

# MODULHANDBUCH MASTER SIMULATIONS- UND EXPERIMENTALTECHNIK

Methoden (4 aus 5 sind zu wählen)

Kurs
Optimierung und Simulation
Versuchsplanung und -auswertung
Computer-Based Measurement Technology
Computational Fluid Dynamics
Engineering Mathematics

<b>Optimierung und Simulation</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
11001 11002	180 h	75 h	105 h	2. Semester	WI-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to curricula)</b>			
a) Vorlesung 3 SWS b) Praktikum 2 SWS		6 CP	Master SET			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>					
	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Optimierungs- und Simulationsaufgaben im ingenieurwissenschaftlichen Kontext charakterisieren, typisieren und formulieren.</li> <li>• sind in der Lage Optimierungsalgorithmen der unrestringierten und restringierten Optimierung entsprechend der Problemstellung auszuwählen und reale Problemstellungen u.a. in MATLAB® zu lösen.</li> <li>• können ereignisdiskrete, zeitkontinuierliche und zufallsbasierte Simulationsmethoden algorithmisch u.a. in MATLAB® umsetzen und Simulationsergebnisse visualisieren und kritisch beurteilen..</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b>					
	<p>Optimierungs- und Simulationsaufgaben entspringen verschiedenster ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen.</p> <p>Beispiele für klassische Optimierungsaufgaben sind die Approximation von Funktionen für Finite-Elemente-Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen und Simulation mechanischer Systeme, die Regression von Datensätzen zur empirischen Analyse von Ursache-Wirkungs-Prinzipien, statistische Schätzungen zur bildbasierten Fehlererkennung in Produktionsanlagen, oder geometrische Fragestellungen wie die Berechnung kürzester Wegstrecken in der Navigation. Die mathematische Optimierungstheorie formuliert verschiedenste Problemstellungen in einen einheitlichen Rahmen, nämlich der Minimierung einer geeigneten Ziel- oder Gütefunktion unter möglicherweise gegebenen Randbedingungen.</p> <p>Beispiele Simulationsaufgaben sind die Nachbildung von technischen oder nichttechnischen Systemen im Computer, welche die Realität unter der Randbedingungen einer Aufgabenstellung möglichst genau oder schnell und mit der bestmöglichen Implementierung abbilden sollen, etwa die Simulation von Schüttgütern, Stausimulation und die Erzeugung von Sensordaten. Ziel von Computersimulationen ist u.a. reale Experimente zu vermeiden, weil diese zu gefährlich, zu kostenintensiv oder zu zeitintensiv sind.</p> <p>Optimierungs- und Simulationsaufgaben gehen i.d.R. ineinander über oder überlappen und verlangen ingenieurwissenschaftliches Fachwissen aus diversen Disziplinen. Um die multidisziplinären Inhalte zu vermitteln wird die Lehrveranstaltung durch Team-Teaching von zwei Professoren unter Einbindung anderen Experten durchgeführt. Der theoretische und praktische Teil wird während des Semesters variieren, so dass eine Schwerpunktverschiebung der Lehrveranstaltungsformen unerlässlich ist.</p>					

3	<p><b>Lehrformen (Forms of teaching)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag mit Unterstützung von Präsentationstechniken für mathematisch/technische Inhalte (a).</li> <li>• Praktische Umsetzung von Verfahren in MATLAB® und Experimente mit             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Beispielaufgaben (b).</li> </ul> </li> <li>• Praktischen Übungen mit Erläuterungen zur Theorie als auch Optimierungs- und Simulationsexperimente am PC (b.).</li> </ul>
4	<p><b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b></p> <p>Formal: Basismodule</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhaltlich: Allgemeine Ingenieurmathematik, Programmierkenntnisse in MATLAB®, Scilab oder Octave sind wünschenswert</li> </ul>
5	<p><b>Prüfungsformen (Types of examination)</b></p> <p>Schriftliche Prüfung (Klausur) mit 120 Minuten Dauer, Anteil an der Gesamtbewertung: 80%          Bearbeitung von Aufgaben im Rahmen des Praktikums, Anteil an der Gesamtbewertung: 20%</p>
6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulprüfung (beide Teilprüfungen)</li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Roland Reichardt, Prof. Dr.-Ing. André Stuhlsatz</li> </ul>
8	<p><b>Sprache (Language of instruction)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch</li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <p>Vorlesungsfolien, Beispiele und Übungs- und Praktikumsunterlagen online verfügbar.          Empfohlene Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stephen Boyd, LievenVandenberghe, „ConvexOptimization“, 2004, Cambridge University Press,</li> <li>• Carl Geiger, Christian Kanzow, „Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben“, 2002, Springer Verlag</li> <li>• Florian Jarre, Josef Stoer, „Optimierung“, 2004, Springer Verlag</li> <li>• Jun S. Liu, „Monte Carlo Strategies in Scientific Computing“, 2001, Springer Verlag</li> <li>• Carl Geiger, Christian Kanzow, „Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben.“, 1999, Springer Verlag</li> </ul>

