

Fachhochschule Köln  
Cologne University of Applied Sciences

Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme

# **Modulhandbuch Master Verfahrenstechnik und Versorgungstechnik**

Teil 0: Allgemeine Erläuterungen

Teil 1: Allgemeine Pflichtmodule

Teil 2: Schwerpunktmodule Technische Gebäudeausrüstung

Teil 3: Schwerpunktmodule Anlagen- und Verfahrenstechnik

Teil 4: Wahlpflichtmodule

Teil 5: Einbindung der F& E –Aktivitäten in die Lehre

## Inhaltsverzeichnis

		Seite
<b><u>Teil 0</u></b>	<b><u>Allgemeine Erläuterungen</u></b>	<b>4</b>
0.1	<a href="#">Ausbildungsziele</a>	4-7
0.2	Erläuterungen zu den Bezeichnungen	8
0.3	Aufbau des Curriculums aller Masterstudiengänge der Fakultät 09	9
0.4	<a href="#">Formulierungen zu den einzelnen Modulzielen mit Bezug zu den allgemeinen Studiengangszielen</a>	10-11
<b><u>Teil 1</u></b>	<b><u>Allgemeine Pflichtmodule</u></b>	<b>12</b>
9M211	Mathematische Methoden in Naturwissenschaft und Technik	13
9M112	Integrierte Managementsysteme	14
9M113	Konstruktionsoptimierte Werkstoffe	15
9M214/21	Masterprojekt	16
9M231	Master-Thesis	17
9M232	Masterseminar und -kolloquium	18
<b><u>Teil 2</u></b>	<b><u>Schwerpunktmodule Anlagen und Verfahrenstechnik</u></b>	<b>19</b>
9M2S1	Integrierte Anlagenplanung	20
9M2S2	<a href="#">Prozessdatenauswertung und APC</a>	21
9M2S3	Prozesssimulation und Modellierung	22-23
9M2S4	Fluidverfahrenstechnik und Mischphasenthermodynamik	24
9M2S5	Prozessanalytik und generelles Monitoring	25
<b><u>Teil 3</u></b>	<b><u>Schwerpunktmodule Technische Gebäudeausrüstung</u></b>	<b>26</b>
9M2S6	TGA und Gebäude	27
9M2S7	Gebäudeautomation II	28-29
9M2S8	CFD - Computational-Fluid-Dynamics	30-31
9M2S9	Indoor Environment Quality	32
9M2S10	Gebäude- und Anlagensimulation	33
<b><u>Teil 4</u></b>	<b><u>Wahlpflichtmodule</u></b>	<b>34</b>
	<i>(weitere studiengangs- und fakultätsübergreifende Module siehe S.35)</i>	
9M2W4	Spezielle Verfahrenstechnik und Reaktionsprozesskontrolle	35
9M2W6	Recyclingtechnik und nachhaltige Entwicklung	36
9M2W22	Multiphysik	37
9M2W23	Molekulare Simulation	38
9M2W24	<a href="#">Spezielle Membranprozesse</a>	39
9M2W25	<a href="#">Polymerreaktionskinetik und Polymerverarbeitung</a>	40
9M2W26	<a href="#">Prozessidentifikation und prädikative Regelung</a>	42
<b><u>Teil 5</u></b>	<b><u>Einbindung der F&amp;E – Aktivitäten in die Lehre</u></b>	<b>43-44</b>

# Teil 0

## Allgemeine Erläuterungen

### 0.1 Ausbildungsziele

Zentrales Ziel des Studiums ist es, Ingenieure mit einer erweiterten und höheren Fach- und Sozialkompetenz auszubilden, wobei die erworbene Kompetenz, je nach persönlicher Schwerpunktsetzung, eine wissenschaftliche oder unternehmerische Laufbahn ermöglicht. Mit dem **Master- Examen** wird dabei ein konsekutiver Studienabschluss erreicht.

Im Laufe der dreisemestrigen Studiums werden folgende wesentliche Fähigkeiten vermittelt und von den Studierenden erworben:

- vertiefte Problemlösungskompetenz und umfassende analytische Fähigkeiten
- erweiterte Methodenkompetenz zu ingenieurtechnischen Vorgehensweisen
- fächerübergreifende Anwendungs- und Handhabungskompetenz für fachspezifische Aufgaben mit hohem fachlichem Anspruch
- hohe Kommunikations- und Handlungskompetenz in nationalen und internationalen Geschäftsprozessen
- Teamleitungsfähigkeit von interdisziplinären Arbeitsgruppen
- Befähigung zum kritischen Selbststudium
- prozessorientierte Kreativität, Eigeninitiative und Zielstrebigkeit
- übergreifende EDV - Medienkompetenz

Zur aktiven Umsetzung der zentralen Ausbildungsziele erarbeiten die Studierenden, neben den klassischen Lehrveranstaltungen, in Studien- und Projektarbeiten und besonders in der Masterarbeit eigenverantwortlich Lösungen zu komplexen Problemstellungen. Sie lernen dabei, die erworbenen theoretischen Kenntnisse praxisgerecht umzusetzen. Dazu werden Industriekontakte gepflegt und kontinuierlich ausgebaut. In Forschungs- und Entwicklungsprojekten an der Hochschule oder gemeinsam mit Partnerfirmen erhalten die Studierenden Gelegenheit unter kompetenter Anleitung Kreativität und Innovationsfähigkeit zu entwickeln. Die selbständige Mitarbeit in Arbeitsgruppen zu Laborübungen und Projekten stärkt neben der Fach- auch die oben genannten Sozialkompetenzen.

Eine individuelle Schwerpunktbildung ermöglicht den Studierenden, ein Ausbildungsprofil nach ihren persönlichen Interessen und Berufswünschen zu erwerben.

### **Fachkompetenz zur Studienrichtung Anlagen- und Verfahrenstechnik**

Verfahrenstechnik ist die Ingenieurwissenschaft, die sich mit der Erforschung, Entwicklung und Technik der Stoffumwandlungen befasst. Die naturwissenschaftliche Basis der Verfahrenstechnik wird durch die Angewandte Chemie, die Physikalische Chemie, die Angewandte Physik sowie die Technische Mikrobiologie bereitgestellt. Die Verfahrenstechnik erforscht Umsetzungs- und Veränderungsprozesse und entwickelt daraus technische Verfahren zur Umwandlung von Stoffen, um andere Zusammensetzungen, höhere Reinheiten und veränderte Eigenschaften zu erzielen. Die Beherrschung der jeweiligen Grundoperationen eines Prozesses und die apparative Gestaltung bilden die Grundlagen der Verfahrenstechnik. Im internationalen Sprachgebrauch entspricht dem „Verfahrenstechniker“ der „Chemical (Process) Engineer“.

Die Studierenden erwerben umfangreiche, mathematisch/naturwissenschaftliche und ingenieurtechnische Kenntnisse, die sie als Absolventen zu fundierter Ingenieurstätigkeit und verantwortlichem Handeln befähigen. Insbesondere werden die Studierenden in die Lage versetzt, neue Ergebnisse der Ingenieurwissenschaften unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher, ökologischer und sicherheitstechnischer Erfordernisse in die Industrie und gewerbliche Produktion zu übertragen. Sie lernen, Prozesse zu planen, zu steuern, zu überwachen sowie Anlagen und Ausrüstungen zu entwickeln und zu betreiben.

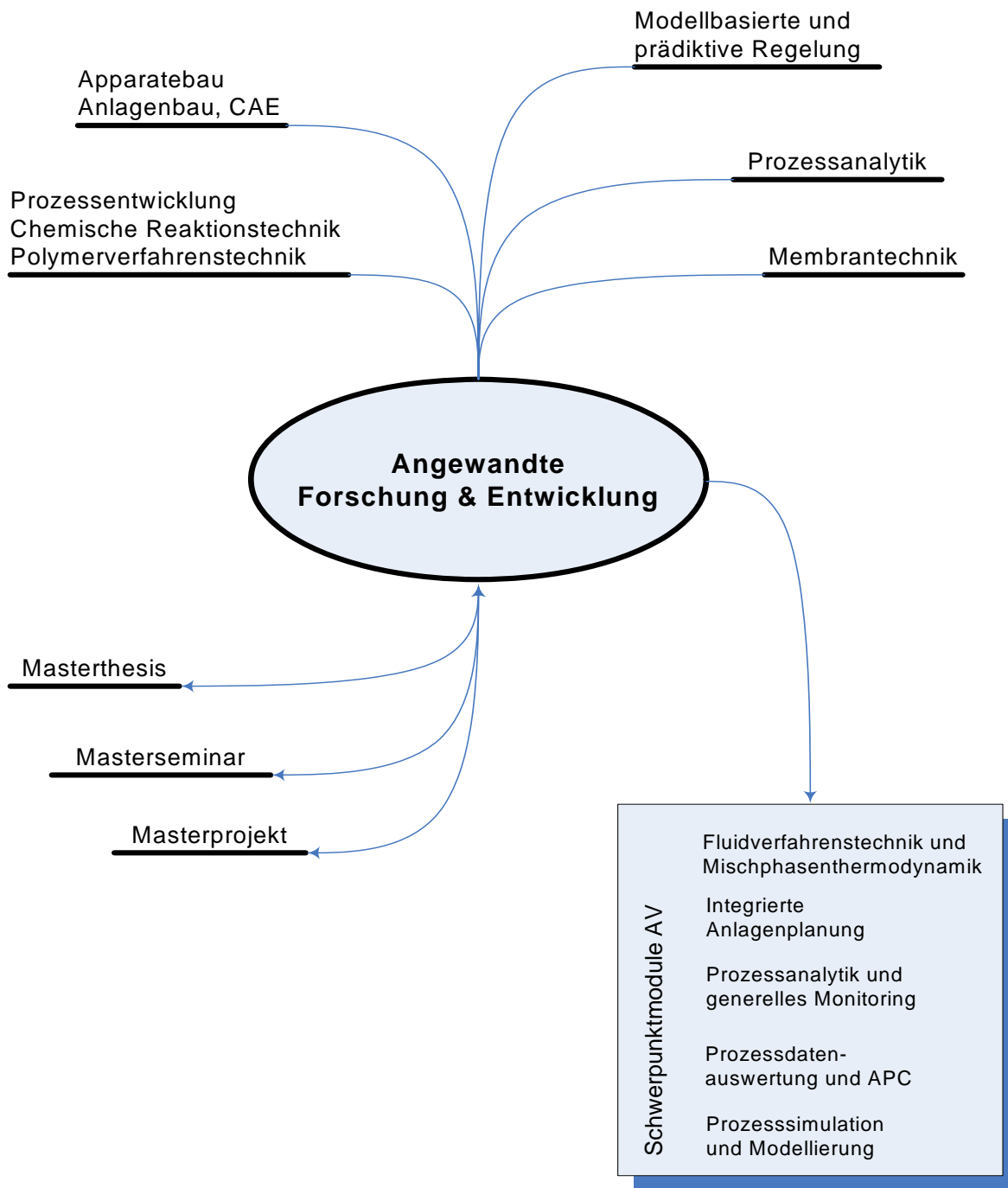


Schaubild zur Erläuterung der Einbindung der F+E- Aktivitäten ( obere Bildhälfte) in die Schwerpunktfächer des Masterstudiums und deren Weiterentwicklung durch Projekte, Seminare und die Masterthesis (siehe auch Teil 5 dieses Modulhandbuchs)

