

# Modulhandbuch Master „Simulations- und Experimentaltechnik“

**Methoden (4 aus 5 sind zu wählen)**

<b>Kurs</b>
Optimierung und Simulation
Versuchsplanung und –auswertung
Computerbased measurement technology
Computational Fluid Dynamics
Engineering Mathematics

<b>Optimierung und Simulation</b>						
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ OptSim.16	180 h	75 h	105 h	2. Semester	WI-SE	1. Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula</b>			
a) Vorlesung 3 SWS b) Praktikum 1 SWS c) Übung 1 SWS		6 ECTS	Master SET			
1	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Optimierungsaufgaben im ingenieurwissenschaftlichen Kontext charakterisieren, typisieren und formulieren.</li> <li>• sind in der Lage Optimierungsalgorithmen der unrestringierten und restringierten Optimierung entsprechend der Problemstellung zur Lösung auszuwählen und hinsichtlich globaler und lokaler Konvergenz einzuschätzen.</li> <li>• können grundlegende Optimierungsverfahren algorithmisch in MATLAB®, Scilab oder Octave umsetzen und deren numerischen Ergebnisse kritisch beurteilen.</li> </ul>					
2	<p><b>Inhalte</b></p> <p>Optimierungsaufgaben entspringen verschiedenster ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen. 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innerhalb dieses theoretischen Rahmens werden, losgelöst von konkreten Anwendungen, numerische Optimierungsverfahren zur praktischen Lösung von Optimierungsaufgaben hergeleitet und analysiert. Die Vorlesung vermittelt die wesentlichen Resultate der Optimierungstheorie und gibt einen Überblick über die wichtigsten Optimierungsalgorithmen.</li> <li>• Der Schwerpunkt liegt dabei auf Gradienten- und Newton-basierte Verfahren zur Lösung konvexer Minimierungsaufgaben, ferner auf nicht-linearen Probleme und stochastischer Optimierung.</li> <li>• Die sachgerechte Formulierung von Optimierungsaufgaben wird behandelt, ebenso die Problematik der Anwendung von Optimierungswerkzeugen und Analyse der Ergebnisse.</li> <li>• Die vorgestellten Verfahren werden im Rechnerlabor unter MATLAB®, Scilab oder Octave umgesetzt und anhand von praktischen Beispielen getestet.</li> </ul>					
3	<p><b>Lehrformen</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®, Scilab- oder Octave und Experimente mit Beispielaufgaben (b).</li> <li>• Praktische Übungen mit Erläuterungen zur Theorie und Simulationsexperimente am PC (c).</li> </ul>					
4	<p><b>Empfohlene Voraussetzungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Ingenieurmathematik</li> <li>• Programmierkenntnisse in MATLAB®, Scilab oder Octave sind wünschenswert</li> </ul>					

5	<p><b>Prüfungsformen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Prüfung (Klausur) mit 120 Minuten Dauer, Anteil an der Gesamtbewertung: 80%</li> <li>• Bearbeitung von Aufgaben im Rahmen des Praktikums, Anteil an der Gesamtbewertung: 20%</li> </ul>
6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beständige Modulprüfung</li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dr. Frank Eckgold</li> </ul>
8	<p><b>Sprache</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch oder Englisch</li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen</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, <a href="https://web.stanford.edu/~boyd/cvxbook/bv_cvxbook.pdf">https://web.stanford.edu/~boyd/cvxbook/bv_cvxbook.pdf</a></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>• Johannes J. Schneider, Scott Kirkpatrick, „StochasticOptimization“, 2006, 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</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ VeruAus.16	180 h	75 h	105 h	2. Semester	WI-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula</b>			
a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 1 SWS c) Praktikum 2 SWS		6 LP	Masterstudiengänge: SET			
1	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>					
	<p>Die Studierenden können</p> <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</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> <li>○ Handhabung und Nutzung eines einschlägigen Softwaretools wie STATISTICA zur Unterstützung der Methodik</li> </ul> </li> </ul>					