<b>Versuchsplanung und -auswertung</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
11101 11102	180 h	75 h	105 h	2. Semester	WI-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b> a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 1 SWS c) Praktikum 2 SWS		<b>Credits</b> 6 CP	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to curricula)</b> Masterstudiengänge: SET			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>  Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parametervariationen und Optimierungsaufgaben bei praktischen Experimenten und Rechner-Simulationen zielorientiert und arbeitseffizient gestalten und damit den gewünschten Erkenntnisgewinn mit möglichst geringem Aufwand erreichen.</li> <li>• die Methoden bei der Analyse technischer Systeme und deren Vor- und Nachteile, insbesondere die Eigenschaften von DoE-Versuchsplänen, beschreiben und bewerten</li> <li>• die einschlägigen Fachbegriffe erklären</li> <li>• statistische Methoden bei der Planung und Durchführung von Experimenten und der Auswertung von Messergebnissen anwenden</li> <li>• DoE-Versuchspläne in Abhängigkeit der gegebenen Untersuchungsrandbedingungen sachgerecht auswählen, ausgestalten, durchführen und auswerten, auch unter Zuhilfenahme einschlägiger Softwaretools wie STATISTICA</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Planung, Durchführung und Ausführung von Versuchen: Zufallsmethode, Einfaktormethode, Gitterlinienmethode, Statistische Versuchsplanung (DoE), Simplex, EVOP, neuronale Netzwerke</li> <li>• Statistik <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Grundlagen: Mittelwerte, Standardabweichung, Häufigkeitsverteilungen und ihre Darstellung</li> <li>○ streuende Messergebnisse bei Versuchen unter konstanten Randbedingungen, wahrer Wert an 1 Versuchspunkt, Konfidenzintervall, Vertrauensbereich, Prüfumfang</li> <li>○ wahre Differenz zwischen den Versuchsergebnissen an 2 Versuchspunkten, Wirkung, Effekt, Rauschen, Vertrauensbereich der Effekte, Signifikanz</li> <li>○ Repräsentativität, Homoskedastizität, Ausreißer, Autokorrelation, Daten-Transformation</li> </ul> </li> <li>• Design of Experiments (DoE) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ unterschiedliche Arten von Versuchsplänen: vollfaktorielle Pläne, Blockbildung, teilfaktorielle Pläne, Screening Pläne, faktorielle Pläne mit Zentralpunkt, zentral zusammengesetzte Pläne, Pläne mit kategoriellen und stetigen Einflussfaktoren, D-optimierte Pläne</li> <li>○ Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchsplänen: Festlegung von Ziel- und Einflussgrößen und des Versuchsraums, Normierung der Einflussgrößen, Auswahl des Versuchsplans, randomisierte Durchführung der Versuche, Erstellung der Regressionsfunktion mit Total, Haupt- und Wechselwirkungen, Signifikanzprüfung, Anpassungsprüfung mit Lack of Fit und Prognose/Beobachtungs-Grafik, Visualisierung der Ergebnisse z.B. mit Wirkungsdiagrammen und Konturlinien-Grafik, Polyoptimierung, etc.</li> </ul> </li> </ul>					

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Handhabung und Nutzung eines einschlägigen Softwaretools wie STATISTICA zur Unterstützung der Methodik</li> </ul>
3	<p><b>Lehrformen (Forms of teaching)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung (a)</li> <li>• Seminaristischer Unterricht (Diskussionen) und Rechenübungen (b)</li> <li>• Beispielhafte Experimente und Simulationen (c)</li> </ul>
4	<p><b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entsprechend dem Studienverlaufsplan</li> </ul>
5	<p><b>Prüfungsformen (Types of examination)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung von 60 min Dauer oder mündliche Prüfung von 20 min Dauer; die Art der Prüfung wird zu Semesterbeginn festgelegt. Anteil an der Gesamtbewertung: 65%</li> <li>• selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung eines DoE-Versuchs (Experiment oder Simulation) und schriftliche Dokumentation der Ergebnisse. Anteil an der Gesamtbewertung: 35%</li> </ul>
6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme am Praktikum</li> <li>• Bestandene Modulprüfung</li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Mario Adam</li> </ul>
8	<p><b>Sprache (Language of instruction)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch</li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pdf-Dateien der Vorlesungsfolien für das Fach unter MOODLE</li> </ul> <p>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KLEPPMANN, Wilhelm: Taschenbuch Versuchsplanung – Produkte und Prozesse optimieren, Hanser Verlag</li> <li>• SIEBERTZ, Karl et al.: Statistische Versuchsplanung – Design of Experiments (DoE), Springer Verlag</li> <li>• LIEBSCHER, Ulrich: Anlegen und Auswerten von technischen Versuchen - eine Einführung, Fortis-Verlag FH</li> <li>• SCHEFFLER, Eberhard: Statistische Versuchsplanung und -auswertung – eine Einführung für Praktiker, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie</li> <li>• BANDEMER, Hans et al.: Statistische Versuchsplanung, Teubner-Verlag</li> </ul>

<b>Computer-Based Measurement Technology</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
11201 11202	180 h	75 h	105 h	1. Semester	SS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b> a) Lecture 2 SWS b) Practical Training 3 SWS		<b>Credits</b>  6 CP	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to study programmes)</b>  Master ME, SET			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>  Students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• analyse and verify signals in the time and frequency domain,</li> <li>• know advantages and disadvantages of different data acquisition systems (rms-voltmeter, sound boards versus AD converter),</li> <li>• operate accelerometers, microphones, oscilloscopes and rms-voltmeter,</li> <li>• distinguish between steady-state, transient and dynamic data,</li> <li>• check self-designed programs and circuits by simulations, e.g. verify overall levels in the time and frequency domain (Parseval theorem),</li> <li>• distinguish between correlation measurement techniques in time and frequency domain and apply the concept of coherence, phase spectrum and time delay,</li> <li>• apply mathematical formulations (e.g. of the Fourier principle and statistical methods),</li> <li>• develop approaches and strategies to independently gather experimental data,</li> <li>• establish concepts to relate signal components to its physical origin,</li> <li>• reflect and generalise fundamental principles to transfer them to various experimental problems.</li> <li>•</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview of the typical measurement principles for determining position, velocity, current, pressure, sound pressure and vibration</li> <li>• Fundamental principles in signal processing (Fourier-, uncertainty- and symmetry principle)</li> <li>• Data acquisition, including rudimentary concepts in signal processing</li> <li>• Signal analysis in time and frequency domain including transfer operations (Parseval theorem)</li> <li>• Advanced operations in signal processing (windowing, averaging, overlapping)</li> <li>• Signal Conditioning, Digital Filtering (low-, high- and bandpass filtering, octave band analysis)</li> <li>• Applications to aeroacoustics and vibroacoustics (rotating machinery, Campbell diagram)</li> <li>• Correlation techniques in time and frequency domain (auto correlation, cross correlation, coherence, phase analysis)</li> <li>•</li> </ul>					
3	<b>Lehrformen (Forms of teaching)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture with PC presentations, videos (in-house productions)</li> <li>• Practical training using provided hard- and software (e.g. DasyLab, Matlab, PAK)</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of data acquisition and numerical mathematics (e.g. fluid mechanics and acoustics from Bachelor program of HSD)</li> </ul>					
5	<b>Prüfungsformen (Types of examination)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Practical training: term paper/written assignment (60% of the final grade)</li> </ul>					

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture: written exam or oral consultation (40% of the final grade)</li> </ul>
6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Passed examination</li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prof. Dr.-Ing. Frank Kameier</li> </ul>
8	<p><b>Sprache (Language of instruction)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>English</li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <p>Lecture notes software applications on moodle or stroemungsakustik.de Recommended literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Karrenberg, Ulrich, Signals, Processes, and Systems, An Interactive Multimedia Introduction to Signal Processing, 3<sup>rd</sup> edition, Berlin 2013.</li> <li>Schmid, Hanspeter, How to use the FFT and Matlab's pwelch function for signal and noise simulations and measurements, FHNW/IME, August 2012 <a href="https://pdfs.semanticscholar.org/82f7/98aef6346a0e14bc52f0e4eca93a8f06ff27.pdf">https://pdfs.semanticscholar.org/82f7/98aef6346a0e14bc52f0e4eca93a8f06ff27.pdf</a></li> <li>Hewlett Packard, The Fundamentals of Signal Analysis, Application Note 243, 1994 <a href="http://www.hpmemoryproject.org/an/pdf/an_243.pdf">http://www.hpmemoryproject.org/an/pdf/an_243.pdf</a></li> </ul>