### **Fachkompetenz zur Studienrichtung Versorgungstechnik / Technische Gebäudeausrüstung**

Versorgungstechnik mit dem Schwerpunkt Technische Gebäudeausrüstung ("Building Services Engineering") ist die Ingenieurdisziplin, die sich mit der Planung, Erneuerung und Entwicklung von technischen Einrichtungen und Anlagen zur Versorgung, Entsorgung und Raumluftkonditionierung von Gebäuden befasst. Versorgungsingenieure benötigen dazu eine breite Grundausbildung in mathematisch-naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern, die sie dazu befähigt, die weit reichenden Aufgaben im Zusammenwirken von Bautechnik, Maschinenbau und Elektrotechnik zu bewältigen. Darüber hinaus entwickeln die Studierenden im Hauptstudium vertiefte Ingenieurkenntnisse und Fähigkeiten in den Gewerken Heizungs-, Klima-, Lüftungs- und Sanitärtechnik sowie zur Gebäudeautomation. Unter Berücksichtigung eines nachhaltigen Ressourceneinsatzes lernen die Studierenden, gebäudetechnische Systeme zur Raumkonditionierung, zur Wasser-, Elektro- und Medienversorgung sowie zur Beleuchtung zu entwickeln, zu planen und zu überwachen. Dabei werden die einzelnen Technologien effizient, ökonomisch und umweltverträglich miteinander verbunden und den unterschiedlichen Gebäudenutzungen und Umwelteinflüssen entsprechend optimal gesteuert und geregelt werden.

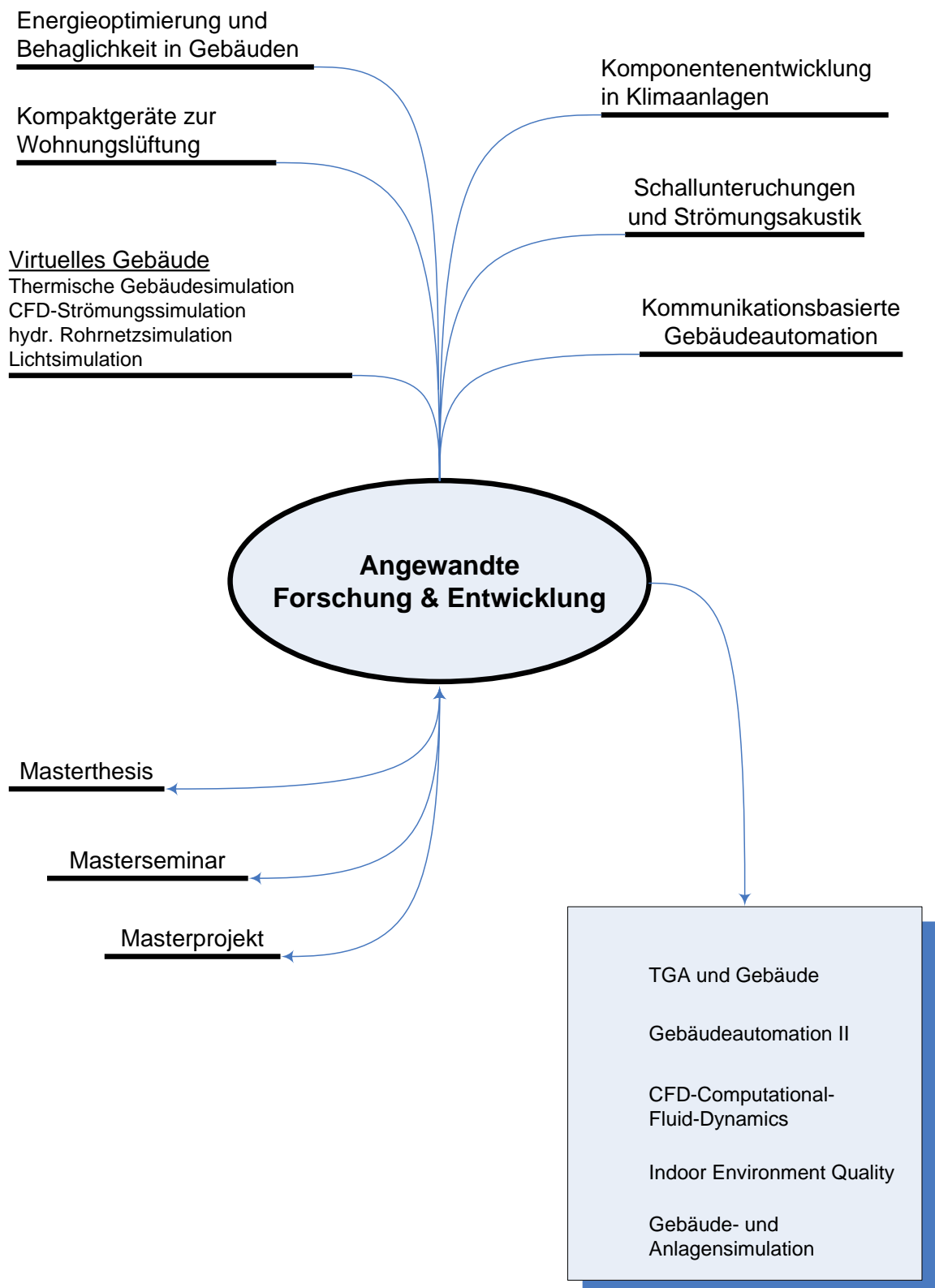


Schaubild zur Erläuterung der Einbindung der F+E- Aktivitäten ( obere Bildhälfte) in die Schwerpunktfächer des Masterstudiums und deren Weiterentwicklung durch Projekte, Seminare und die Masterthesis (siehe auch Teil 5 diese Modulhandbuchs)

## 0.2 Erläuterungen zu den Kürzeln

### Für die Pflichtmodule

Das Kürzel besteht aus einer fünfstelligen Zahl-/Buchstabe-Kombination

#### **z.B. 9M211**

1. Stelle: Kennzahl für die Fakultät (im Beispiel „9“ für die Fakultät 09)
2. Stelle: Kennbuchstabe für die Studiengangsart (im Beispiel „M“ für Master)
3. Stelle: Kennzahl für den Master-Studiengang (im Beispiel „2“ für den Master Verfahrens- und Versorgungstechnik)
  - 1 für den Master Maschinenbau
  - 2 für den Master Verfahrens- und Versorgungstechnik
  - 3 für den Master Rescue Engineering
4. Stelle: Kennzahl für das Semester (im Beispiel „1“ für das erste Semester)
5. Stelle: Laufende Modul-Nummer im Semester (im Beispiel „1“ für das erste Modul)

### Für die Schwerpunktmodule

Das Kürzel besteht aus einer fünfstelligen Zahl-/Buchstabe-Kombination

#### **z.B. 9M2S1**

1. Stelle: Kennzahl für die Fakultät (im Beispiel „9“ für die Fakultät 09)
2. Stelle: Kennbuchstabe für die Studiengangsart (im Beispiel „M“ für Master)
3. Stelle: Kennzahl für den Master-Studiengang (im Beispiel „2“ für Verfahrens- und Versorgungstechnik)
  - 1 für den Master Maschinenbau
  - 2 für den Master Verfahrens- und Versorgungstechnik
  - 3 für den Master Rescue Engineering
4. Stelle: Kennbuchstabe für die Schwerpunktmodule S
5. Stelle: Laufende Schwerpunktmodul-Nummer (im Beispiel „1“ für das erste Schwerpunktmodul)

### Für die Wahlpflichtmodule

Das Kürzel besteht aus einer fünfstelligen Zahl-/Buchstabe-Kombination

#### **z.B. 9M1W2**

1. Stelle: Kennzahl für die Fakultät (im Beispiel „9“ für die Fakultät 09)
2. Stelle: Kennbuchstabe für die Studiengangsart (im Beispiel „M“ für Master)
3. Stelle: Kennzahl für den Master-Studiengang (im Beispiel „1“ für Maschinenbau)
  - 1 für den Master Maschinenbau
  - 2 für den Master Verfahrens- und Versorgungstechnik
  - 3 für den Master Rescue Engineering
4. Stelle: Kennbuchstabe für die Wahlpflichtmodule W
5. Stelle: Laufende Wahlpflichtmodul-Nummer (im Beispiel „2“ für das zweite Wahlpflichtmodul)



## 0.3 Aufbau des Curriculums aller Masterstudiengänge der Fakultät 09

<b>Sem.</b>	<b>Kürzel</b>	<b>Bezeichnung des Moduls</b>
1	9M211	Mathematische Methoden in Naturwissenschaft und Technik
1	9M112	Integrierte Managementsysteme
1	9M113	Konstruktionsoptimierte Werkstoffe
1	9M214	1. Masterprojekt entsprechend Schwerpunktswahl
1	9M2S	1. Modul aus den Schwerpunktmodulen
1	9M2W	1. Wahlpflichtmodul aus allen Mastermodulen der F09
2	9M221	2. Masterprojekt entsprechend Schwerpunktswahl
2	9M2S	2. Modul aus den Schwerpunktmodulen
2	9M2S	3. Modul aus den Schwerpunktmodulen
2	9M2S	4. Modul aus den Schwerpunktmodulen
2	9M2S	5. Modul aus den Schwerpunktmodulen
2	9M2W	2. Wahlpflichtmodul aus allen Mastermodulen der F09
3	9M231	Master-Thesis
3	9M232	Masterseminar und -kolloquium

**Formulierungen zu den einzelnen Modulzielen mit Bezug zu den allgemeinen Studiengangsziele:**

Die nachstehenden Modulziele haben direkten Bezug zu folgenden allgemeinen Studiengangsziele:

- **Vertiefte Problemlösungskompetenz und umfassende analytische Fähigkeiten**

Modulziele:

- Der Modul vertieft ausgewählte fachspezifischen / außerfachlichen Problemlösungskompetenz .
- Der Modul ergänzt das vertiefte Fachwissen.
- Der Modul fördert die analytischen Fähigkeiten durch selbständiges Lösen unbekannter Probleme.

- **Erweiterte Methodenkompetenz zu ingenieurtechnischen Vorgehensweisen**

Modulziele:

- Der Modul vermittelt besondere Methodenkompetenz durch selbständige Aufarbeitung bzw. Entwicklung von methodischen Lösungsansätzen.
- Der Modul vermittelt methodische Problemlösungskompetenz, da praktische Ingenieurprobleme mit Arbeitsmethodischen Ansätzen selbständig bearbeitet werden.