3	<p><b>Lehrformen</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</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entsprechend dem Studienverlaufsplan</li> </ul>
5	<p><b>Prüfungsformen</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>• selbständige 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</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme am Praktikum</li> <li>• Bestandene Modulprüfung</li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Mario Adam</li> </ul>
8	<p><b>Sprache</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch</li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen</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>Computerbased measurement technology</b>						
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ CMT.16	180 h	75 h	105 h	1. Semester	SO-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Lecture 2 SWS b) Laboratory 3 SWS		<b>Credits</b> 6 LP	<b>Zuordnung zu den Curricula</b> Master: SET, ME			
1	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b> Students are able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• handle with hard and software (i.e. calibration of accelerometers and microphones or oscilloscopes),</li> <li>• differ between steady-state, transient and dynamic data,</li> <li>• analyse signals in time and frequency domain,</li> <li>• verify overall levels in time and frequency domains (Parseval theorem),</li> <li>• use correlation measurement technique and know the concept of coherence, phase spectrum and time delay.</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• overview of the typical measure principles for measurement of position, flow and current, pressure, sound pressure and vibration,</li> <li>• data acquisition, sampling-rate,</li> <li>• analogue-to-digital converters</li> <li>• windowing, frequency analysis, averaging</li> <li>• sound and vibration analysis</li> <li>• rotating machinery, Campbell diagram</li> <li>• discrete frequency analysis and fast Fourier analysis</li> </ul>					
3	<b>Lehrformen (Teaching Forms)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a) lecture (PC with Beamer, overhead/blackboard),</li> <li>• b) practical computer training (Dasylab/Matlab/Scilab/PAK), discussion about the experiments practical training with digital oscilloscopes</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• basics of data acquisition and numerical mathematics</li> </ul>					
5	<b>Prüfungsformen (Examination forms)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• term paper</li> <li>• feedback talk with PC demonstrations (30 min duration)</li> </ul>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for awarding credits)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• passed exam (feedback talk)</li> </ul>					
7	<b>Modulverantwortliche(r) (Responsible person for the module)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kiel / Prof. Dr.-Ing. Frank Kameier</li> </ul>					
8	<b>Sprache (Language)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• english</li> </ul>					

9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• lecture notes in progress (has to be translated ...), software applications at <a href="http://ifs.mv.hs-duesseldorf.de/Vorlesung/master/">http://ifs.mv.hs-duesseldorf.de/Vorlesung/master/</a></li></ul> Empfohlene Literatur: <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></ul>
---	---