<b>Computational Fluid Dynamics (CFD)</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
11301 11302	180 h	75 h	105 h	1. Semester	SoSe	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b> a) Lecture 3 SWS b) Exercise 1 SWS c) Practical Training 1 SWS		<b>Credits</b>  6	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to study programmes)</b>  Master ME, SET			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>  After successful completion of the module, the students are capable of <ul style="list-style-type: none"> <li>• understanding the differential equations that describe the transport of momentum, heat and mass in single-phase flow of Newtonian fluids, as well as their boundary conditions.</li> <li>• understanding different physical flow states with corresponding mathematical and numerical implications.</li> <li>• understanding discretisation principles, gridding techniques and numerical solution procedures.</li> <li>• applying the learned material to solve technical flow problems, via a commercial CFD software and make a qualified analysis and evaluation of the obtained results.</li> <li>• communicating in English in the subject area of the course.</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Continuum mechanics fundamentals</li> <li>• Governing equations</li> <li>• Simplifications of governing equations</li> <li>• Discretization methods</li> <li>• Finite Volume Method (FVM) for diffusion problems in 1D</li> <li>• FVM for diffusion problems in 2D/3D</li> <li>• FVM for convection-diffusion problems</li> <li>• Higher order schemes for the convection terms</li> <li>• FVM for unsteady flows</li> <li>• Solution of the Navier-Stokes equations by FVM</li> <li>• FVM for unstructured grids</li> <li>• Introduction to turbulence modelling</li> <li>• Concluding remarks and guidelines for the solution of practical flow problems</li> </ul>					
3	<b>Lehrformen (Forms of teaching)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture (Power point, overhead, blackboard), seminar, discussion, independent elaboration</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor's degree in mechanical engineering (or in a related discipline), fluid mechanics, heat transfer, mathematics</li> </ul>					



5	<p><b>Prüfungsformen (Types of examination)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written examination in English (in parts or in full multiple-choice, 90 min.), or oral examination (30 min.), 80%</li> </ul> <p>Type of examination be announced at the beginning of the course</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Practical training with oral examination, 20%</li> </ul>
6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passed examination</li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Ali Cemal Benim</li> </ul>
8	<p><b>Sprache (Language of instruction)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• English</li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Hirsch, „Numerical Computation of Internal and External Flows, Volume I: Fundamentals of Discretization“, Wiley, 1994</li> <li>• C. Hirsch, “Numerical Computation of Internal and External Flows, Volume II: Computational Methods for Inviscid and Viscous Flows”, Wiley, 1995.</li> </ul>

<b>Engineering Mathematics</b>										
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>				
11401 11402	180 h	75 h	105 h	1. Semester	SoSe	1 Semester				
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b> (a) Lecture 3 SWS (b) Practical 2 SWS		<b>Credits</b>  6 CP	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to study programme)</b>  Master ME, SET							
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>  The participants have a solid understanding of and scientific insight into the mathematical foundations of computational engineering, including numerical and algorithmic aspects of modern software tools. Moreover, the participants have acquired competences and skills to solve typical problems of the engineering routine by means of advanced engineering mathematics.									
2	<b>Inhalte (Contents)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear &amp; non-linear systems of equations (properties, numerical solution method, algorithmic aspects); the engineering eigenvalue problem (algebraic properties, solution strategies, numerical solution methods and algorithmic aspects)</li> <li>• Numerical algorithms (numerical interpolation, numerical differentiation, numerical integration in 1D, 2D and 3D)</li> <li>• Algebra of relations (Boolean algebra, transitive closure)</li> <li>• Graph theory (types of graphs and applications)</li> <li>• Paths in networks (path algebra, weighted graphs)</li> </ul>									
3	<b>Lehrformen (Forms of teaching)</b>  Lecture, exercise, seminar, discussion									
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b>  Bachelor's degree in engineering; Java-programming skills, fundamentals of engineering mathematics and mechanics									
5	<b>Prüfungsformen (Types of examination)</b>  Assessment in two parts according to the following grading split: <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>I. Worked and defended practical:</td> <td>30% of the final grade</td> </tr> <tr> <td>II. Written exam (90 min duration):</td> <td>70% of the final grade</td> </tr> </table> Each of the two parts must be passed with a minimum of 50% of the used grading scheme.						I. Worked and defended practical:	30% of the final grade	II. Written exam (90 min duration):	70% of the final grade
I. Worked and defended practical:	30% of the final grade									
II. Written exam (90 min duration):	70% of the final grade									
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b>  Passed examination (100%)									
7	<b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b>  Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Ruess									
8	<b>Sprache (Language of instruction)</b>  English									
9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b>  Lecture slides & lecture notes (partly)									

### Spezialisierung (Schwerpunkte) – eine ist zu wählen

<b>Kurs</b>
<b>Schwerpunkt Energie- und Umwelttechnik</b>
Wärme/Kälte – Erneuerbare Energien, Verbrennung, Wärme-/Stoffübertragung
Elektrische Energie – Umwandlung, Speicherung, Verteilung
Umwelt – Lärmschutz, Messtechnik Luft
<b>Schwerpunkt Umwelt- und Prozesstechnik</b>
Rechnergestützte Prozess- und Anlagenplanung
Energie- und umwelttechnische Prozessoptimierung
Umwelt – Lärmschutz, Messtechnik Luft