- **fächerübergreifende Anwendungs- und Handhabungskompetenz für fachspezifische Aufgaben mit hohem fachlichem Anspruch**

Modulziele:

- Der Modul verbessert die Anwendungs- und Handhabungskompetenz in Bezug auf....
- Der Modul vermittelt besondere Praxiserfahrungen aufgrund von....

- **hohe Kommunikations- und Handlungskompetenz in nationalen und internationalen Geschäftsprozessen**

Modulziele:

- Der Modul fördert die Sozialkompetenz in besonderer Weise (Kommunikations-, Konfliktlösungs- Team- und Führungsfähigkeiten als integrale Kompetenz).
- Die Lehrveranstaltung stärkt die wirtschaftliche Beurteilungskompetenz durch Bearbeitung international relevanter Fragestellungen.

- **Teamleitungsfähigkeit von interdisziplinären Arbeitsgruppen**

Modulziele:

Der Modul fordert Teamfähigkeit in der Gruppenarbeit zum Praktikum.

Der Modul fördert eine interdisziplinäre Denk- und Handlungsweise und behandelt Schnittstellenprobleme zu folgenden Fachgebieten (bzw. durch interdisziplinäre Arbeitsgruppen):

- **Befähigung zum kritischen Selbststudium**

Modulziele:

Der Modul verlangt und fördert das Selbststudium durch konkrete Hausaufgaben und Informationsbeschaffung über moderne Medien.

- **prozessorientierte Kreativität, Eigeninitiative und Zielstrebigkeit**

Modulziele:

- Der Modul setzt durch sehr offene und individuelle Aufgaben und Problemstellungen Kreativität frei, die zu Eigeninitiative und Zielstrebigkeit führt.
- Der Modul setzt strenge Bearbeitungsfristen und fordert somit Zielstrebigkeit und Zeitmanagement.

- **übergreifende EDV – Medienkompetenz**

Modulziele:

Der Modul erweitert die EDV-Medienkompetenz.

Der Modul verbessert die Präsentationskompetenz und erhöht die kritische Diskursbefähigung.

# Teil 1

## Modulbeschreibungen Pflichtmodule des Masterstudiengangs Verfahrenstechnik und Versorgungstechnik

<b>Kürzel</b>	<b>Modulbezeichnung</b>
9M211	Mathematische Methoden in Naturwissenschaft und Technik
9M112	Integrierte Managementsysteme
9M113	Konstruktionsoptimierte Werkstoffe
9M214 / 9M221	Masterprojekt
9M231	Master-Thesis
9M232	Masterseminar und -kolloquium

Kürzel 9M211	Modulbezeichnung <b>Mathematische Methoden in Naturwissenschaft und Technik</b>
Credits	5
Verantwortlich:	Prof. Dr. Mausbach
Dozent/innen:	Prof. Dr. Mausbach
Modulziele:	Die Studierenden beherrschen die mathematischen Methoden, die zum Verständnis der Arbeitsweise und der korrekten Anwendung von professionellen Software-Simulationspaketen (FEM, CFD) unbedingt notwendig sind. <a href="#">Der Modul vermittelt besondere Methodenkompetenz durch selbständige Aufarbeitung bzw. Entwicklung von methodischen Lösungsansätzen.</a>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektoranalysis: Skalar -und Vektorfelder, Gradient eines Skalarfeldes, Divergenz und Rotation eines Vektorfeldes, Integralsätze von Gauß und Stokes</li> <li>• Partielle Differenzialgleichungen in Naturwissenschaft und Technik: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Anfangswertprobleme I Hyberbolische Systeme, z.B. Wellengleichung, FTCS, -Lax, - Leapfrog – und Lax-Wendroff Schema</li> <li>○ Anfangswertprobleme II, Parabolische Systeme, z.B. Diffusions- und Wärmeleitungsgleichung, Implizites Schema 1. Ordnung, FTCS, Crank-Nicholson und Dufort-Frankel Schema</li> <li>○ Randwertprobleme, Elliptische Systeme, z.B. Potentialgleichung, Relaxation -und Multigrid Techniken,</li> <li>○ Gemischte Systeme, z.B. Hydrodynamische Gleichungen, Eulergleichung, explizite Euler Methode</li> </ul> </li> <li>• Einführung in Finite Element Methode</li> <li>• Einführung in Optimierungsmethoden</li> </ul>
Lehrmethoden:	50 % Vorlesung und 50 % Übungen und PC-Übungen
Leistungsnachweis:	Klausur
Voraussetzungen:	Analysis, <a href="#">Integralrechnung</a> und Lineare Algebra
Literaturempfehlung:	L. Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Bd. 3, Vieweg, 2001. A. L. Garcia: Numerical Methods for Physics 2 <sup>nd</sup> ed., Prentice Hall, 2000. W. Zimmerman: Process Modelling and Simulation with Finite Element Methods, World Scientific Publ., 2004 J. Nocedal, S.J. Wright: Numerical Optimization, Springer-Verlag, 1999.
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits Vorlesung: 30 h, Übungen: 30 h Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung	1.Semester

Kürzel	Modulbezeichnung
9M112	<b>Integrierte Managementsysteme</b>
Credits:	5
Verantwortlich:	<a href="#">Prof. Dr.-Ing. Brenig</a>
Dozent/innen:	<a href="#">Prof. Dr.-Ing. Brenig</a> , <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Langenbahn</a>
Modulziele:	<p>Die komplexen Anforderungen aus Qualitätssicherung, Umweltschutz, Arbeitssicherheit, Informations- und Kommunikationstechnik sowie Produktverantwortung bestimmen zunehmend die Zukunftsfähigkeit von Unternehmen. Diese vielfältigen Anforderungen (QMS, UMS, AMS, SMS, usw.) werden im integrierten Managementsystem sinnvoll zusammengefasst.</p> <p><a href="#">Der Modul vermittelt methodische Problemlösungskompetenz, da praktische Ingenieurprobleme mit Arbeitsmethodischen Ansätzen selbständig bearbeitet werden. Der Modul fördert außerdem die Sozialkompetenz in besonderer Weise.</a></p> <p><b>Die Studierenden können:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- das Entstehen von Konflikten erkennen + mit Konflikten umgehen</li> <li>- professionelle Kommunikation anwenden</li> <li>- die Parameter einer erfolgreichen Unternehmensführung erkennen, mehrjährige Strategien aufbereiten, diese durch straffes Controlling umsetzen, und - soweit notwendig - den veränderten Marktgegebenheiten zeitnah anpassen</li> <li>- Unternehmensrisiken erkennen und qualitativ/quantitativ bewerten (Risikomanagement)</li> <li>- den Zusammenhang zwischen Risikoanalyse und Rating (BASEL II) darstellen</li> </ul>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Kommunikation</li> <li>• Kommunikationstechniken</li> <li>• Umgang mit Konflikten</li> <li>• Standardstrategien</li> <li>• Konfliktbewältigung</li> <li>• Grundlagen einer mehrjährigen Strategie</li> <li>• Volumenorientierte Stellgrößen</li> <li>• Profitorientierte Stellgrößen</li> <li>• Einsatz von Controllinginstrumenten</li> <li>• Grundlagen des Risikomanagements (KonTraG)</li> <li>• Methoden und Vorgehensweisen der qualitativen + quantitativen Risikobewertung</li> <li>• Krisenmanagement, Schadenmanagement, Notfallplanung</li> </ul>
Lehrmethoden:	Vorlesung, Übungen Seminar
Leistungsnachweis:	Klausur
Voraussetzungen:	<a href="#">keine spezifischen fachlichen Voraussetzungen</a>
Literaturempfehlung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gleißner/Füser: Leitfaden Rating</li> <li>- A.Töpfer: Plötzliche Unternehmensrisiken: Gefahr oder Chance</li> <li>- B.Hage, M.Jara; Schadenmanagement</li> <li>- B. Leidinger; Schadenmanagement</li> <li>- Softwareprodukte: z.B. Risikokompass+Rating (AXA):</li> </ul>
Workload / Credits:	150 Std. / 5 Credits Vorlesung: 30 h, Übungen: 15 h, Seminar: 15 h Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung:	1. Semester

Kürzel 9M113	Modulbezeichnung <b>Konstruktionsoptimierte Werkstoffe</b>
Credits	5
Verantwortlich:	Institut für Werkstoffanwendung Prof. Dr. Hagen
Dozent/innen:	Prof. Dr. Langenbahn, Prof. Dr. Hölscher, Prof. Dr. Hagen, Prof. Dr. Bonnet, Dr. Böhmer
Modulziele:	Die Studierenden können: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffeigenschaften in Konstruktionsparameter umsetzen und die Werkstoffanforderung der Konstruktion quantitativ bestimmen</li> <li>• gängige und neue Werkstoffe aus den verschiedenen Werkstoffgruppen auswählen</li> <li>• Schäden systematisch analysieren und geeignete, moderne Untersuchungsmethoden auswählen</li> </ul>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffauswahl</li> <li>• Werkstoffanwendung</li> <li>• Neue Werkstoffe</li> <li>• Integrierte Schadensanalyse</li> </ul>
Lehrmethoden:	Vorlesung, Übung
Leistungsnachweis:	Klausur
Voraussetzungen:	Modul BA: Werkstofftechnik Grundlagen
Literaturempfehlung:	Gobrecht, J. : Werkstofftechnik Metalle Shackelford, J.A.: CRC Materials Science and Engineering Handbook Mitchell, B.: An Introduction to Materials Science and Engineering
Workload / Credits: (30 Std/Credit)	150 h / 5 Credits Vorlesung: 30 h, Übungen: 30 h, Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung:	1. Semester

Kürzel 9M214 / 9M221	Modulbezeichnung <b>Masterprojekt</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Rieckmann, Prof. Dr.-Ing. H. Bley
Dozent/innen:	Professoren/Professorinnen des IAV und der TGA
Modulziele:	Das Masterprojekt soll zeigen, dass die Studierenden in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine einschlägige ingenieur-wissenschaftlichen Aufgabe selbstständig zu bearbeiten und die Ergebnisse klar und verständlich darzustellen. <b>Das Modul setzt durch offene und individuelle Aufgaben und Problemstellungen Kreativität frei, die zu Eigeninitiative und Zielstrebigkeit führt.</b> <b>Der Modul setzt strenge Bearbeitungsfristen und fordert somit Zielstrebigkeit und Zeitmanagement.</b>
Modulinhalte:	Das Masterprojekt besteht aus der eigenständigen Bearbeitung einer einschlägigen ingenieur-wissenschaftlichen Aufgabe aus dem Gebiet der Anlagen- und Verfahrenstechnik oder der Technischen Gebäudeausrüstung und der schriftlichen Darstellung der angewandten wissenschaftlichen Methoden und Ergebnisse.
Lehrmethoden:	Eigenständige Projektarbeit aus dem Bereich der angewandten Ingenieurwissenschaften, allein oder im Team durch einen Professor oder eine Professorin angeleitet.
Leistungsnachweis:	schriftlicher Bericht
Voraussetzungen:	siehe Prüfungsordnung
Literaturempfehlung:	je nach Thema
Workload / Credits:	150 Std./ 5 ECTS
Empfohlene Einordnung	1. und 2. Semester