<b>Computational Fluid Dynamics (CFD)</b>						
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ CFD.16	180 h	75 h	105 h	1. Semester	SO-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula</b>			
a) Lecture 3 SWS b) Exercise 1 SWS c) Practical Training 1 SWS		6 LP	Courses: SET, ME			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>					
	<p>The attendees have acquired a basic understanding and ability on the application of CFD in solving engineering problems, on its possibilities, limitations and challenges. They are familiar with and have a deep understanding of the differential equations that describe the transport of momentum, heat and mass in Newtonian fluids, and with their boundary conditions for a single-phase, steady or unsteady, as well as compressible or incompressible flow. They have an overview of different physical flow states with corresponding mathematical and numerical implications. They have a basic knowledge on flow turbulence and turbulence modelling. They have a fundamental knowledge on discretization principles, gridding techniques and numerical solution procedures including the intricacies involved in modelling highly connective flows and Navier-Stokes solution techniques. At the end of the course, the attendees are able to apply a general-purpose CFD software to solve technical problems involving a laminar or turbulent single-phase flow, with or without heat transfer and analyse the results competently. Furthermore, the attendees are able to follow the course and communicate in English.</p>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b>					
	<p>Overview of fluid mechanics applications in engineering. Basic ideas of Computational Fluid Dynamics (CFD). The role of CFD in solving engineering problems. Review of the relevant basic knowledge. Derivation of the unsteady, three-dimensional differential balance equations for a fluid. Discussion of the physical and mathematical meanings of the terms and their interrelationship. Boundary conditions. Assumptions and simplifications. The general convective-diffusive transport equation. Main ingredients of a numerical solution method. An overview of grid generation. An overview of discretization methods including Finite Difference, Finite Volume and Finite Element methods. Discretization of the general transport equation by the Method of Finite Volumes. Accuracy estimation. Direct and iterative methods for the solution of the discretization equations. Convergence control. Unstructured meshes. Discretization in time. Stability conditions. Treatment of flows with strong convection. Pressure correction and other methods for treating Velocity Pressure-Coupling in solving the Navier-Stokes equations for incompressible and compressible flows. Turbulent flows with and without heat transfer. Turbulence Modelling.</p>					
3	<b>Lehrformen (Teaching forms)</b>					
	Lecture. Seminar. Discussion. Independent elaboration.					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b>					
	Bachelor Degree in Mechanical Engineering (or in a related discipline). Fluid Mechanics. Heat Transfer, Mathematics. Differential Equations, English.					
5	<b>Prüfungsformen (Examination form)</b>					
	Written Multiple-Choice Exam. (90 min duration)					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for awarding credits)</b>					
	Passed examination					
7	<b>Modulverantwortliche(r) (Responsible person for the module)</b>					
	Prof. Dr.-Ing. Ali Cemal Benim					

8	<b>Sprache (Language)</b> English
9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (Miscellaneous Information / Recommended literature)</b> C. Hirsch, „Numerical Computation of Internal and External Flows, Volume I: Fundamentals of Discretization“, Wiley, 1994, C. Hirsch, “Numerical Computation of Internal and External Flows, Volume II: Computational Methods for Inviscid and Viscous Flows”, Wiley, 1995.

<b>Engineering Mathematics</b>						
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im SO-SE</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_EngMath.16	180 h	75 h	105 h	1. Semester		1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula</b>			
a) Lecture 3 SWS b) Exercise 1 SWS c) Practical Training 1 SWS		6 LP	Courses: SET, ME			
1	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen (Competences)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>The attendees have acquired basic understanding and ability on the application of mathematic methods in solving engineering problems.</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (Contents)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Multivariable Taylor expansion</li> <li>Systems of nonlinear equations</li> <li>Ordinary differential equations <ul style="list-style-type: none"> <li>Linear first order</li> <li>Separable</li> <li>Inexact</li> <li>Second-order, linear, inhomogeneous, constant coefficients</li> </ul> </li> <li>Eigenvalues and Eigenvectors</li> <li>Multiple integrals, Surface integrals</li> <li>Fourier analysis</li> <li>Partial differential equations (heat conduction equation, wave equation)</li> <li>Transformations into arbitrary curvilinear coordinates</li> <li>Numerical integration (interpolation functions, Gaussian quadrature formulas)</li> <li>Numerical methods for ordinary differential equations</li> <li>Discrete Fourier transformation</li> <li>Linear optimization</li> </ul>					
3	<b>Lehrformen (Teaching Forms)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture (Power Point, overhead)</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen (Recommended prerequisites)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bachelor Degree in Mechanical Engineering (or in a related discipline).</li> </ul>					
5	<b>Prüfungsformen (Examination forms)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Written examination, 90 min duration (70% of total)</li> <li>Oral presentation (30 % of total)</li> </ul>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (Requirements for awarding credits)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Passed examination</li> </ul>					
7	<b>Modulverantwortliche(r) (Responsible person for the module)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prof. Dr. Martin Ruess</li> </ul>					
8	<b>Sprache (Language)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>English</li> </ul>					
9	<b>Literaturempfehlung</b>					