# Schwerpunkt Energie- und Umwelttechnik

<b>Wärme/Kälte – Erneuerbare Energien, Verbrennung, Wärme-/Stoffübertragung</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
21001	180 h	60 h	120 h	1. Semester	SS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b> a) Lecture 2 SWS b) Exercise 2 SWS		<b>Credits</b>  6 CP	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to study programmes)</b>  Master SET, IWI			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>  After successful completion, the student is capable of <ul style="list-style-type: none"> <li>• understanding the fundamentals of heat and mass transfer in two-phase flows in energy applications including combustion</li> <li>• understanding the methods for the mathematical description of heat and mass transfer in two-phase flows in energy applications including combustion</li> <li>• applying the learned material to solve basic problems in engineering applications with emphasis on gas-liquid and gas-solid two-phase flows encountered in heat exchange and combustion devices</li> <li>• communicating in English in the subject area of the course.</li> <li>•</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Review of important topics in single-phase flow, heat and mass transfer</li> <li>• Introduction to two-phase flows / Gas-liquid interfacial phenomena</li> <li>• Some basic definitions in two-phase flows</li> <li>• Two-phase flow patterns and flow maps</li> <li>• Homogeneous flow</li> <li>• Separated flow</li> <li>• The concept of drift-flux</li> <li>• Flooding in two-phase flow</li> <li>• Introduction to boiling, pool boiling</li> <li>• Critical heat-flux in boiling</li> <li>• Condensation</li> <li>• Gas-solid two-phase flows</li> <li>• Gas-liquid dispersed two-phase flows (sprays)</li> <li>• Turbulent combustion models for diffusion flames</li> <li>• Multi-dimensional field equations for describing two-phase flow in different regimes with phase coupling</li> <li>• Special topics and applications</li> <li>•</li> </ul>					
3	<b>Lehrformen (Forms of teaching)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture (Power point, overhead, blackboard), seminar, discussion, independent elaboration</li> <li>•</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Degree in Mechanical Engineering (or in a relevant discipline)</li> <li>• Thermodynamics. Heat Transfer. Technical Combustion. Fluid Dynamics.</li> </ul>					

5	<p><b>Prüfungsformen (Types of examination)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Written examination in English (in parts or in full Multiple-Choice), duration 90 minutes, or oral examination, duration 30 minutes, independent elaboration. To be announced at the beginning of the course.</li> <li>•</li> </ul>
6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for the award of credits)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passed examination</li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Ali Cemal Benim</p>
8	<p><b>Sprache (Language of instruction)</b></p> <p>English</p>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H. D. Baehr und K. Stephan, "Wärme-und Stoffübertragung", Springer, 2008.</li> <li>• F. P. Incropera, D. P. DeWitt, Th. L. Bergman, A. S. Lavine, "Fundamentals of Heat and Mass Transfer", Wiley, 2011.</li> <li>• R. Dolezal, "Dampferzeugung: Verbrennung, Feuerung, Dampferzeuger", Springer, 1985.</li> <li>• M. Ishii, T. Hibiki, "Thermo-Fluid Dynamics of Two-Phase Flows", Springer.</li> <li>•</li> </ul>

<b>Elektrische Energie - Umwandlung, Speicherung, Verteilung</b>						
<b>Modulnummer (Module no.)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
21011	180 h	60 h	120 h	2. Semester	WS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to study programmes)</b>			
a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 2 SWS		6	Masterstudiengänge: SET, IWI			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (competences)</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an die zukünftige elektrische Energieversorgung abzuleiten und zu gewichten,</li> <li>• technische Entwicklungen zur Digitalisierung der Energiewirtschaft zu beschreiben,</li> <li>• vertiefte Kenntnisse des Aufbaus und der Auslegung von regenerativen Kraftwerken und deren Komponenten anzuwenden,</li> <li>• technische Komponenten des Netzbetriebs im Hinblick auf ihre Funktionsweise und Bedeutung für die Netzstabilität zu beschreiben und zu berechnen,</li> <li>• die Auswirkungen des zunehmenden Ausbaus erneuerbarer Energien auf den Netzbetrieb darzustellen sowie Maßnahmen abzuleiten und zu beurteilen,</li> <li>• die Rolle von Speichertechnologien zu untersuchen und einzuschätzen.</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zukünftige nationale und globale Energieversorgungsstrukturen</li> <li>• Digitalisierung der Energiewirtschaft</li> <li>• Aufbau und Auslegung von regenerativen Kraftwerken</li> <li>• Elektrische Verteilsysteme / Netze und deren Komponenten</li> <li>• Systemdienstleistungen und Netzregelung</li> <li>• Netzstabilität</li> <li>• Speichertechnologien und Entwicklungspotential</li> </ul>					
3	<b>Lehrformen (Forms of teaching)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung (a)</li> <li>• Seminaristischer Unterricht und Übungen (b)</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte der Bachelormodule (EUT) „Elektrische Energietechnik“ und „Energiewirtschaft, -speicherung und -verteilung, Kraftwerkstechnik“</li> </ul>					
5	<b>Prüfungsformen (Types of examination)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (Klausur) (120 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)</li> <li>• Teilprüfung kann in Form eines Referats oder einer schriftlichen Ausarbeitung abgelegt werden</li> <li>• Prüfungsform und -umfang wird zu Semesterbeginn festgelegt</li> </ul>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulprüfung</li> </ul>					

7	<p><b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Franziska Schaubé</li> </ul>
8	<p><b>Sprache (Language of instruction)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch / Englisch</li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Veranstaltungsunterlagen verfügbar unter MOODLE</li> </ul> <p>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SCHWAB, A.: Elektroenergiesysteme – Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie, Springer Vieweg</li> <li>• HEIER, S.: Windkraftanlagen – Systemauslegung, Netzintegration und Regelung, Springer Vieweg</li> <li>• STERNER, M. et al. (Hrsg.): Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, Springer Vieweg</li> </ul>