Kürzel 9M231	Modulbezeichnung <b>Masterthesis</b>
Credits	25
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. Th. Rieckmann, Prof. Dr.-Ing. H. Bley
Dozent/innen:	Professoren und Professorinnen des IAV und TGA
Modulziele:	Die Master-Thesis soll zeigen, dass der jeweilige Studierende in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine einschlägige ingenieurwissenschaftliche Aufgabe selbstständig zu bearbeiten und die Ergebnisse klar und verständlich, nach wissenschaftlichen Kriterien darzustellen. Das Modul setzt durch offene und individuelle Aufgaben und Problemstellungen Kreativität frei, die zu Eigeninitiative und Zielstrebigkeit führt.
Modulinhalte:	Die Master-Thesis besteht aus der eigenständigen Bearbeitung einer einschlägigen ingenieurwissenschaftlichen Aufgabe aus dem Gebiet der Verfahrenstechnik oder der Versorgungstechnik sowie aus der schriftlichen Darstellung der angewandten wissenschaftlichen Methoden und Ergebnisse. Die konkreten Themen der Masterthesis orientieren sich jeweils an den aktuellen wissenschaftlichen Fragestellungen der an der Ausbildung beteiligten Arbeitsgruppen der Institute Anlagen- und Verfahrenstechnik und Technische Gebäudeausrüstung
Lehrmethoden:	Eigenständige Projektarbeit aus dem Bereich der angewandten Ingenieurwissenschaften, allein oder im Team durch einen Professor oder eine Professorin angeleitet
Leistungsnachweis:	schriftlicher Bericht und mündliche Prüfung
Voraussetzungen:	siehe Prüfungsordnung
Literaturempfehlung:	je nach Thema
Workload / Credits:	750 h / 25 ECTS
Einordnung	3. Semester

Kürzel	Modulbezeichnung
9M232	<b>Masterseminar und Masterkolloquium</b>
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr. Astrid Rehorek, Prof. Dr.-Ing. H. Bley
Weitere Dozenten	<a href="#">Individuelle Betreuer der Masterstudierenden</a>
Modulziele	Die Studierenden erwerben im Masterseminar Kenntnisse zu Trends und neuen Entwicklungen auf <a href="#">dem Gebiet der Verfahrenstechnik und der Versorgungstechnik</a> in Verknüpfung mit den übrigen Ingenieurwissenschaften. Trends der Anwendung neuester naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und der Informationstechniken in den verfahrenstechnischen und versorgungstechnischen Entwicklungsrichtungen werden vermittelt. Im Masterkolloquium werden die Ergebnisse der Masterthesis, ihre fachlichen Grundlagen, ihre fachübergreifenden Zusammenhänge und ihre außerfachlichen Bezüge mündlich dargestellt und selbständig begründet.
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Themen der jeweiligen Forschungsschwerpunkte, Praxisaktivitäten und Masterprojekte der beteiligten <a href="#">Arbeitsgruppen</a></li> <li>• Energiesparen mit <a href="#">modernen Techniken der Verfahrenstechnik und Versorgungstechnik</a></li> <li>• Umweltschutz und Kreislaufwirtschaft, <a href="#">regenerative Energien</a></li> <li>• <a href="#">Entwicklung, Intensivierung und Optimierung von Prozessen</a></li> <li>• <a href="#">Entwicklung von Produkten der Verfahrenstechnik und Versorgungstechnik</a></li> <li>• Kostenmanagement und <a href="#">Kostenschätzung</a></li> <li>• Spezielle Prozesskontroll- und Prozessanalysetechnik</li> <li>• <a href="#">Moderne industrielle Spezialverfahren wie Anwendung von Ultraschall, Membrantechnik und Mikrotechnik.</a></li> <li>• Kombinatorische Synthesen, neue Materialien und Werkstoffe</li> </ul>
Lehrmethoden/ Lehrformen	Vorträge und Präsentationen, Diskussionen, Exkursionen
Leistungsnachweis	Masterseminarschein und Note bei 80%iger Anwesenheit, aktiver Diskussionsteilnahme und zwei Präsentationen (darunter eine Präsentation zur Masterthesis).
Empfohlene Literatur	DigiBib-FH Köln, <a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a> ; jeweilige aktuelle Fachliteratur bzw. Literatur der Arbeitsgruppen, VDI Nachrichten, "Visualisieren, Präsentieren, Moderieren", J. W. Seifert, GABAL Verlag GmbH, 2000
Workload	150 Std./ 5 Credits 30 h Seminar, 120 h Vor- und Nacharbeit
Empfohlene Einordnung	<a href="#">2. und 3. Semester</a>

## Teil 2

### Modulbeschreibungen Schwerpunktmodule der Studienrichtung Anlagen- und Verfahrenstechnik

<i>Kürzel</i>	<i>Schwerpunktmodule Anlagen und Verfahrenstechnik</i>
9M2S1	Integrierte Anlagenplanung
9M2S2	Prozessdatenauswertung und APC
9M2S3	Prozesssimulation und Modellierung
9M2S4	Fluidverfahrenstechnik und Mischphasenthermodynamik
9M2S5	Prozessanalytik und generelles Monitoring

Kürzel	Modulbezeichnung
9M2S1	<b>Integrierte Anlagenplanung</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. G. Steinborn
Dozent/innen:	Prof. Dr.-Ing. G. Steinborn
Modulziele:	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der computer-gestützten Anlagenplanung, Prozessauslegung, Apparatedimensionierung und Prozessausrüstung, Aufstellungs- und Rohrleitungsplanung. Des Weiteren können sie Schlüsseldokumenten bei der Planung verfahrenstechnischer Anlagen erstellen. <a href="#">Die Lehrveranstaltung stärkt die wirtschaftliche Beurteilungskompetenz und verlangt die kritisch analytische Auseinandersetzung mit Verordnungen, Normen, Richtlinien und sonstigen Vorschriften</a>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektdefinition und Projektorganisation</li> <li>• Termin- und Kapazitätsplanung</li> <li>• Grund-, Verfahrens- und RI-Fließbild</li> <li>• Verfahrensbeschreibung</li> <li>• Genehmigungs- u. Behördenmanagement</li> <li>• Apparateleitzeichnung und Prozessausrüstung</li> <li>• Anordnungsplanung, Rohrleitungsplanung</li> <li>• Prozessleittechnik u. zugehörige Listen</li> <li>• Datenhaltungskonzepte</li> <li>• Bau-, Montage- u. Inbetriebnahmeplanung</li> </ul>
Lehrmethoden:	Vorlesung, selbstständige Übungen, Praktikum im Team, Exkursionen
Leistungsnachweis:	Schriftliche oder mündliche Prüfung bzw. begleitende Leistungsnachweise
Voraussetzungen:	
Literaturempfehlung:	Sattler, K., Kasper, W.: Verfahrenstechnische Anlagen Wagner, W.: Planung im Anlagenbau
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits, Vorlesung: 30 h, Übungen: 30 h, Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung	1. oder 2. Semester

Kürzel 9M2S2	Modulbezeichnung <b>Prozessdatenauswertung und APC (Advanced Process Control)</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. Haber
Dozent/innen:	Prof. Dr.-Ing. Haber
Modulziele:	In der Verfahrenstechnischen Industrie werden die Wirtschaftlichkeit und der Grad der Automatisierung der Anlagen und Prozesse über die Basisregelungen hinaus mit gehobenen Prozessregelungsalgorithmen erhöht. Die Studierenden kennen diese modernen, daten- und modellbasierten Methoden und sind in der Lage, die geeigneten Methoden auszuwählen und anzuwenden. <a href="#">Das Modul fördert die interdisziplinäre Denk- und Handlungsweise und behandelt Schnittstellenprobleme</a>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessdatenvorbehandlung (fehlende Daten, Ausreißer, Filtern)</li> <li>• Linearitäts-/Nichtlinearitätstest, harmonische Analyse</li> <li>• Korrelationsanalyse</li> <li>• Parameterschätzung mit der Methode der kleinsten Quadrate (statische und dynamische Modelle)</li> <li>• Parameterschätzung mit orthogonalen Komponenten</li> <li>• Grundlagen der statistischen Versuchsplanung</li> <li>• Hauptkomponentenanalyse (PCA)</li> <li>• Struktursuche, Modellbildung mit neuronalen Netzen</li> <li>• Grundlagen der Fuzzy-Logik-Regelung</li> <li>• Zuordnung der Stell- und Regelungsgrößen bei Mehrgrößensystemen, Entwurf der Entkopplung</li> <li>• Modellbasierte Regelung (Totzeitkompensation, prädiktive Regelung)</li> <li>• Statistische Prozessüberwachung (SPC)</li> <li>• Beurteilung der Regelungsqualität aus Betriebsdaten</li> </ul>
Lehrmethoden:	Vorlesung, Übung
Leistungsnachweis:	Klausur
Voraussetzungen:	Grundkenntnisse der Regelungstechnik
Literaturempfehlung:	Looser, R.: Statistische Messdatenauswertung, Francis, 2003, Montgomery, D.C., E. A. Peck, C. G. Vining: Introduction to Linear Regression Analysis. Wiley Interscience, 2001. Dittmar, R., B.-M. Pfeiffer: Modellbasierte prädiktive Regelung, Oldenbourg Verlag, 2005.
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits, Vorlesung: 30 h, Übungen: 30 h, Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung	1. oder 2. Semester