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• none</li> </ul>
--	--

**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</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ WKEEVS.16	180 h	60 h	120 h	1. Semester	SS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula</b>			
a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 2 SWS		6 LP	Master SET, IWI			
1	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden können für technische Anlagen zur Bereitstellung von Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien energieeffiziente Geräte- und Systemlösungen beschreiben und deren Eigenschaften bewerten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>den Aufbau und die Hydraulik von Anlagen bewerten, insbesondere in der Praxis häufig auftretende Planungs- und Ausführungsfehler identifizieren und energieeffiziente Alternativlösungen vorschlagen.</li> <li>das praktische Betriebsverhalten anhand von Messdaten analysieren und bewerten und praxisrelevante Eigenschaften gegenüber Ergebnissen aus Labormessungen abgrenzen</li> <li>ihr Wissen auf spezifische Anwendungen in anderen Ländern der Welt, insbesondere in Schwellen- und Entwicklungsländern anwenden</li> </ul> <p>Furthermore the attendees can analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>engineering heat and mass transfer problems involving two-phase flows with phase change.</li> <li>and they are able to analyse the combustion of liquid and solid fuels and have knowledge on the firing systems on such fuels.</li> </ul>					
2	<p><b>Inhalte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärme- und Kältebereitstellung mit Erneuerbaren Energien und Effizienztechnologien <ul style="list-style-type: none"> <li>Solartechnik: größere Anlagen für Mehrfamilienhäuser, Nahwärme und Prozesswärme, solare Kühlung (thermisch und elektrisch)</li> <li>(reversible) Wärmepumpen und Kältemaschinen: Kreisprozesse, Erdwärme/-kälte, passive Kühltechniken</li> <li>Biomasse: Heizkessel, Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>Wärme- und Kälte-Speicher: Technologien, hydraulische Einbindung</li> <li>Wärme- und Kälte-Verteilung/Übergabe</li> <li>energieeffiziente Gesamtkonzepte für unterschiedliche Anwendungsgebiete (Best Practice-Beispiele)</li> </ul> </li> <li>Engineering relevance of two-phase flows. Classification of two-phase flows. Phase Change. Condensation and Evaporation.</li> <li>Heat and mass transfer in two-phase/multi-component flows.</li> <li>Combustion of liquid fuels. Combustion of solid fuels.</li> </ul>					
3	<p><b>Lehrformen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung / Lecture (a)</li> <li>Diskussionen und Rechenübungen / Discussion and independent elaboration (b)</li> <li>Seminaristischer Unterricht, Referate (c)</li> </ul>					
4	<p><b>Empfohlene Voraussetzungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>gemäß Prüfungsordnung / Bachelor Degree in Mechanical Engineering (or in a relevant discipline)</li> <li>einschlägige Kenntnisse aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien und der Effizienztechnologien auf dem Niveau eines Bachelor-Ingenieurstudiums</li> <li>Thermodynamics. Heat Transfer. Technical Combustion. Fluid Dynamics.</li> </ul>					

5	<p><b>Prüfungsformen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>schriftliche Prüfung von 90 min Dauer (Multiple Choice) oder mündliche Prüfung von 30 min Dauer; Art wird zu Semesterbeginn festgelegt/ This information will be provided at the beginning of the course.</li> </ul>
6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bestandene Modulprüfung / Passed examination</li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r)</b></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Mario Adam, Prof. Dr.-Ing. Ali Cemal Benim</p>
8	<p><b>Sprache</b></p> <p>Deutsch und English</p>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>pdf-Dateien der Vorlesungsunterlagen für das Fach unter MOODLE</li> </ul> <p>Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>QUASCHNING, V.: Regenerative Energiesysteme, Hanser Verlag</li> <li>WESSELAK, V., SCHABBACH, T.: Regenerative Energietechnik, Springer Verlag</li> <li>PEUSER et al.: Solare Trinkwassererwärmung mit Großanlagen – praktische Erfahrungen, BINE</li> <li>FISCH, N. et al.: Solarstadt – Konzepte, Technologien, Projekte, Kohlhammer</li> <li>BOLLIN, E. et al.: Solare Wärme für große Gebäude und Wohnsiedlungen, Fraunhofer IRB Verlag</li> <li>OCHSNER, K.: Wärmepumpen in der Heizungstechnik: Praxishandbuch für Installateure und Planer, C.F. Müller Verlag</li> <li>REICHELT, J. (Hrsg.): Wärmepumpen - Stand der Technik, C.F. Müller Verlag</li> <li>BOCKELMANN, F. et al.: Erdwärme für Bürogebäude nutzen, Fraunhofer IRB Verlag</li> <li>URBANECK, T.: Kältespeicher, Oldenbourg Verlag</li> <li>SCHRAMMEK, E.R. (Hrsg.): Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik, Oldenbourg Verlag</li> <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> </ul>