<b>Umwelt - Lärmschutz, Messtechnik Luft</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
21021 21022	180 h	60 h	120 h	1./2. Semester	WS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b> a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 2 SWS		<b>Credits</b> 6 CP	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to curricula)</b> Masterstudiengänge: SET, IWI			
<b>1</b>	<b>Lernergebnisse / Kompetenzen (Competences)</b>  Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>haben eingehende Kenntnisse über die Messung von Luftschadstoffen und Geräuschen durch Behörden.</li> <li>haben eingehende Kenntnisse über Messsysteme von Luftschadstoffen, und Geräuschen wie sie in der Forschung angewandt werden.</li> <li>haben gelernt, sich in einzelne Messverfahren für Luftschadstoffe selbständig einzuarbeiten und Messaufgaben zu lösen.</li> <li>haben gelernt, wie Forschungsaufgaben der Umweltmesstechnik analysiert und mit moderner Messtechnik gelöst werden können.</li> <li>kennen die physikalischen Grundlagen und Anwendungsgrenzen für Ausbreitungs- und Simulationsmodelle von Luftschadstoffen und Geräuschen.</li> <li>können Lärminderungsmaßnahmen bewerten.</li> <li>sind in der Lage, gelernte Konzepte und Methoden im Lärmschutz zu generalisieren und auf spezifische Problemfälle zu übertragen.</li> </ul>					
<b>2</b>	<b>Inhalte (Contents)</b>  Teil Umweltmesstechnik <ul style="list-style-type: none"> <li>Messverfahren, wie sie in der Praxis und nach gesetzlichen Vorgaben der Luftschadstoffmessung eingesetzt werden.</li> <li>Innovative Messverfahren, wie sie vom Labor für Umweltmesstechnik des FB4 eingesetzt und weiterentwickelt werden.</li> <li>Messung und Bewertung von Geräuschen im Zeit- und Frequenzbereich.</li> <li>Messung meteorologischer Größen in Ergänzung und zur Bewertung von Luftschadstoff-Verteilungen und Geräuschausbreitung.</li> <li>Fortgeschrittene Feinstaubmesstechnik</li> <li>Ausbreitungs- und Simulationsmodelle</li> <li>Gesetzliche Grundlagen, Richtlinien und Normen</li> <li>Neuere Forschungsarbeiten des Labors für Umweltmesstechnik</li> </ul> Teil Lärmschutz <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundprinzipien und Gestaltungsgrundsätze im Lärmschutz</li> <li>Physikalische Grundlagen der Schallentstehungsmechanismen und Schallausbreitung: Luftschall, Körperschall, direkte und indirekte Schallentstehung</li> <li>Normkonforme Messverfahren zur Bestimmung und Klassifizierung der Schalleistung: Hallraumverfahren, Hüllflächenverfahren, Schallintensität, Kanalverfahren</li> </ul>					

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wege und Hemmnisse der Schallausbreitung</li> <li>• Passive und konstruktive Maßnahmen der Schalldämmung und -dämpfung</li> <li>• Grundlagen der Strömungsakustik und Implikationen in Bezug auf den Lärmschutz</li> <li>• Numerische Verfahren sowie aktuelle Forschungsthemen am ISAVE</li> </ul>
3	<p><b>Lehrform</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung, seminaristischer Unterricht, Übungen in Projektgruppen</li> </ul>
4	<p><b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgeschlossenes Bachelor-Studium</li> </ul>
5	<p><b>Prüfungsformen (Types of examination)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilprüfung 1 (Umweltmesstechnik Luft): schriftliche Prüfung (Klausur, 60 min),</li> <li>• Teilprüfung 2 (Lärmschutz): semesterbegleitende Arbeitsbögen, schriftliche Prüfung</li> </ul>
6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulprüfung</li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. K. Weber, Prof. Dr. F. Kameier, Dr.-Ing. T. Biedermann</li> </ul>
8	<p><b>Sprache (Language of instruction)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch/Englisch nach Vereinbarung</li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialien und Veröffentlichungen des Labors für Umweltmesstechnik</li> <li>• Werner, Klein, Weber: Laser in der Umweltmesstechnik, Springer Verlag</li> <li>• Schirmer, Kuttler, Löbel, Weber: Lufthygiene und Klima, VDI-Verlag</li> <li>• Baumbach, Luftreinhaltung, Springer Verlag</li> <li>• Maute, Technische Akustik und Lärmschutz, Carl-Hanser-Verlag</li> <li>• Sinambari, G.R., Sentpali, Ingenieurakustik: Physikalische Grundlagen und Anwendungsbeispiele, Springer Fachmedien Wiesbaden,</li> <li>• Schirmer (Hrsg.): Technischer Lärmschutz, Springer Verlag, 2006</li> <li>• Müller, Möser (Hrsg.): Taschenbuch der Technischen Akustik, Springer Verlag, 2004</li> </ul>

# Schwerpunkt Umwelt- und Prozesstechnik

<b>Rechnergestützte Prozess- und Anlagenplanung</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
21101	180 h	60 h	120 h	1. Semester	SO-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b> a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 2 SWS		<b>Credits</b> 6 CP	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to study programmes)</b> Master SET, IWI			
1	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>  Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>haben grundlegendes Verständnis für die Möglichkeiten und Grenzen von Prozesssimulationsmodellen und –programmen entwickelt,</li> <li>können eine gegebene verfahrenstechnische Aufgabenstellung in Module aufteilen und in ein Fließbild umsetzen,</li> <li>sind in der Lage, anhand eines gegebenen Stoffsystems in geeigneter Weise physikalische Eigenschaften und thermodynamische Stoffdatenmodelle festzulegen,</li> <li>können ausgewählte Grundoperationen (z. B. Rektifikation, chemischer Reaktor) simulieren.</li> <li>haben grundlegendes Verständnis für die Möglichkeiten und Grenzen von integrierten Anlagenplanungstools entwickelt,</li> <li>können ausgewählte Grundoperationen in einem Planungstool in ein „intelligentes“ 3D-Modell überführen.</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in die Simulation verfahrenstechnischer Prozessanlagen</li> <li>Einführung in eine Simulationssoftware</li> <li>Unit Operations</li> <li>Verfahrensfließbild</li> <li>Stoffdatenberechnung mittels thermodynamischer Modelle,</li> <li>Modellbildung anhand ausgewählter Beispiele</li> <li>Zusammenschaltung von Einzelmodellen.</li> <li>Einführung in die Anlagenplanung mit integrierten Planungstools</li> <li>Datenübertragung und Weiterverarbeitung in Toolmodulen</li> <li>Virtual Reality - Anwendung in der Anlagenplanung</li> </ul>					
3	<b>Lehrformen (Forms of teaching)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Seminaristischer Unterricht</li> <li>selbstständiger Aufbau und Durchführung von Simulationen am Rechner</li> <li>selbstständige Bedienung einer Virtual Reality-Anwendung am Rechner</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommendes prerequisites)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bachelor-Studium in Verfahrens-/Prozesstechnik, insbesondere Thermische Verfahrenstechnik, Chemische Verfahrenstechnik, Anlagenplanung</li> </ul>					

5	<p><b>Prüfungsform</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mündliche Prüfung (45 min) oder schriftliche Prüfung (Klausur) (120 min) zu den oben genannten Inhalten. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.</li> </ul>
6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestandene Modulprüfung</li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Walter Müller, Prof. Dr.-Ing. Martin Nachtrodt</li> </ul>
8	<p><b>Sprache (Language of instruction)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deutsch</li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• notwendige Unterlagen zur Aufgabenstellung unter MOODLE</li> </ul> <p>Empfohlene Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SCHULER, H.: Prozesssimulation, VCh Weinheim</li> <li>• SATTLER, K; KASPER, W.: Verfahrenstechnische Anlagen, VCh-Weinheim</li> <li>• DÖRNER, R.: Virtual und Augmented Reality (VR/AR), Springer Verlag</li> </ul>