Kürzel	Modulbezeichnung
9M2S3	<b>Prozesssimulation und Modellierung</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Rieckmann
Dozent/innen:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Rieckmann
Modulziele:	Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Formulierung, Anpassung und Bewertung dynamischer verfahrenstechnischer Prozessmodelle. Sie können ein kommerzielles Simulationswerkzeug handhaben und sind in der Lage, einen vorhandenen Quellcode zu modifizieren. Das Modul setzt strenge Bearbeitungsfristen und fordert somit Zielstrebigkeit und Zeitmanagement. Es wird die Teamfähigkeit durch die selbständige Bearbeitung eines Projekts gefördert. Es wird die Methoden- und Anwendungskompetenz im Bereich der Nutzung moderner numerischer Werkzeuge gefördert.
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design und Analyse verfahrenstechnischer Prozesse</li> <li>• Modelbildung in der Verfahrenstechnik</li> <li>• Dynamische Prozesssimulation</li> <li>• Kommerzielle Simulationswerkzeuge</li> <li>• Numerische Methoden zur Lösung von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen</li> <li>• Dynamische Standardmodelle von Grundoperationen und Prozessstufen</li> <li>• Programmieren mit Matlab</li> <li>• Simulation dynamischer Prozesse: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontinuierlich betriebene Rührkesselkaskade,</li> <li>- Regelung der Temperierung einer exothermen Reaktion in einem kontinuierlichen Rührkesselreaktor,</li> <li>- nicht-isothermer Rohrreaktor mit axialer Dispersion,</li> <li>- Rektifikation eines Zweistoffgemischs,</li> <li>- Extraktionskolonne mit Rückvermischung und Regelung,</li> <li>- Anfahren eines Doppelrohrwärmeaustauschers,</li> <li>- Trocknung eines Feststoffs</li> </ul> </li> <li>• Projekt zur Modelbildung und Simulation zu aktuellen Fragestellungen der Verfahrenstechnik, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Slurry-Reaktor der Fischer-Tropsch Synthese</li> <li>- Synthese eines Esters in einem halb-kontinuierlich betriebenen Reaktor mit azeotropem Leichtsieder</li> <li>- Kopplung eines katalytischen Crackers mit einer Brennstoffzelle</li> <li>- Reaktionskalorimeter mit Prozesskolonne</li> <li>- Optimierung der Selektivität bei der heterogenkatalytischen Synthese eines Lösungsmittels mit Produktaufbereitung</li> </ul> </li> </ul>

Lehrmethoden:	Vorlesung, PC-Praktikum ( <a href="#">Matlab</a> und <a href="#">Chemcad</a> )
Leistungsnachweis:	mündliche Prüfung und <a href="#">Projektarbeit</a>
Voraussetzungen:	
Literaturempfehlung:	Ingham, J.; Dunn, I.J.; Heinzle, E.; Prenosil, J.E. Chemical Engineering Dynamics, Wiley-VCH, Weinheim (2002)
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits, Vorlesung: 30 h, <a href="#">Praktikum: 30 h</a> , <a href="#">Projektarbeit: 60h</a> , Vor- und Nachbereitung: 30 h
Empfohlene Einordnung	1. oder 2. Semester

Kürzel	Modulbezeichnung
9M2S4	<b>Fluidverfahrenstechnik und Mischphasenthermodynamik</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. Gerd Braun
Dozent/innen:	Prof. Dr.-Ing. Gerd Braun
Modulziele:	Die Studierenden vertiefen ihre bislang erworbenen Kenntnisse über die Grundlagen der Thermodynamik der Mehrphasensysteme und über thermische Trennprozesse und lernen neue komplizierte Trennprozesse kennen und berechnen. Darüber hinaus lernen die Studierenden moderne Arbeitsmethoden kennen und einzusetzen. <b>Das Modul fördert die analytischen Fähigkeiten durch selbständiges Lösen unbekannter Probleme und vertieft das Fachwissen.</b>
Modulinhalte:	Die Modulinhalte orientieren sich an aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekten und beziehen sich im Wesentlichen auf folgende Gebiete: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Grundlagen der Mehrphasenthermodynamik</li> <li>• Berechnung von Stoffdaten und Phasengleichgewichten</li> <li>• Verfahrenstechnische Regelung von Rektifikationskolonnen</li> <li>• Berechnung von Rektifikationskolonnen mit ChemCad</li> <li>• Extraktion mit überkritischen Medien</li> <li>• Spezielle Membranprozesse</li> </ul>
Lehrmethoden:	Vorlesung, Übungen, Praktikum
Leistungsnachweis:	Klausur
Voraussetzungen:	
Literaturempfehlung:	Braun, Foliensammlung, Katalog Übungsaufgaben Karl Stephan, Franz Mayinger, Thermodynamik 2 Mehrphasensysteme
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits, Vorlesung: 30 h, Übungen: 15 h, <b>Praktikum</b> : 15h, Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung:	1. oder 2. Semester



Kürzel 9M2S5	Modulbezeichnung <b>Prozessanalytik und generelles Monitoring</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr. Astrid Rehorek
Dozent/innen:	Prof. Dr. Astrid Rehorek
Modulziele:	Die Studierenden lernen stoffliche Analysenmethoden und -gerätetechniken als Elemente moderner Raum-, Umwelt- und Prozesskontrolle kennen. Sie erwerben Fähigkeiten bei der Verfahrensentwicklung zur kontinuierlichen Prozessanalytik integriert in die Produktion, die Abwassertechnik, die Bioverfahrenstechnik und das Umweltmanagement. Dazu lernen sie Grundlagen der Spektroskopie, Chromatographie und Chemometrie anzuwenden. <a href="#">Der Modul fördert eine interdisziplinäre Denk- und Handlungsweise und behandelt Schnittstellenprobleme zu verschiedenen Fachgewerken der Anlagen- und Verfahrenstechnik.</a>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben, Methoden, Organisation und wirtschaftliche Bedeutung der stofflichen, industriellen Prozessanalytik;</li> <li>• Prozessanalytik in gasförmigen, flüssigen und festen Systemen bzw. in Gebäuden und Räumen;</li> <li>• Kontinuierliche, prozessintegrierte Probenahme;</li> <li>• Sensorik, Totale Analysensysteme (TAS), Fließinjektionsanalyse (FIA), Chromatographie und Spektroskopie, Chemometrie und Softsensoren;</li> <li>• Prozessanalytik in der chemischen Industrie, Farbstoffherstellung, Biotechnik und Biotechnologie, Metallurgie, Halbleiterindustrie und Umwelttechnik;</li> <li>• Prozesstechnik und Umwelt: Luftanalyse, Analyse von Trink-, Brauch- und Abwässern, Raum- und Gebäudekontrolle;</li> <li>• Prozesstechnik und Gesetzgebung: Prozessanalytik als Teil der Prozessentwicklung sowie der Qualitätsprüfung und Qualitätssicherung.</li> </ul>
Lehrmethoden:	Exkursion, Einsatz multimedialer Techniken, 3 bis maximal 6 Praktikumsversuche in Zweiergruppen, Ausgewählte Vorlesungsinhalte und Präsentationen im Netz
Leistungsnachweis:	Präsentation, Klausur
Voraussetzungen:	
Literaturempfehlung:	K.H. Koch: Industrielle Prozessanalytik, Springer Verlag 1997, Winnacker-Küchler: Chemische Technik – Prozesse und Produkte, Band 2 „Neue Technologien“, 2004
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits, Vorlesung: 30 h, Übungen: 15 h, <a href="#">Praktikum: 15h</a> , Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung:	1. oder 2. Semester

## Teil 3

### Modulbeschreibungen Schwerpunktmodule der Studienrichtung Technische Gebäudeausrüstung

<b>Kürzel</b>	<i>Schwerpunktmodule Technische Gebäudeausrüstung</i>
9M2S6	TGA und Gebäude
9M2S7	Gebäudeautomation II
9M2S8	CFD - Computational-Fluid-Dynamics
9M2S9	Indoor Environment Quality
9M2S10	Gebäude- und Anlagensimulation

<b>Kürzel</b> 9M2S6	Modulbezeichnung <b>TGA und Gebäude</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. H. Bley
Dozent/innen:	Prof. Dr.-Ing. H. Bley
Modulziele:	Die Studierenden erwerben die Fähigkeit ganzheitliche Betrachtungen hinsichtlich des Zusammenspiels zwischen Architektur, thermische Bauphysik und Technischer Gebäudeausrüstung und der Auswirkung auf den Energiebedarf unter Berücksichtigung der meteorologischen örtlichen Daten durchzuführen. Sie sind in der Lage ganzheitliche Energiebetrachtung durchzuführen. <b>Das Modul fördert eine interdisziplinäre Denk- und Handlungsweise und behandelt Schnittstellenprobleme zu verschiedenen Baugewerken.</b>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Bauphysik (Ermittlung von U-Werten, Wärmespeicherung der verwendeten Materialien)</li> <li>• Meteorologische Daten (DIN 4710, Testreferenzjahre) Hintergründe, Methoden der Ermittlung, Auswirkungen auf Auslegungen von haustechnischen Systemen)</li> <li>• Auswirkung von Gebäudeausrichtung, verwendete Materialien auf den Energiebedarf</li> <li>• Thermik im Gebäude</li> <li>• Gebäudeaerodynamik und Gebäudedichtigkeit</li> <li>• Mögliche Systeme der alternativen Energieerzeugung</li> <li>• Zusammenspiel, Argumentation Architekt, Bauingenieur und TGA-Ingenieur</li> <li>• Energiebedarfsberechnungen</li> <li>• Energiepass</li> <li>• Wirtschaftlichkeit</li> </ul> <p>Alle Themen werden an ausgewählten Projekten erläutert.</p>
Lehrmethoden:	Rechnergestützte Vorlesung (25%) mittels Beamer. Als Lernunterstützung wird die Vorlesung als Datei und als Hardcopy (Skript) zur Verfügung gestellt. Interaktive rechnergestützte Übungen / Projektierung (75%) mittels Beamer und Overheadprojektor; als Gruppenarbeit.
Leistungsnachweis:	Projektpräsentation, Gebäude- und Anlagensimulation
Voraussetzungen:	Kühl- und Heizlastberechnungen
Literaturempfehlung:	EnEV; DIN 18 599
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits, Vorlesung: 30 h, Übungen: 30 h, Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung:	1. oder 2. Semester

Kürzel	Modulbezeichnung
9M2S7	<b>Gebäudeautomation II</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing., Dr.-Ing. h.c. Reza Talebi-Daryani
Dozent/innen:	Prof. Dr.-Ing., Dr.-Ing. h.c. Reza Talebi-Daryani
Modulziele:	Die Studierenden lernen die anwendungsorientierte Handhabung von Systemen der digitalen Gebäudeautomation in Hinblick auf eine spätere industrielle Tätigkeit und die Bearbeitung von Master-Thesen. Ergänzend kennen sie „Fuzzy Control“, kommunikationsbasierte Gebäudeautomation und Energiemanagement. <b>Der Modul fördert die kritische, analytische Auseinandersetzung mit Verordnungen und intelligentem Energiemanagement in Gebäuden. Der Modul vermittelt Methoden- und Problemlösungskompetenz, da viele praxisbezogene Probleme durch Anwendung automatisierungstechnischer Konzepte systematisch analysiert und selbständig bearbeitet werden.</b>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbauend auf die digitale Gebäudeautomation erfolgt eine Einführung in „FUZZY - CONTROL“. Die Vertiefung in „FUZZY-CONTROL“ und die praktische Anwendung erfolgt Umgang anhand eines vorhandenen Trainings- und Echtzeit-Fuzzy Control System in Form eines Praktikums.</li> <li>• Kommunikationsbasierte Gebäudeautomation anhand der Einführung in die Kommunikationstechnologie, sowie der Anwendung der offenen Kommunikation für Gebäudeautomation</li> </ul>
Lehrmethoden:	Rechnergestützte Vorlesung (50%) mittels Beamer. Als Lernunterstützung wird die Vorlesung als Datei und als Hardcopy (Skript) zur Verfügung gestellt. Interaktive rechnergestützte Übungen/Praktika (50%) mittels Beamer und Overheadprojektor; zum Teil auch als Gruppenarbeit.
Leistungsnachweis:	Klausur
Voraussetzungen:	Abgeschlossenes Grundstudium, insbesondere in MSR-Technik, Kenntnisse der technischen Informatik und Mikroprozessortechnik, Prozessrechner, Nachrichten und Kommunikationstechnik, Kenntnisse aus der Heizungs- und Klimatechnik sowie „Digitale Gebäudeautomation I“
Literaturempfehlung:	Skript- R. Talebi-Daryani: Digitale Gebäudeautomation II Dietrich. Loy. Schweinr: LON-Technologie, Hüthg Verlag Heidelberg, 1999, LONWork-Installtionshandbuch, VDE-Verlag 2000; Jörg Kahlert: Fuzzy Control für Ingenieure, Vieweg Verlag 1995

