An Introduction to Membrane Science and Technology</i> <i>CNR-ITM</i> ISBN 88-8080-063-9 - <i>Marcel Mulder</i> <i>Basic Principles of Membrane Technology</i>		

Springer

ISBN-10: 0792342488

ISBN-13: 978-0792342489

- *Hamann-Vielstich*

Elektrochemie

Wiley-VCH

ISBN-13: 9783527310685

ISBN-10: 352731068-1

- *Richard W. Baker*

Membrane Technology and Applications

Wiley

ISBN-10: 0470854456

ISBN-13: 978-0470854457

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	396501 Lecture Basics of Membrane Technology
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of Attendance: 28 h Lecture Self study: 62 h = 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	39651 Basics of Membrane Technology (BSL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, PowerPoint Präsentation
20. Angeboten von:	

Modul: 59600 Chemical Reaction Engineering

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Jochen Kerres		
9. Dozenten:	Jochen Kerres		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Thermo- and Fluid Dynamics		
12. Lernziele:	After completion of this module, students have basic knowledge about Chemical Reaction Engineering and their physicochemical basics available (thermodynamics and kinetics of chemical reactions, basic types and functionalities as well as physicochemistry of basic reactors such as Stirred Tank Reactor (STR), Plug-Flow and Continuously Stirred Tank Reactor (CSTR))		
13. Inhalt:	Conversion of measure units Stoichiometry and global mass balances Global energy balances Chemical equilibrium Chemical reaction kinetics Description and calculation of basic reactor types and their thermodynamics and kinetics		
14. Literatur:	Skript textbook: Chemical Reaction Engineering (hardcover edition) by Octave Levenspiel (Autor) hardcover edition: 688 Seiten publisher: Wiley & Sons; edition: 3. A. (16. September 1998) language: English ISBN-10: 047125424X ISBN-13: 978-0471254249		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	596001 Vorlesung Chemische Reaktionstechnik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of Attendance: 28 h Lecture Self study: 62 h = 90 h		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 59601 Chemical Reaction Engineering (BSL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 58100 Constructed wetlands for wastewater treatment

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Anne Weiß		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Elective Modules -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water -->Elective Modules 3 CP -->Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Chemistry and Biology for Engineers Sanitary Engineering		
12. Lernziele:	The goal of this course is to provide advanced knowledge of the processes and concepts of constructed wetlands systems to the students. They will get familiar with the existing scientific, technical, and economic practices of using constructed wetlands for wastewater and sewage sludge treatment. For this reason all late scientific developments concerning municipal industrial and agro-industrial wastewater treatment and sewage sludge treatment will be presented, At the end of the course the students will be able to: • Understanding constructed wetlands' main mechanisms. • Perform a rough design of constructed wetlands treating various wastewaters and sewage sludge		
13. Inhalt:	Basic principles of constructed wetlands • Attached growth treatment systems • Constructed wetlands (basic principles, types, vegetation, porous media, etc) • Pollutant removal mechanisms and kinetics (organic matter, nitrogen, phosphorus, heavy metals, suspended solids) • Sewage sludge treatment (dewatering mechanisms, mineralization processes) Design of constructed wetlands • Constructed wetlands' design models (hydrodynamic and pollutant removal models) • Determination of required constructed wetland area • Sewage sludge treatment (sludge loading rates, duration of loading and resting periods) Case studies • Municipal wastewater treatment • Agro-industrial wastewater treatment		

	Sewage sludge treatment
14. Literatur:	Stefanakis, A.I., Akratos, C.S., Tsihrintzis, V.A. Vertical flow constructed wetlands: Eco-engineering systems for wastewater and sludge treatment, first ed. Elsevier, Burlington, USA. Kadlec, R.H., Wallace, S. Treatment wetlands, second ed. CRC Press Lecture notes
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	581001 Vorlesung Design of constructed wetlands
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	58101 Constructed wetlands for wastewater treatment (BSL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 41010 Modellierung von Zweiphasenströmungen