<b>Energie- und umwelttechnische Prozessoptimierung</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
21111	180 h	60 h	120 h	2. Semester	WI-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b> a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 2 SWS		<b>Credits</b> 6 CP	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to study programmes)</b> Master SET			
1	<b>Lernergebnisse / Kompetenzen (Competences)</b> Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die wärmetechnischen Optimierung von Verdampfungsprozessen durch Thermokompression berechnen</li> <li>• den Wirkungsgrad der Abwärmenutzung durch das ORC-Verfahren berechnen</li> <li>• die minimalen zu- und abzuführenden Wärmemengen verfahrenstechnischer Anlagen mittels der PINCH-Analyse zu berechnen.</li> <li>• verfahrenstechnische Anlagen bzgl. des optimalen Wärmetauschs auslegen</li> <li>• Energiemanagementsysteme (EMAS) auf verfahrenstechnische Prozesse anwenden</li> <li>• Durchführung von CO<sub>2</sub>-Bilanzen</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellen von Massen- und Energiebilanzen industrieller Prozesse</li> <li>• Durchführung von PINCH-Analysen einfacher Prozesse</li> <li>• Anwendung von Energiemanagementsystemen</li> <li>• Bewertung von Dampfsystemen</li> <li>• Wärmerückgewinnungssysteme</li> <li>• ORC-Systeme</li> <li>• Wärmespeichersysteme</li> <li>• Emissionen von chemischen Grundoperationen</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Bilanzierung</li> </ul>					
3	<b>Lehrformen (Forms of teaching)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentalvorlesung (a)</li> <li>• Seminaristischer Unterricht und Übungen (b)</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik</li> </ul>					
5	<b>Prüfungsformen (Types of examination)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (Klausur) (120 min), Umfang wird zu Semesterbeginn festgelegt</li> </ul>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beständige Modulprüfung</li> </ul>					
7	<b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Karl-Erich Köppke (V, Ü)</li> </ul>					

8	<b>Sprache (Language of instruction)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Deutsch</li></ul>
9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungspräsentationen</li><li>• BREF Energy Efficiency, Europäische Kommission</li></ul>





<b>Umwelt - Lärmschutz, Messtechnik Luft</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
21021 21022	180 h	60 h	120 h	1./2. Semester	WS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b> a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 2 SWS		<b>Credits</b> 6 CP	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to curricula)</b> Masterstudiengänge: SET, IWI			
<b>1</b>	<b>Lernergebnisse / Kompetenzen (Competences)</b>  Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>haben eingehende Kenntnisse über die Messung von Luftschadstoffen und Geräuschen durch Behörden.</li> <li>haben eingehende Kenntnisse über Messsysteme von Luftschadstoffen, und Geräuschen wie sie in der Forschung angewandt werden.</li> <li>haben gelernt, sich in einzelne Messverfahren für Luftschadstoffe selbständig einzuarbeiten und Messaufgaben zu lösen.</li> <li>haben gelernt, wie Forschungsaufgaben der Umweltmesstechnik analysiert und mit moderner Messtechnik gelöst werden können.</li> <li>kennen die physikalischen Grundlagen und Anwendungsgrenzen für Ausbreitungs- und Simulationsmodelle von Luftschadstoffen und Geräuschen.</li> <li>können Lärminderungsmaßnahmen bewerten.</li> <li>sind in der Lage, gelernte Konzepte und Methoden im Lärmschutz zu generalisieren und auf spezifische Problemfälle zu übertragen.</li> </ul>					
<b>2</b>	<b>Inhalte (Contents)</b>  Teil Umweltmesstechnik <ul style="list-style-type: none"> <li>Messverfahren, wie sie in der Praxis und nach gesetzlichen Vorgaben der Luftschadstoffmessung eingesetzt werden.</li> <li>Innovative Messverfahren, wie sie vom Labor für Umweltmesstechnik des FB4 eingesetzt und weiterentwickelt werden.</li> <li>Messung und Bewertung von Geräuschen im Zeit- und Frequenzbereich.</li> <li>Messung meteorologischer Größen in Ergänzung und zur Bewertung von Luftschadstoff-Verteilungen und Geräuschausbreitung.</li> <li>Fortgeschrittene Feinstaubmesstechnik</li> <li>Ausbreitungs- und Simulationsmodelle</li> <li>Gesetzliche Grundlagen, Richtlinien und Normen</li> <li>Neuere Forschungsarbeiten des Labors für Umweltmesstechnik</li> </ul> Teil Lärmschutz <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundprinzipien und Gestaltungsgrundsätze im Lärmschutz</li> <li>Physikalische Grundlagen der Schallentstehungsmechanismen und Schallausbreitung: Luftschall, Körperschall, direkte und indirekte Schallentstehung</li> <li>Normkonforme Messverfahren zur Bestimmung und Klassifizierung der Schalleistung: Hallraumverfahren, Hüllflächenverfahren, Schallintensität, Kanalverfahren</li> </ul>					

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wege und Hemmnisse der Schallausbreitung</li> <li>• Passive und konstruktive Maßnahmen der Schalldämmung und -dämpfung</li> <li>• Grundlagen der Strömungsakustik und Implikationen in Bezug auf den Lärmschutz</li> <li>• Numerische Verfahren sowie aktuelle Forschungsthemen am ISAVE</li> </ul>
3	<p><b>Lehrform</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung, seminaristischer Unterricht, Übungen in Projektgruppen</li> </ul>
4	<p><b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgeschlossenes Bachelor-Studium</li> </ul>
5	<p><b>Prüfungsformen (Types of examination)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilprüfung 1 (Umweltmesstechnik Luft): schriftliche Prüfung (Klausur, 60 min),</li> <li>• Teilprüfung 2 (Lärmschutz): semesterbegleitende Arbeitsbögen, schriftliche Prüfung</li> </ul>
6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulprüfung</li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. K. Weber, Prof. Dr. F. Kameier, Dr.-Ing. T. Biedermann</li> </ul>
8	<p><b>Sprache (Language of instruction)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch/Englisch nach Vereinbarung</li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialien und Veröffentlichungen des Labors für Umweltmesstechnik</li> <li>• Werner, Klein, Weber: Laser in der Umweltmesstechnik, Springer Verlag</li> <li>• Schirmer, Kuttler, Löbel, Weber: Lufthygiene und Klima, VDI-Verlag</li> <li>• Baumbach, Luftreinhaltung, Springer Verlag</li> <li>• Maute, Technische Akustik und Lärmschutz, Carl-Hanser-Verlag</li> <li>• Sinambari, G.R., Sentpali, Ingenieurakustik: Physikalische Grundlagen und Anwendungsbeispiele, Springer Fachmedien Wiesbaden,</li> <li>• Schirmer (Hrsg.): Technischer Lärmschutz, Springer Verlag, 2006</li> <li>• Müller, Möser (Hrsg.): Taschenbuch der Technischen Akustik, Springer Verlag, 2004</li> </ul>