Workload / Credits:	150 h / 5 Credits, Vorlesung: 30 h, Übungen/Praktika: 30 h, Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung:	1. oder 2. Semester

<b>Kürzel</b> 9M2S8	Modulbezeichnung <b>CFD - Computational-Fluid-Dynamics</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. René Cousin
Dozent/innen:	Prof. Dr.-Ing. René Cousin
Modulziele:	<p>Die Studierenden wissen wie dreidimensionale Strömungs- und Wärmetransportmechanismen in Fluidsystemen stationär und instationär abgebildet werden können (Modellstruktur). Sie kennen die numerischen Lösungsverfahren, die gebräuchlichen Turbulenzmodelle, Wärmestahlungsmodelle und diverse chemische Reaktionsmodelle. Die Kenntnisse sollen so weitreichend sein, dass die Studierenden in der Lage sind, die verwendeten kommerziellen Programme richtig zu konfigurieren, die iterativen Berechnungsabläufe zu steuern sowie Fehler zu erkennen, zu interpretieren und minimieren zu können. Dazu gehört auch, dass Sie die englischsprachigen Programm-Menüs und Handbücher verstehen und zielführend einsetzen können.</p> <p><a href="#">Der Modul vermittelt dabei Methoden- und Problemlösungskompetenz, weil viele praktische Probleme durch mathematische Modellierung der grundlegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten systematisch analysiert und selbständig bearbeitet werden. Der Modul fördert somit die analytischen Fähigkeiten. Die Herausforderung zur modellhaften Abstraktion fördert außerdem Kreativität und Eigeninitiative.</a></p>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung, Aufbau und Möglichkeiten numerischer Strömungssimulation</li> <li>• Mathematische Modellbildung der maßgebenden Transportphänomene (Diskretisierungsmethoden in Raum und Zeit; Finite-Volumen-Methode)</li> <li>• Physikalische Modellgrundlagen der Transportgleichungen für Masse, Impuls und thermischer Energie</li> <li>• Turbulenzmodell in der freien Strömung (RANS, RSM)</li> <li>• Wandfunktionen als Modell für wandnahe Turbulenzen</li> <li>• Wärmeübertragungsmodelle (Leitung, Konvektion und Strahlung)</li> <li>• Massetransport und chemische Reaktion in homogenen Mehrstoffgemischen</li> <li>• Modellierung von Randbedingungen an den Modellraumgrenzen</li> <li>• Aufbau, Form und Gestaltung von Modellgeometrien sowie Berechnungsgittern (2 und 3-dimensional)</li> <li>• Fehlerbetrachtung (Art, Ursache und Vermeidung)</li> </ul>
Lehrmethoden:	Vorlesung (50%), Praktikum mit kommerziellen CFD-Programmen (50%)
Modulprüfung:	Klausur, 90 min (Hilfsmittel: Formelsammlung) und Projektaufgabe (je 50% der Gesamtnote)
Voraussetzungen:	<a href="#">Module: Mathematische Methoden in Naturwissenschaft und Technik</a>

Literaturempfehlung:	Vorlesungsskript: CFD- Simulation von Strömungen und Wärmetransport; J. Ferziger, M. Petric – “Computational methods for Fluid Dynamics“; Wendt, J.F.: Computational Fluid Dynamics, Springer-Verlag, Berlin; Merker, G.P.: Konvektive Wärmeübergang, Springer-Verlag, Berlin Hanel, B.M.: Raumluftrömung, C.F. Müller Verlag, Heidelberg, Griebel, M., Dornseifer, Th., Neunhoeffler, T.: Numerische Simulation in der Strömungstechnik, Vieweg-Verlag, Braunschweig
Workload / Credits	150 h / 5 Credits, Vorlesung: 30 h, Praktikum und Projektarbeit: 60 h, Vor- und Nachbereitung: 60 h
Empfohlene Einordnung:	1. oder 2. Semester

Kürzel 9M2S9	Modulbezeichnung <b>Indoor Environment Quality</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. H. Bley
Dozent/innen:	Prof. Dr.-Ing. H. Bley, Prof. Dr.-Ing. D. Orth, Prof. Dr.-Ing. K. Sommer
Modulziele:	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen und Kriterien für die Konzeption, Auslegung und Überprüfung von haustechnischen Anlagen unter dem Aspekt, dass die Gesundheit der Nutzer nicht beeinflusst wird. Ferner <b>wissen</b> die Studierenden, wie sich z.B. die Wahl von Oberflächenmaterialien auf die Auslegung und den Energiebedarf haustechnischer Anlagen auswirkt.
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen nach CR 1751; Design Criteria for the Indoor Environment</li> <li>• Behaglichkeitsanforderungen, Auswirkung auf Gebäudegestaltung, Systemauswahl und Energiebedarf</li> <li>• Schadstoffe und zulässige Konzentrationen</li> <li>• Auswahl von Oberflächenmaterialien und Auswirkung auf Anlagenkonzepte sowie Energiebedarf</li> <li>• Durchführung von Information und Aufklärung des Auftraggebers und Nutzers</li> <li>• Festlegen der Kriterien für Ausschreibung und Vertragsvereinbarungen</li> <li>• Berechnungsmethoden zur Einhaltung der Vorgaben</li> <li>• Möglichkeiten zur Überprüfung der festgelegten Vorgaben</li> </ul>
Lehrmethoden:	Rechnergestützte Vorlesung (50%) mittels Beamer. Als Lernunterstützung wird die Vorlesung als Datei und als Hardcopy (Skript) zur Verfügung gestellt. Interaktive rechnergestützte Übungen (50%) mittels Beamer und Overheadprojektor; zum Teil auch als Gruppenarbeit.
Leistungsnachweis:	Klausur
Voraussetzungen:	Englischkenntnisse, Grundlagen TGA, Planung und Auslegung von TGA-Systemen und -Anlagen
Literaturempfehlung:	CR 1752, VDI 6022,
Workload./ Credits:	150 h / 5 Credits, Vorlesung: 30 h, Übungen: 30 h, Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung:	1. oder 2. Semester



Kürzel 9M2S10	Modulbezeichnung <b>Gebäude- und Anlagensimulation</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. K. Sommer
Dozent/innen:	Prof. Dr.-Ing. A. Henne, Prof. Dr.-Ing. K. Sommer
Modulziele:	<p>Die Studierenden wissen wie Gebäude und deren Anlagen zum Heizen, Kühlen, Lüften, Klimatisieren und Beleuchten für eine thermisch-energetische Jahressimulation mit Hilfe Praxis bewährter Computerprogrammen modelliert werden können. Die Kenntnisse sollen so weit reichend sein, dass die Studierenden an Hand ausgewählter Praxisbeispiele in der Lage sind, die verwendeten Programme richtig zu konfigurieren und die Ergebnisse zu kontrollieren. Darüber hinaus können die Studierenden auf der Grundlage der Simulationsergebnisse die Anlagenkomponenten bei vorgegebener Komfortklasse im Gebäude ökologisch und ökonomisch bestmöglich auslegen.</p> <p>Der Modul vermittelt dabei Methoden- und Problemlösungskompetenz, weil viele praktische Probleme durch mathematische Modellierung der grundlegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten systematisch analysiert und selbständig bearbeitet werden. Der Modul fördert somit die analytischen Fähigkeiten. Die Herausforderung zur modellhaften Abstraktion fördert außerdem Kreativität und Eigeninitiative.</p>
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektvorbereitung, Ortsbesichtigung, Aufmass</li> <li>• Bedeutung, Aufbau und Möglichkeiten thermisch-energetischer Simulationsprogramme</li> <li>• Grundlagen und praktischer Umgang mit dem Simulationsprogramm TRNSYS</li> <li>• Modellierung des Untersuchungsobjekts</li> <li>• Kalibrierung des Modells und Sensitivitätsanalyse</li> <li>• Systemauswahl heiz- und raumluftechnischer Anlagen auf der Grundlage der Simulationsergebnisse</li> </ul>
Lehrmethoden:	Rechnergestützte Vorlesung (25%) mittels Beamer. Als Lernunterstützung wird die Vorlesung als Datei zur Verfügung gestellt. Interaktive rechnergestützte Übungen (75%) mittels Beamer und Overheadprojektor als Gruppenarbeit.
Leistungsnachweis:	Klausur (50 %), Projektarbeit (50 %)
Voraussetzungen:	Thermodynamik, Wärmeübertragung, Technische Informatik – Grundlagenvertiefung TGA, Heizungstechnik I+II, Klimatechnik I+II.
Literaturempfehlung:	VDI 6020 „Anforderungen an Rechenverfahren zur Gebäude und Anlagensimulation“, ausführliches Manual zu TRNSYS, eigenes Skript, ASHRAE Handbook, VDI 2078, <a href="#">DIN EN 18599</a> , Handbuch der Klimatechnik, einschlägige Normen und Richtlinien.
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits, Vorlesung: 15 h, Übung: 45h, Projekt: 60 h, Vor- und Nachbereitung: 30 h
Empfohlene Einordnung:	1. oder 2. Semester

## Teil 4 Wahlpflichtmodule

Alle Studierenden im Master müssen 2 Wahlpflichtmodule absolvieren. Sie können diese in Abstimmung mit dem Mentor aus den Schwerpunktmodulen aller Masterstudiengänge der Fakultät 09 und ggf. der FH-Köln insgesamt auswählen. Außerdem ist eine Auswahl aus dem folgenden Fächerkatalog möglich, der spezielle Wahlpflichtmodule für Masterstudierende enthält. Die Modulbeschreibungen finden Sie in den entsprechenden Modulhandbüchern.