<b>Elektrische Energie - Umwandlung, Speicherung, Verteilung</b>						
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ ElekEn.16	180 h	60 h	120 h	2. Semester	WS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 2 SWS		<b>Credits</b> 6 LP	<b>Zuordnung zu den Curricula</b> Masterstudiengänge: SET, IWI			
1	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• technische und ökonomische Zusammenhänge zwischen Energieträgern, -umwandlungs- – speicherungs- und –verteilsystemen erarbeiten und bewerten</li> <li>• komplexe Aufgaben zur Ermittlung von Bilanzen, Leistungs- und wirkungsgradsteigernden Einflüssen lösen sowie auf Plausibilität prüfen</li> <li>• Prozesse für thermische Kraftanlagen und deren Komponenten dimensionieren und Abweichungen von üblichen Ergebnissen diskutieren</li> </ul>					
2	<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentrale und dezentrale Energieversorgung</li> <li>• Nationale Versorgungsstrukturen</li> <li>• Verteilsysteme / Netze</li> <li>• Speichertechnologien, Netzanbindung und Entwicklungspotential</li> <li>• Aufbau von Kraftwerken</li> <li>• Auslegung von Kraftwerkskomponenten (Dampferzeuger, Turbinen, ...)</li> <li>• bedarfsgerechte Dimensionierung von energietechnischen Anlagen</li> <li>• Netzstabilität</li> </ul>					
3	<b>Lehrformen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung (a)</li> <li>• Seminaristischer Unterricht und Übungen (b)</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Grundlagen Thermodynamik, elektrische Energietechnik und Kraftwerkstechnik</li> </ul>					
5	<b>Prüfungsformen</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</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beständige Modulprüfung</li> </ul>					
7	<b>Modulverantwortliche(r)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kiel, Prof. Dr.-Ing. Matthias Neef</li> </ul>					
8	<b>Sprache</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch / Englisch</li> </ul>					

9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Alle Veranstaltungsunterlagen (Vorlesungsfolien, Übungen, Probeklausuren etc.) für das Fach verfügbar unter MOODLE</li></ul> Empfohlene Literatur (jeweils neueste Auflage): <ul style="list-style-type: none"><li>• KUGELER, PHLIPPEN: Energietechnik, Springer Vieweg Verlag (Standardwerk)</li></ul>
---	---

<b>Umwelt - Lärmschutz, Messtechnik Luft</b>						
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ UmLärMe.16	180 h	60 h	120 h	1./2. Semester	WS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula</b>			
a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 2 SWS		6 LP	Masterstudiengänge: SET, IWI			
1	<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</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> </ul>					
2	<b>Inhalte</b> <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>					
3	<b>Lehrform</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung, Seminaristischer Unterricht, Übungen in Projektgruppen</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abgeschlossenes Bachelor-Studium</li> </ul>					
5	<b>Prüfungsformen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilprüfung 1: schriftliche Prüfung (Klausur) (60 min),</li> <li>Teilprüfung 2: mündliche Prüfung 30 min</li> </ul>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bestandende Modulprüfung</li> </ul>					