## Projekte F&E

Kurs
Studienprojekt I inkl. Seminar (Forschung & Entwicklung)
Engineering Conferences
Masterarbeit incl. Kolloquium

<b>Studienprojekt inkl. Seminar (Forschung &amp; Entwicklung)</b> <b>Project incl. Project seminar (Research &amp; Development)</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
MV_MASTV_ Projekt.16	180 h	30 h	150 h	2. Semester	SS / WS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to study programmes)</b>			
Seminar 2 SWS		6 CP	Masterstudiengänge: SET, IWI, ME Master ME, SET, IWI			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>					
	<p>Die Studierenden können das im Studium erlernte fachliche und methodische Wissen anwenden und erweitern. Sie wurden mit fachübergreifenden Fragestellungen, Erfahrung ziel- und terminorientierten Arbeitens im Team und damit Stärkung der sozialen Kompetenzen, Förderung des strukturierten und vernetzten Denkens, Außendarstellung und Präsentation konfrontiert.</p> <p><i>(The students can apply and extend the methodical and specialised technical knowledge acquired during their studies. They have faced interdisciplinary questions, goal and deadline-oriented work in teams and, thus, strengthening of their social competences, promotion of structured, cross-disciplinary thinking, rhetoric and presentation.)</i></p>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b>					
	<p>Selbstständige Bearbeitung einer konkreten, praxisnahen und motivierenden Aufgabenstellung aus den Gebieten Prozesstechnik, Energietechnik, Umwelttechnik, Produktion oder eines gebietsübergreifenden Themas im Rahmen von Arbeitsgruppen. Besondere Betonung liegt auf Teamarbeit, auf der Notwendigkeit, sich viele Daten und Unterlagen selbst beschaffen zu müssen und auf der Verpflichtung, die Ergebnisse schriftlich und mündlich zu präsentieren.</p> <p><i>(Either independent work on a specific, motivating task with a practical orientation from the fields of production, process, energy or environmental technology; or an interdisciplinary task in groups.</i></p> <p><i>Special emphasis is on</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>teamwork,</i></li> <li>• <i>the necessity of obtaining data and documents by themselves and</i></li> <li>• <i>the obligation of presenting the results in written and oral form.)</i></li> </ul>					
3	<b>Lehrformen (Forms of teaching)</b>					
	<p>Einführende Vorstellung und Erläuterungen, Selbststudium, Teamarbeit, regelmäßige Betreuung und Diskussion mit den Dozenten.</p> <p><i>(Introductory presentation and explanations, self-study, teamwork, regular supervision and discussion with the lecturer)</i></p>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b>					
	<p>Fachbezogener Bachelor sowie die für das konkrete Projekt relevanten Teilmodule aus den Gebieten Prozess-Energie- und/oder Umwelttechnik, Managementtechniken, Produktion.</p> <p><i>(Subject-related bachelor's degree as well as courses relevant to the specific project from the fields of process, energy and/or environmental technology, management techniques, production)</i></p>					
5	<b>Prüfungsformen (Types of examination)</b>					
	Schriftliche Dokumentation der Projektarbeit, Präsentation, mündliche Prüfung					

	<i>(Written documentation, project work, presentation, oral examination)</i>
6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b></p> <p>Teilnahme am Projekt sowie bestandene Präsentation der Ergebnisse</p> <p><i>(Participation in the project as well as the passed presentation of the results)</i></p>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b></p> <p>Verschiedene</p> <p><i>(Various)</i></p>
8	<p><b>Sprache (Language of Instruction)</b></p> <p>Deutsch und Englisch</p> <p><i>(German and English)</i></p>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <p>Spezielle Literatur wird je nach Aufgabenstellung empfohlen.</p> <p><i>(Special literature will be recommended depending on the task)</i></p>

<b>Engineering Conferences</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
30031	180 h	60 h	120 h	3. Semester	WS/SS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula (Allocation to study programme)</b>			
Seminar 4 SWS		6 CP	Masterstudiengänge: SET, IWI, ME			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (competences)</b>					
	<p>The students ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand how scientific/engineering conferences work</li> <li>• know what to do for the submission of one's own work to an international conference</li> <li>• can employ common techniques of producing a scientific paper</li> <li>• can identify relevant work of other researchers in relation to their own work and extract similarities and distinctions</li> <li>• can digest, condense, select and express information relevant to produce a thread of their own research work</li> <li>• can assess a scientific paper in oral form or as a poster</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Group work on selected conference papers, to train the technical understanding, recognition of structure, distillation of core content and critical review</li> <li>• Exercises in writing up scientific or technical work</li> <li>• Exercises in scientific (poster and oral) presentation, using modern technical means</li> <li>• Discussion and assessment of scientific presentations</li> <li>• Tutorials and exercises in online search for relevant information in connection with publishing research at an international conference</li> <li>• Mock conference with poster session and short oral presentations</li> </ul>					
3	<b>Lehrformen (Forms of teaching)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• None</li> </ul>					
5	<b>Prüfungsformen (Types of examination)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Submission of scientific paper, participation in review process, poster preparation and presentation</li> </ul>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Completed paper, reviews and poster, successful short oral presentation of the poster</li> <li>• Attendance at the following mandatory sessions: Introduction &amp; Registration, Conference Session Day, Poster Presentation Day</li> </ul>					
7	<b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Summer term: Prof. Dr.-Ing. Thomas Zielke, Prof. Dr.-Ing. Matthias Neef</li> <li>• Winter term: Prof. Dr.-Ing. Ali Cemal Benim, Prof. Dr. Carsten Deckert</li> </ul>					