<i>Teil 4</i>	<i>Wahlpflichtmodule (Liste- fakultätsübergreifend)</i>	<i>Studiengang</i>
9M3W1	Patent- und Vertragsrecht für Ingenieure	RIW
9M1W2	Schweißtechnik II	MB
9M1W3	Mikroprozessortechnik	MB
9M2W4	Spezielle Verfahrenstechnik und Reaktionsprozesskontrolle	VVT
9M1W5	Korrosionsschutz	MB
9M2W6	Recyclingtechnik und nachhaltige Entwicklung	VVT
9M1W7	Instationäre Strömungen	MB
9M1W8	Regelungstechnik II	MB
9M1W9	Digitale Regelungstechnik	MB
9M1W10	Aktorik und Sensorik	MB
9M1W14	Robotik	ME
9M1W26	Polymerreaktionskinetik und Polymerverarbeitung	MB
9M3W15	Bauliche Brandschutzmaßnahmen	RIW
9M3W16	Anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen	RIW
9M3W17	Organisatorische Brandschutzmaßnahmen	RIW
9M3W18	Labor- und Feldanalytik für Rescue Engineering	RIW
9M3W19	Kommunikation (insb. IP-basierende Softwareanwendungen für Leitstellen oder mobile Einheiten)	RIW
9M3W20	Projektmanagement im internationalen Kontext	RIW
9M3W21	Tropentechnologie	MB
9M2W22	Multiphysik	VVT
9M2W23	Molekulare Simulation	VVT
9M2W24	Spezielle Membranprozesse	VVT
9M2W25	Polymerreaktionskinetik und Polymerverarbeitung	VVT
9M2W26	Prozessidentifikation und prädikative Regelung	VVT

Abkürzungen der Studiengänge:

ME = Master of Mechatronics

MB = Master Maschinenbau

RIW = Master Rettungsingenieurwesen

VVT = Master Verfahrenstechnik und Versorgungstechnik

Kürzel	Modulbezeichnung
9M2W4	<b>Spezielle Verfahrenstechnik und Reaktionsprozesskontrolle</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr. Astrid Rehorek
Dozent/innen:	Prof. Dr. Astrid Rehorek
Modulziele:	Die Studierenden erwerben Kenntnisse zu neuen Produktionsverfahren, Wasserbehandlungstechniken und fortgeschrittener Reaktions- und Analysetechnik. Insbesondere verstehen sie nichtinvasive, „chemiefreie“, „sanfte“ und energiesparende Verfahrenstechnik mit z.B. photochemischen, sonochemischen, stereoselektiven oder kombinatorischen Synthesen und Verfahren.
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzipien der Green Chemistry und Auswirkungen auf die Verfahrenstechnik</li> <li>• Energiesparen mit chemischer Verfahrenstechnik</li> <li>• neue Energiequellen für Reaktionen</li> <li>• Kombinatorische Synthese</li> <li>• Verfahrenstechnik mit Ultraschalleinsatz</li> <li>• Mikrosystemtechnik</li> <li>• spezielle Prozessanalysetechnik</li> <li>• moderne industrielle Spezialverfahren</li> <li>• Umweltschutz in der Chemieindustrie und der verarbeitenden Industrie</li> <li>• Massenspektroskopische Prozesskontrolle</li> </ul>
Lehrmethoden:	Exkursionen, Einsatz multimedialer Techniken, größere Praktikumsversuche in Ein- bis Zweiergruppen, ausgewählte Vorlesungsinhalte und Präsentationen im Netz.
Leistungsnachweis:	Präsentation, Klausur
Voraussetzungen:	Abgeschlossenes Bachelor-Studium für Verfahrenstechnik oder ähnliche Ingenieurwissenschaften.
Literaturempfehlung:	E. Hering, K.-H. Modler (Hrsg.) „Grundwissen des Ingenieurs“, fv Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München Wien 2002.  Spezialliteratur, die aktuell semesterweise ausgewählt und bekanntgegeben wird.
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits Vorlesung: 30 h, PC-Übungen 15 h, Praktikum: 15 h Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung	1. oder 2. Semester

Kürzel	Modulbezeichnung
9M2W6	<b>Recyclingtechnik und nachhaltige Entwicklung</b>
Credits	5
Verantwortlich:	Prof. Dr. Michael Rückert
Dozent/innen:	Prof. Dr. Michael Rückert
Modulziele:	Die Studierenden lernen die wichtigsten Recyclingtechniken kennen. Sie erwerben die Erziehung zum nachhaltigen Denken und Handeln als Ingenieure. Sie lernen die politischen und wirtschaftlichen Zusammenhänge kennen.
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung, Grundbegriffe:</li> <li>• Entstehung und Bedeutung der Begriff Nachhaltigkeit, Ökologie, Ökonomie, Recycling, (Rohstoff, Werkstoff, Energie), Handelsbilanz, Ökobilanz, Ökomanagement</li> <li>• Chronologie des Ökomanagements</li> <li>• Brundtland- Bericht, Business Charta for Sustainable Development der ICC, Agenda 21, ASU- Auszeichnung für vorbildliches Ökomanagement, lokale Agendas</li> <li>• Gesetzliche Rahmenbedingungen und Organisationsformen des Produktionsintegrierten Umweltschutzes:</li> <li>• Umweltgesetze und technische Anleitungen, Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Umweltverträglichkeitsprüfung, Umweltschutzbeauftragter, Audits, Zertifizierung</li> <li>• Produktionsintegrierter Umweltschutz in ausgewählten Industriezweigen; „Green Chemistry“</li> <li>• z.B.: Aluminiumherstellung, Schrottreycling, Kraftwerke</li> <li>• Methoden und Handwerkszeuge zur Ökobilanz (Produktlinienanalyse) und zur "Life Cycle Analysis (LCA):</li> <li>• Sachbilanz, Wirkungsbilanz, Bilanzbewertung</li> <li>• Weltanschauliche und gesellschaftspolitische Aspekte:</li> <li>• Naturverständnis, Krankheitsverständnis, Konsumverhalten, Umweltbewußtsein.</li> <li>• Umweltmanagementsystem an der FH Köln</li> <li>• Recyclingsysteme und -verfahren – Sammeln, Trennen, Verwerten von</li> <li>• Nicht- Verpackungsmaterialien: Bioabfälle, Altöl, Brems- und Kühlflüssigkeiten, Altreifen, Farben und Lacke, Metalle, Elektronikschrott, Kraftfahrzeuge, Entladungslampen</li> <li>• Verpackungen: Papier, Alu- Folie, diverse Kunststoffe</li> </ul>
Lehrmethoden / Lehrformen:	Seminar
Leistungsnachweis:	Je 1 Referat, Schriftliche Prüfung 60 Minuten
Voraussetzungen:	keine
Literaturempfehlung:	Hütte- Umweltschutztechnik (insbes. Kap. H), Springer- Verlag <a href="http://www.dkr.de">www.dkr.de</a> Was ist nachhaltig? Vorgeschichte, Verlauf und Ergebnisse der Bundestags-Enquete "Schutz des Menschen und der Umwelt, VCI
Workload / Credits:	150 h/ 5 credits, Seminar: 0 h;Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung	1. oder 2. Semester

Kürzel	Modulbezeichnung
9M2W22	<b>Multiphysik</b>
Credits:	5
Verantwortlich:	Prof. Dr. P. Mausbach
Dozent/innen:	Prof. Dr. P. Mausbach
Modulziele:	Die Studierenden lernen, wie verschiedene Teilgebiete der Physik simultan behandelt werden können. Sie lernen, Feldgleichungen miteinander zu koppeln und können diese dann mit Hilfe des Computers lösen.
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Typische Gleichungen der Multiphysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wärmeleitungsgleichung: Stationäre lineare Wärmeleitung für heterogene Medien, stationäre und instationäre nichtlineare Wärmeleitung</li> <li>○ Diffusionsgleichung</li> <li>○ Wärmeleitung, Konvektions-Diffusions-Gleichung</li> <li>○ Fluidynamische Grundgleichungen, Kontinuitäts- und Navier Stockes-Gleichung</li> <li>○ Wellengleichung am Beispiel der Schallgeschwindigkeit in Gasen</li> </ul> </li> <li>• Randbedingungen vom Dirichlet-, Neumann- und Robin-Typ</li> <li>• Multiphysik als Kopplung dieser Gleichungen (Felder)</li> <li>• Spezielle Vertiefung in Multiphasenphysik: Phasenübergänge, Mikroströmungen oder Partikel-Kontinuums-Kopplung</li> <li>• Die Vorlesung wird ergänzt durch ein Praktikum, bei dem FEMLAB und Visual-DSMC (Direct Simulation Monte Carlo Method) als Software eingesetzt werden.</li> </ul>
Lehrmethoden:	Vorlesung (50%), PC-Übungen (50%).
Leistungsnachweis:	Klausur
Voraussetzungen:	Mathematische Methoden in Naturwissenschaft und Technik
Literaturempfehlung:	W. Zimmerman: Process Modelling and Simulation with Finite Element Methods, World Scientific Publ., 2004
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits Vorlesung: 30 h, PC-Übungen: 30 h Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung	1. oder 2. Semester

Kürzel 9M2W23	Modulbezeichnung <b>Molekulare Simulation</b>
Credits:	5
Verantwortlich:	Prof. Dr. P. Mausbach
Dozent/innen:	Prof. Dr. P. Mausbach
Modulziele:	Die Studierenden werden in die wichtigsten numerischen Aspekte und Algorithmen der Molekularen Simulation eingeführt, so dass sie eigene Projekte mit Hilfe dieser Methode bearbeiten können.
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Molekulare Simulation stellt eine Methode zur detaillierten mikroskopischen Modellierung auf molekularer Ebene dar. Sie erlaubt grundsätzlich die Bestimmung aller Eigenschaften der Materie im festen, flüssigen und gasförmigen Zustand ausgehend vom Wechselwirkungsmechanismus der am System beteiligten Atome oder Moleküle. Die Molekulare Simulation findet Anwendungen in Physik, Chemie, Biochemie, Material- und Ingenieurwissenschaften.</li> <li>• Methoden und Algorithmen zur Simulation von Materie im festen- und flüssigen Zustand mit der Molekulardynamischen Computersimulation</li> <li>• Verschiedene Monte-Carlo-Methoden</li> <li>• Methoden und Algorithmen zur Simulation von Materie im gasförmigen Zustand mit der Direkt Simulation Monte Carlo (DSMC) - Methode</li> </ul>
Lehrmethoden:	Vorlesung (50%), PC-Übungen (50%).
Leistungsnachweis:	mündliche Prüfung
Voraussetzungen:	Mathematische Methoden in Naturwissenschaft und Technik
Literaturempfehlung:	D. Frenkel; B. Smit: Understanding Molecular Simulation – From Algorithms to Applications, 2nd Ed., Academic Press, 2002.
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits Vorlesung: 30 h, PC-Übungen 30 h Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung	1. oder 2. Semester