7	<b>Modulverantwortliche(r)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prof. Dr. K. Weber, Prof. Dr. F. Kameier</li></ul>
8	<b>Sprache</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Deutsch/Englisch nach Vereinbarung</li></ul>
9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen</b> <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>• Schrimmer, Kuttler, Löbel, Weber: Lufthgiene 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></ul>

# Schwerpunkt Umwelt- und Prozesstechnik

<b>Rechnergestützte Prozess- und Anlagenplanung</b>						
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ ReProAn.16	180 h	60 h	120 h	1. Semester	SO-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 2 SWS		<b>Credits</b> 6 LP	<b>Zuordnung zu den Curricula</b> Master SET, IWI			
1	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</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</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</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Seminaristischer Unterricht</li> <li>selbständiger Aufbau und Durchführung von Simulationen am Rechner</li> <li>selbständige Bedienung einer Virtual Reality-Anwendung am Rechner</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bachelor-Studium in Verfahrens-/Prozesstechnik, insbesondere Thermische Verfahrenstechnik, Chemische Verfahrenstechnik, Anlagenplanung</li> </ul>					
5	<b>Prüfungsform</b> <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	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• bestandene Modulprüfung</li></ul>
7	<b>Modulverantwortliche</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prof. Dr.-Ing. Walter Müller, Prof. Dr.-Ing. Martin Nachtrodt</li></ul>
8	<b>Sprache</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• deutsch</li></ul>
9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• notwendige Unterlagen zur Aufgabenstellung unter MOODLE</li></ul> Empfohlene Literatur: <ul style="list-style-type: none"><li>• SCHULER, H.: Prozesssimulation, VCh Weinheim</li><li>• SATTLER, K; KASPER, W...: Verfahrentechnische 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</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ EuUProz.16	180 h	60 h	120 h	2. Semester	WI-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula</b>			
a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 2 SWS		6 LP	Masterstudiengänge: SET			
1	<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</b>					
	Die Studierenden können					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die wärmetechnische 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</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</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentalvorlesung (a)</li> <li>• Seminaristischer Unterricht und Übungen (b)</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik</li> </ul>					
5	<b>Prüfungsformen</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</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beständige Modulprüfung</li> </ul>					
7	<b>Modulverantwortliche(r)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Karl-Erich Köppke (V, Ü)</li> </ul>					
8	<b>Sprache</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch</li> </ul>					

9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungspräsentationen</li><li>• BREF Energie Efficiency, Europäische Kommission</li></ul>
---	--

<b>Umwelt - Lärmschutz, Messtechnik Luft</b>						
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ UmLärMe.16	180 h	60 h	120 h	1./2. Semester	WS	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula</b>			
a) Vorlesung 2 SWS b) Übung 2 SWS		6 LP	Masterstudiengänge: SET, IWI			
1	<b>Lernergebnisse / Kompetenzen</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> </ul>					
2	<b>Inhalte</b>					
	<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>					
3	<b>Lehrform</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorlesung, Seminaristischer Unterricht, Übungen in Projektgruppen</li> </ul>					
4	<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abgeschlossenes Bachelor-Studium</li> </ul>					
5	<b>Prüfungsformen</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teilprüfung 1: schriftliche Prüfung (Klausur) (60 min),</li> <li>Teilprüfung 2: mündliche Prüfung 30 min</li> </ul>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestandende Modulprüfung</li> </ul>					

7	<b>Modulverantwortliche(r)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prof. Dr. K. Weber, Prof. Dr. F. Kameier</li></ul>
8	<b>Sprache</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Deutsch/Englisch nach Vereinbarung</li></ul>
9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen</b> <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>• Schrimmer, Kuttler, Löbel, Weber: Lufthgiene 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></ul>