8	<p><b>Sprache (Language of instruction)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• English</li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <p>List of recommended literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alley, Michael (2013): The craft of scientific presentations. Critical steps to succeed and critical errors to avoid. Second edition. New York: Springer.</li> <li>• Alley, Michael (2014): The craft of scientific writing. 4. ed. New York, NY: Springer.</li> <li>• Cargill, Margaret; O'Connor, Patrick (2013): Writing scientific research articles. Strategy and steps. 2. ed. Chichester: Wiley-Blackwell.</li> <li>• Hofmann, Angelika H. (2014): Scientific writing and communication. Papers, proposals, and presentations. 2. ed. New York, NY: Oxford Univ. Press.</li> <li>• Holst, Bodil: (2015): Scientific Paper Writing - A Survival Guide, CreateSpace Independent Publishing Platform, Bergen</li> </ul> <p>List of important/popular conferences within the scope of our master courses:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://icpr-eame.com">http://icpr-eame.com</a></li> <li>• CIRP Conference on Industrial Product Service Systems</li> <li>• ISES Solar World Congress</li> <li>• Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry conference (SHC)</li> <li>• ASME Turbo Expo ( <a href="https://www.asme.org">https://www.asme.org</a> )</li> </ul> <p>IEEE engineering publications: <a href="http://ieeexplore.ieee.org">http://ieeexplore.ieee.org</a></p>

<b>Masterarbeit (Master's Thesis)</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in) WS/SS</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
MV_MASTV_ Master.16	630 h	0 h	630 h	3. Semester	WS/SS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zum Curriculum (Allocation to study programmes)</b>			
n/a		21 CP	Master ME, IWI, SET			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>					
	<p>Die Kandidatin/der Kandidat ist in der Lage, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein anspruchsvolles Problem aus ihrem/seinem Fach selbständig nach wissenschaftlichen Methoden auf hohem Niveau zu bearbeiten.</p> <p><i>(The students are able to work on a complex problem from their field – independently and in a professional manner, in accordance with scientific methods, within a prescribed period of time.)</i></p>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b>					
	<p>Die Abschlussarbeit dient zur Bearbeitung einer wissenschaftlichen Aufgabenstellung mit einem festgelegten Umfang und in einem vorgegebenen Zeitraum (16 Wochen). Das Thema der Abschlussarbeit kann theoretischer oder experimenteller Natur sein und kann aus allen Lehr- und Forschungsgebieten des Fachbereichs stammen.</p> <p><i>(The thesis serves to work on a scientific assignment, within a prescribed extent and period of time:16 weeks. The subject of the thesis can be of theoretical or experimental nature and can originate from any teaching or research field of the faculty.)</i></p>					
3	<b>Lehrformen (Forms of teaching)</b>					
	Keine <i>(None)</i>					
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen (Recommended prerequisites)</b>					
	<p>Es müssen alle Module mit Ausnahme der Module, die nach dem jeweiligen Studienverlaufs- und Prüfungsplan für das letzte Fachsemester vorgesehen sind, erfolgreich bestanden sein.</p> <p><i>(The students must have successfully passed all modules, except the ones scheduled for the last semester.)</i></p>					
5	<b>Prüfungsformen (Types of examination)</b>					
	<p>Die Abschlussarbeit ist eine schriftliche Prüfungsarbeit.</p> <p><i>(The thesis is a piece of written examination work.)</i></p>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b>					
	Keine <i>(None)</i>					



7	<p><b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b></p> <p>Dekan</p> <p><i>(Dean)</i></p>
8	<p><b>Dozent(in) (Lecturer)</b></p> <p>Verschiedene Betreuer</p> <p><i>(Various supervisors)</i></p>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b></p> <p>Die Abschlussarbeit kann auch in der Forschungsabteilung eines Industrieunternehmens oder einer anderen wissenschaftlichen Einrichtung des Berufsfeldes durchgeführt werden, wenn sie dort ausreichend betreut werden kann.</p> <p><i>(Alternatively, the students can write their theses in the research department of an industrial enterprise or in another scientific organisation of the professional field, if the thesis can be sufficiently supervised.)</i></p>

<b>Kolloquium / Colloquium</b>						
<b>Modulnummer (Module number)</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit (Attendance)</b>	<b>Selbststudium (Self-study)</b>	<b>Studiensemester (Semester)</b>	<b>Angebot im (Offered in)</b>	<b>Dauer (Duration)</b>
MV_MASTV_ MKolloq.16				3. Semester	SOWI-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen (Courses)</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zum Curriculum (Allocation to study programmes)</b>			
n/a		3 CP	Master ME, IWI, SET			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>					
	<p>Die Kandidatin/der Kandidat ist befähigt, die Ergebnisse der Abschlussarbeit, ihre fachlichen Grundlagen, ihre fächerübergreifenden Zusammenhänge und ihre außerfachlichen Bezüge mündlich darzustellen, selbständig zu begründen, gegen Einwände zu verteidigen und ihre Bedeutung für die Praxis einzuschätzen.</p> <p><i>(The candidates are able to</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>present the results of their thesis its technical principles, its interdisciplinary correlations and its non-technical references orally,</i></li> <li>• <i>justify the thesis independently,</i></li> <li>• <i>defend it against objections and</i></li> <li>• <i>assess its importance for the practical application.)</i></li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b>					
	<p>Das Kolloquium ergänzt die Abschlussarbeit, wird als mündliche Prüfung durchgeführt und von den Prüferinnen und Prüfern der Abschlussarbeit gemeinsam abgenommen und bewertet. Das Kolloquium kann ein Kurzreferat des Studierenden zu den Inhalten und Ergebnissen der Abschlussarbeit beinhalten.</p> <p><i>(The colloquium is an oral examination complementing the thesis. It can include a short presentation by the student on the thesis contents and results. The examiners of the thesis jointly conduct and evaluate the colloquium.)</i></p>					
3	<b>Lehrformen (Forms of teaching)</b>					
	Keine <i>(None)</i>					
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen (Recommended prerequisites)</b>					
	Bestätigung einer mindestens ausreichenden Leistung in der Thesis durch die Prüfer. <i>(Examiners' confirmation that they graded the thesis with the minimum passing grade or better.)</i>					
5	<b>Prüfungsformen (Types of examination)</b>					
	Das Kolloquium ist eine mündliche Prüfung und dauert 45 Minuten. <i>(The colloquium is an oral examination; duration: 45 min.)</i>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for award of credits)</b>					
	Keine <i>(None)</i>					

7	<b>Modulverantwortliche(r) (Person responsible for the module)</b>  Dekan  <i>(Dean)</i>
8	<b>Dozent(in) (Lecturer)</b>  Verschiedene Betreuerinnen und Betreuer  <i>(Various supervisors)</i>
9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Further information / references)</b>  Keine  <i>(None)</i>

**Wahlbereich**

<b>Kurs</b>
Wahlpflichtfach I (Katalog)
Wahlpflichtfach II oder Studienprojekt II (Katalog)