2. Modulkürzel:	041600614	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Eckart Laurien		
9. Dozenten:	Eckart Laurien		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Air Quality Control --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) → M.Sc. WASTE → Elective Modules --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules 3 CP (in english language) → M.Sc. WASTE → Waste Water --> Elective Modules 3 CP --> Elective Modules (in english language) →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, fundierte Grundlagen aus Modul „Numerische Strömungs-simulation“		
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen benötigte Ansätze und Methoden der mehrdimensionalen, numerischen Modellierung von Zweiphasenströmungen mit Berücksichtigung von Verdampfungs- und Kondensationsvorgängen.		
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

14. Literatur:	E. Laurien und H. Oertel jr.: Numerische Strömungsmechanik, 4. Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden (2011)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	410101 Vorlesung Modellierung von Zweiphasenströmungen
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 22,5 h + Nachbearbeitungszeit 67 h + Prüfungszeit 0,5 h = 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	41011 Modellierung von Zweiphasenströmungen (BSL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	ppt-Präsentation, alle Folien online verfügbar unter http://www.iike.uni-stuttgart.de/lehre/M2P-index.html
20. Angeboten von:	Institut für Kernenergetik und Energiesysteme

234 Practical Work

Zugeordnete Module: 67080 Sanitary Engineering - Practical Class Part II for WASTE students

Modul: 67080 Sanitary Engineering - Practical Class Part II for WASTE students

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Martin Reiser		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules --> Elective Modules --> Practical Works → M.Sc. WASTE → Specialized Area --> Waste Water --> Practical Work →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Prerequisite Modules : Sanitary Engineering (Waste: 021220012; Warem: 508 ME) Chemistry and Biology for Environmental Engineers (Waste: 021230502; Warem: 546 ME)		
12. Lernziele:	The student knows and understands in theory and practice - how to take representative samples out of the different waste streams and the relevant sampling errors The student is aware of the most important microbiological tools to detect, handle and use microorganisms in environmental engineering systems The student - is capable of interpreting and evaluating analytical data and based on these data to draw conclusions in order to evaluate the efficiency of processes for treatment of solid waste. - is able to apply the relevant laboratory test procedures to analyze compost within the quality assurance system and to interpret the results. - has the competence to develop a sampling procedure for household waste and to determine the waste composition by a sorting analyses - is able to apply selected test procedures in the field of hazardous waste and the analyses of odor samples		
13. Inhalt:	This course serves to the intensification of the theoretical knowledge in sanitary engineering with focus on solid waste and environmental microbiology by practical work in the laboratory and an accompanying student seminar. The experiments offered belong thematically to the two main areas: • solid waste • microbiology		

The experiments are mainly performed directly by the students in groups of 3 to max. 6 or are offered as demonstration experiments.

14. Literatur:

Description of Experiments (available as download, pdf)

Handouts for seminar work

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 670801 Übung Sanitary Engineering Practical Class II for WASTE Students - Solid Waste/Microbiolog
- 670802 Seminar Sanitary Engineering Practical Class II for WASTE Students - Solid Waste /Microbiology

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

17. Prüfungsnummer/n und -name:

67081 Sanitary Engineering - Practical Class Part II for WASTE students (USL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0, written records of practical experiments, weighted: 0.5; oral presentation of practical experiments, weighted: 0.5.

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

300 German Language Courses and Key Qualifications

Zugeordnete Module:	60940	German as Foreign Language Part I
	60950	German as Foreign Language Part II
	900	Key Qualifications