**Projekte F&E**

<b>Kurs</b>
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</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ Projekt.16	180 h	30 h	150 h	2. Semester	SO/WI-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zu den Curricula</b>			
Seminar 2 SWS		6 ECTS	Masterstudiengänge: SET, IWI, ME			
1	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen (competencies)</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 methodic and specialized technical knowledge that is learnt during the study. They will be faced with interdisciplinary questions, goal- and deadline-oriented work in a team, and, thus, strengthening their social competences, encouragement of structured networked thinking, external image and presentation.)</i></p>					
2	<b>Inhalte (content):</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>(Independent elaboration of a specific task with a practical orientation from the areas process technology, energy technology, environmental technology, production or an interdisciplinary task in work groups, with special emphasis on team work, the necessity of obtaining much of the data and documents by themselves and the obligation of presenting the results written and oral)</i></p>					
3	<b>Lehrformen (teaching format)</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>(Specialized Bachelor as well as partial modules that are relevant to the specific project from the areas process, energy and/or environmental technology, management techniques, production)</i></p>					
5	<b>Prüfungsformen (types of exams)</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schriftliche Dokumentation der Projektarbeit, Präsentation, mündliche Prüfung <i>(Written documentation, project work, presentation, oral examination)</i></li> </ul>					

6	<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (requirements for credits)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme am Projekt sowie bestandene Präsentation der Ergebnisse <i>(Participation in the project as well as the passed presentation of the results)</i></li> </ul>
7	<p><b>Modulverantwortliche(r) (instructor in charge)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschiedene <i>(Various)</i></li> </ul>
8	<p><b>Sprache (language)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch / English <i>(German / English)</i></li> </ul>
9	<p><b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (other information and references)</b></p> <p>Spezielle Literatur wird je nach Aufgabenstellung empfohlen. <i>(Special literature will be recommended, depending on the task)</i></p>

<b>Engineering Conferences</b>						
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ EngConf.16	180 h	60 h	120 h	3. Semester	SO-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b> Seminar 4 SWS		<b>Credits</b> 6 ECTS	<b>Zuordnung zu den Curricula</b> Masterstudiengänge: SET, IWI, ME			
1	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen (competencies)</b> Students ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand how scientific/engineering conferences work</li> <li>• understand what one have to do for the submission of own work to an international conference</li> <li>• are familiar with the common techniques of technically producing a scientific paper</li> <li>• are capable of presenting a scientific paper in oral form or as a poster</li> <li>• have a basic understanding of how to look at and assess a presentation of scientific work by other researchers</li> </ul>					
2	<b>Inhalte (content):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Group work on selected conference papers, aimed at training of technical understanding, recognition of structure, distillation of core content, critical review.</li> <li>• Exercises in writing up scientific/technical work.</li> <li>• Exercises in scientific presentation (poster, oral), using modern technical means.</li> <li>• Discussion and assessment of scientific presentations.</li> <li>• Tutorial and exercises in online search for relevant information in connection with publishing research at an international conference.</li> <li>• Mock-up mini conference with poster session and oral short presentations</li> </ul>					
3	<b>Lehrformen (teaching format)</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 exams)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• oral short presentation (30 min), poster preparation and presentation, group work assessments</li> </ul>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (requirements for credits)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poster completed and successful oral presentation</li> </ul>					
7	<b>Modulverantwortliche(r) (instructor in charge)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Thomas Zielke, Prof. Dr.-Ing. Matthias Neef</li> </ul>					
8	<b>Sprache (language)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• English</li> </ul>					

9

**Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (other information and references)**

List of recommended literature:

- Alley, Michael (2013): The craft of scientific presentations. Critical steps to succeed and critical errors to avoid. Second edition. New York: Springer.
- Alley, Michael (2014): The craft of scientific writing. 4. ed. New York, NY: Springer.
- Cargill, Margaret; O'Connor, Patrick (2013): Writing scientific research articles. Strategy and steps. 2. ed. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Hofmann, Angelika H. (2014): Scientific writing and communication. Papers, proposals, and presentations. 2. ed. New York, NY: Oxford Univ. Press.