Kürzel 9M2W24	Modulbezeichnung <b>Spezielle Membranprozesse</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. Gerd Braun
Dozent/innen:	Prof. Dr.-Ing. Gerd Braun
Modulziele:	Die Studierenden lernen die wichtigsten neuen Entwicklungen auf dem Gebiet der Membranprozesse kennen und bewerten. Dazu gehören sowohl Entwicklungen, die die Membranen an sich und die Modulbauweisen betreffen als auch Entwicklungen, die die Membran-Verfahrenstechnik betreffen. Die Studierenden lernen, eigene Forschungs- und Entwicklungsergebnisse an den Entwicklungen der einschlägigen Fachwelt zu relativieren.
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung und neue Materialien von Membranen</li> <li>• Weiterentwicklung der Stofftransportmodelle und Berechnung der Stofftransportwiderstand</li> <li>• Neue Modulbauformen</li> <li>• Berechnen der Hydraulik in Membranmodulen</li> <li>• Druckgetriebene Membranprozesse: Umkehrosmose, Nanofiltration, Ultrafiltration, Mikrofiltration</li> <li>• Weitere Membranverfahren: Elektrodialyse, Dialyse, Diafiltration, Pervaporation und Dampfpermeation, Gastrennung</li> <li>• Membranreaktoren</li> <li>• Integration von Membranprozessen in Gesamtverfahren</li> <li>• Neue Erkenntnisse zur Vorbehandlung von Wässern, Scaling und Fouling</li> </ul>
Lehrmethoden:	Vorlesung, Übungen, Praktikum
Leistungsnachweis:	Mündliche Prüfung, 30 min
Voraussetzungen:	
Literaturempfehlung:	Braun, Foliensammlung, Katalog Übungsaufgaben Thomas Melin, Robert Rautenbach, Membranverfahren
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits, Vorlesung: 30 h, Übungen: 15 h, Praktikum: 15 h, Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung:	MA – Semester M2

Kürzel	Modulbezeichnung
9M2W25	<b>Polymerreaktionstechnik und Polymerverarbeitung</b>
Verantwortlich:	Prof. Dr.-Ing. Martin Bonnet
Dozent/innen:	Prof. Dr.-Ing. Martin Bonnet
Modulziele:	Die Studierenden lernen die speziellen fachlichen Aspekte und die wissenschaftliche Methodik der Polymerreaktionstechnik und der Polymerverarbeitung kennen. Sie erarbeiten sich anhand praktischer Fragestellungen der aktuellen Forschung die Reaktionstechnik, die Synthese, die Weiterverarbeitung und das Recycling von ausgewählten Polymeren
Modulinhalte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literaturrecherche und Informationsbeschaffung</li> <li>• Lesen, verstehen und verarbeiten von Informationen wissenschaftlicher Publikationen</li> <li>• Rohstoffe, Stoffwerte und Qualitätsparameter</li> <li>• Reaktionen, Reaktionsmechanismen und Kinetik</li> <li>• Nebenreaktionen und Polymerabbau</li> <li>• Phasengleichgewicht, Diffusion und Stoffübergang</li> <li>• Katalysemechanismen und Katalysatoren</li> <li>• Additive, Farbstoffe, Stabilisatoren und Comonomere</li> <li>• Spezielles Prozess Design und Prozessmodellierung</li> <li>• Mechanisches und Chemisches Recycling</li> <li>• Grundlagen der Extrusion</li> <li>• Anwendungsgebiete der Extrusion: Granulierung, Profiextrusion, Blasfolienherstellung, Beschichtung, Flaschenherstellung (Streck-Blasen), Coextrusion</li> <li>• Kalandrieren</li> <li>• Grundlagen des Spritzgießens</li> <li>• Spezielle Anwendungsgebiete des Spritzgießens: Schaumspritzguss, Sandwichspritzguss, Reaktionsspritzguss (RIM)</li> <li>• Faserspinnen</li> <li>• Thermoformen</li> <li>• Kunststoffschweißen: Warmgasschweißen, Heizelementschweißen, Heizelementstumpfschweißen, Heizelementmuffenschweißen, Laserschweißen, Reibschweißen, Ultraschallschweißen</li> <li>• Aktuelle wissenschaftliche Entwicklungen im Bereich polymerer Werkstoffe und deren Verarbeitung</li> </ul>
Lehrmethoden:	Seminar (75 %), Praktikum (25 %)
Leistungsnachweis:	mündliche Prüfung
Voraussetzungen:	Grundlagenwissen in organischer Chemie, physikalischer Chemie und Werkstoffkunde



Literaturempfehlung:	Elias, H.-G.: Makromoleküle, Wiley-VCH, 2002 Scheirs; J.; Long (Ed.), T.E. Modern Polyesters: Chemistry and Technology of Polyesters and Copolymers, John Wiley, 2003 Schwarz, Eberling, Furth: Kunststoffverarbeitung, Vogel Fachbuch, 2005 Michaeli, W.: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Hanser Fachbuchverlag, 2006
Workload / Credits:	150 h / 5 Credits, Seminar: 30 h, Praktikum: 30 h, Vor- und Nachbereitung: 90 h
Empfohlene Einordnung	1. oder 2. Semester

<b>Kürzel</b>	<b>Modulbezeichnung</b>
9M2W26	<b>Prozessidentifikation und prädiktive Regelung</b>
<b>Verantwortlich:</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Haber
<b>Dozent/innen:</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Haber
<b>Modulziele:</b>	Die Studenten verstehen das Prinzip und die Wirkungsweise der vorausschauenden (prädiktiven) Regelung. Sie sind in der Lage dynamische Modelle experimentell zu bestimmen. In Kenntnis des Prozessmodells können sie einfache Algorithmen der prädiktiven Regelung herleiten. Der Modul fördert eine interdisziplinäre Denk- und Handlungsweise.
<b>Modulinhalte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der prädiktiven Regelung, Vorteile der prädiktiven Regelung</li> <li>• Prozessmodelltypen, Modellbeschreibungen</li> <li>• Modellbildung mittels Parameterschätzverfahren</li> <li>• Wahl vom Testsignal für die Prozessidentifikation</li> <li>• Prädiktive Zweipunktregelung</li> <li>• Regelung linearer Eingrößenprozesse</li> <li>• Wirkung der Einstellparameter auf das Regelungsverhalten, Einstellregeln</li> <li>• Mehrgrößenregelung (z.B. Zweigrößenregelung), Entkopplung der Regelkreise</li> <li>• Regelung nichtlinearer Eingrößenprozesse</li> <li>• Fallbeispiele: (Spritzgießmaschine, Ofen, Destillationskolonne)</li> <li>• Vorstellung kommerzieller Programmpakete zur prädiktiven Regelung</li> </ul>
<b>Lehrmethoden:</b>	Vorlesung, Übung
<b>Leistungsnachweis:</b>	Mündliche Prüfung
<b>Voraussetzungen:</b>	Grundkenntnisse der Regelungstechnik
<b>Literaturempfehlung:</b>	<p>Isermann, R.: Identifikation dynamischer Systeme, Springer, Berlin, 1988.</p> <p>Dittmar, R., B.-M. Pfeiffer: Modellbasierte prädiktive Regelung, Oldenbourg Verlag, 2005</p> <p>Camacho, E.F., C. Bordons: Model Predictive Control, Springer, Berlin, 2003</p> <p>Haber, R., R. Bars, U. Schmitz: Prädiktive Regelung, Skript.</p>
<b>Workload / Credits:</b>	150 h/ 5 Credits, Vorlesung: 30 h, Übungen: 30 h, Vor- und Nachbereitung: 90 h
<b>Empfohlene Einordnung (Semester):</b>	M2

## Teil 5

### Einbindung der F & E Aktivitäten in die Lehre

#### Liste der Master-Module mit direktem F & E- Bezug

Dozent	Kürzel	Bezeichnung des Moduls	analoge F & E- Aktivitäten des Dozenten (siehe auch Publikationsliste & Drittmittelvorhaben)
H. Bley	9M2S6	TGA und Gebäude	Entwicklung von Kompaktgeräten zur Beheizung von Wohngebäuden im Rahmen der Wohnungslüftung. Die Erkenntnisse fließen mit ein die Gestaltung und Mitarbeit bei Normen und Vorschriften für Wohnungslüftung und Infiltration sowie deren Heizlastermittlungen. Untersuchungen zur Keimfreihaltung im Krankenhausbereich.
H. Bley	9M2S9	Indoor Environment Quality	Behaglichkeitsuntersuchungen im Aufenthaltsbereich. Akustische Untersuchungen (Schalleistung, Schallpegel) im Bereich der Strömungsakustik für RLT-Anlagenkomponenten.
G. Braun	9M2S4	Fluidverfahrenstechnik und Mischphasenthermodynamik	Extraktion mit überkritischen CO <sub>2</sub>
G. Braun	9M3S16	Spezielle Membranprozesse	Silikat-Scaling von Umkehrosomose-membranen
R. Cousin	9M2S8	CFD - Computational-Fluid-Dynamics	CFD-Simulation von: natürlicher Konvektion, Raumströmungen, Brandrauchausbreitung, 2-Phasen-Strömungen, Particle-Tracing
R. Haber	9M2S2	Prozessdatenauswertung und APC	Prozessidentifikation, vorausschauende (prädiktive) Regelung linearer und nichtlinearer Prozesse, prädiktive Regelung der Destillation und in der Abwasserreinigung, Vorhersage des Messgeräteaustauschs anhand statistischer Auswertung
A. Rehorek	9M2S5	Prozessanalytik und generelles Monitoring	Verfahrensentwicklung und Prozessoptimierung mittels Online-LC/LC-MS-Reaktorkontrolle zur Ermittlung der Prozessparameter sowie kinetischer und reaktionsmechanistischer Daten
Th. Rieckmann	9M2S3	Prozesssimulation und Modellierung	Verfahrenstechnische Prozessentwicklung, PET-Recycling, Prozesssimulation -Reaktionskinetik, Verbrennung und Pyrolyse
K. Sommer	9M2S10	Gebäude- und Anlagensimulation	Gebäude- und Anlagensimulation für: Bewertung und Vorhersage des thermischen Raumkomforts, Energieeffizienzsteigerung im Gebäude durch optimierten Anlagenbetrieb, Erhöhung des Einsatzes regenerativer Energien für Gebäude, Systemauswahl unter ökologischen und ökonomischen Kriterien.

G. Steinborn	9M2S1	Integrierte Anlagenplanung	Anlagen- und Rohrleitungsplanung für verfahrenstechnische Prozesse mit dem kommerziellen CAE-Programm „Conval“
R. Talebi-Daryani	9M2S7	Gebäudeautomation II	Fuzzy Logik basierte Energiemanagement Kommunikationsbasierte Gebäudeautomation
A.Henne	9M214/21	Masterprojekt	Entwicklung und Realisierung eines zukunftsweisenden Klima- / Kältetechnik- Anlagensystems (Merkmale u.a.: umschaltbare Wärmepumpe/Kältemaschine, Verdunstungskühlung, Entrauchungsfunktion, Freiluftkühlung, PCM-Energiespeicherung, Ozonierung, Aktivschalldämpfung) unter den Aspekten Kostenminimierung im Bereich Energie und Investition sowie Hygiene/Behaglichkeit.