900 Key Qualifications

Modul: 60940 German as Foreign Language Part I

2. Modulkürzel:	310230001	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Karin Herrmann		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → German Language Courses and Key Qualifications		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Intensive German course or the equivalent of A1		
12. Lernziele:	Students are able to converse about everyday situations in their studies and home, read and understand more advanced texts, have a command of basic grammar structures, and write about life and culture in the German speaking countries.		
13. Inhalt:	The course continues to develop the four communication skills listening, speaking, reading, and writing, with an increased emphasis on conversational German. Students are exposed to everyday and professional situations. Students learn frequently used expressions related to areas of most immediate relevance (e.-g. very basic personal and family information, shopping, local geography, employment)		
14. Literatur:	Textbook „Begegnungen“		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	609401 Seminar German as Foreign Language I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: approx. 84 h (Strict attendance is required) Private Study: approx. 96 h (since most exercises and drills take place during class, private study requires less time)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60941 German as Foreign Language Part I (USL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

Modul: 60950 German as Foreign Language Part II

2. Modulkürzel:	310230001	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Karin Herrmann		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → German Language Courses and Key Qualifications		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Intensive German course or the equivalent of A1		
12. Lernziele:	Students are able to converse about everyday situations in their studies and home, read and understand more advanced texts, have a command of basic grammar structures, and write about life and culture in the German speaking countries.		
13. Inhalt:	The course continues to develop the four communication skills listening, speaking, reading, and writing, with an increased emphasis on conversational German. Students are exposed to everyday and professional situations. Students learn frequently used expressions related to areas of most immediate relevance (e.-g. very basic personal and family information, shopping, local geography, employment)		
14. Literatur:	Textbook „Begegnungen“		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	609501 Seminar German as Foreign Language II		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of attendance: approx. 84 h (Strict attendance is required) Private Study: approx. 96 h (since most exercises and drills take place during class, private study requires less time)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60951 German as Foreign Language Part II (USL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

Modul: 81310 Master Thesis WASTE

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	30.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Andreas Kronenburg		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	At least 72 ECTS Points		
12. Lernziele:	The student is capable of independently carrying out a scientific thesis. This includes: • Identification and clear description of a given task, • Design of an experiment and implementation of such with practical experiments or the application of simulation programs, • Evaluation and graphical depiction of experimental results and their assessment. The student is capable of identifying, describing and assessing problems in the field of Environmental and Process Engineering. Further, the students is able to plan and to independently carry out the according research, experimental or model solutions. Generally, the student has gained the basics for independent scientific work. The student is able to present her/his work in a concise way within a scientific presentation.		
13. Inhalt:	To be developed individually. Depends on chosen subject.		
14. Literatur:	Depends on chosen subject		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	81311 Master Thesis WASTE (PL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0, Submission of a report (print version + digital version) about the work done in the frame of the Master Thesis + 20 minutes presentation of the results with subsequent discussion. Graded Report + presentaion, weight: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

Modul: 81320 Student Research Project

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	jedes Semester
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Andreas Kronenburg		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. WASTE → Advanced Modules --> Elective Modules →		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	The examiner will issue the topic of the student research project. Every professor of the study program WASTE as well as assistants/lecturers with the permission to be an examiner are eligible examiners. Doctoral candidates, scientific assistants or persons without the official legitimation to be an examiner can be the supervisor of the work, but not the examiner. Other professors of the University of Stuttgart or assistants/lecturers with the permission to be an examiner who do not teach in the WASTE program can also become examiners of a student research project with special permission of the head of the examination committee.		
12. Lernziele:	The student is capable of independently carrying out a scientific thesis. This includes: • Identification and clear description of a given task, • Design of an experiment and implementation of such with practical experiments or the application of simulation programs, • Evaluation and graphical depiction of experimental results and their assessment. The student is capable of identifying, describing and assessing problems in the field of Environmental and Process Engineering. Further, the student is able to plan and to independently carry out the according research, experimental or model solutions. Generally, the student has gained the basics for independent scientific work. The student is able to present her/his work in a concise way within a scientific presentation.		
13. Inhalt:	To be developed individually. Depends on chosen subject.		
14. Literatur:	Depends on chosen subject		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	360 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	81321 Student Research Project (PL), Sonstiges, Gewichtung: 1.0, Submission of a report (print version + digital version) about the work done in the frame of the Student Research Project + 20-30 minutes presentation of the results with subsequent discussion. Graded Report + presentation, weight: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			