List of important/popular conferences within the scope of our master courses:

- <http://icpr-eame.com>
- CIRP Conference on Industrial Product Service Systems
- ISES Solar World Congress
- Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry conference (SHC)
- ASME Turbo Expo ( <https://www.asme.org>)

IEEE engineering publications:

<http://ieeexplore.ieee.org>

<b>Masterarbeit</b> <i>(Master Thesis)</i>						
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ Master.16				3. Semester	SO/WI-SE	1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zum Curriculum</b>			
		21 LP	Master ME, IWI, SET			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (competencies)</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 candidate is able to treat a demanding problem from her/his area independently, using scientific methods at high level, within the given deadline.)</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 for the treatment of a scientific task with a prescribed extent within a given time period (16 weeks). The subject of the thesis can be of theoretical or experimental nature, and can stem from all teaching and research areas of the department.)</i></p>					
3	<b>Lehrformen (teaching format)</b>					
	keine <i>(none)</i>					
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen (Pre-requisites for participation)</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>(All modules have to be successfully passed, except the ones which are scheduled for the last semester.)</i></p>					
5	<b>Prüfungsformen (types of exams)</b>					
	Die Abschlussarbeit ist eine schriftliche Prüfungsarbeit. <i>(The thesis is a written examination paper.)</i>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (requirements for credits)</b>					
	keine <i>(none)</i>					
7	<b>Modulverantwortliche(r) (instructor in charge)</b>					
	Dekan <i>(Dean)</i>					

8	<b>Dozent(in) (lecturer)</b>  Verschiedene Betreuer <i>(Various supervisors)</i>
9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (other information / references)</b>  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. <i>(The thesis can be conducted in the research department of an industrial enterprise or in another scientific organization of the professional field, provided that it can be sufficiently supervised)</i>

<b>Kolloquium (Colloquium)</b>						
<b>Modulnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenzzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Angebot im SO/WI-SE</b>	<b>Dauer</b>
MV_MASTV_ MKolloq.16				3. Semester		1 Semester
<b>Lehrveranstaltungen</b>		<b>Credits</b>	<b>Zuordnung zum Curriculum</b>			
		3 LP	Master ME, IWI, SET			
1	<b>Lernergebnisse (Learning outcomes) / Kompetenzen (competencies)</b>  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. <i>(The candidate is enabled to present the results of the thesis, their technical principles, their interdisciplinary correlations and their non-technical references orally, justify them independently, defend them against objections and assess their importance for the practical application)</i>					
2	<b>Inhalte (contents)</b>  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. <i>(The colloquium complements the thesis, will be conducted as oral examination and will jointly be evaluated by the examiners of the thesis. The colloquium can include a short presentation of the student to the contents and results of the thesis)</i>					
3	<b>Lehrformen (teaching format)</b>  keine <i>(none)</i>					
4	<b>Teilnahmevoraussetzungen (Pre-requisites for participation)</b>  Bestätigung einer mindestens ausreichenden Leistung in der Thesis durch die Prüfer. <i>(Confirmation by the examiner that the minimum passing grade is at least achieved by the work done)</i>					
5	<b>Prüfungsformen (types of exams)</b>  Das Kolloquium ist eine mündliche Prüfung und dauert 45 Minuten. <i>(The colloquium is an oral examination and takes 45 minutes)</i>					
6	<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten (requirements for credits)</b>  keine <i>(none)</i>					
7	<b>Modulverantwortliche(r) (instructor in charge)</b>  Dekan <i>(Dean)</i>					

8	<b>Dozent(in) (lecturer)</b>  Verschiedene Betreuer <i>(Various supervisors)</i>
9	<b>Sonstige Informationen / Literaturempfehlungen (other information / references)</b>  keine <i>(none)</i>

### Wahlbereich

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