



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Inhaltsverzeichnis

<b>100</b>	<b>Spezialisierungsmodule</b>	<b>6</b>
15910	Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse	7
15930	Prozess- und Anlagentechnik	9
18050	Molekulare Theorie der Materie	12
18060	Grundlagen der Grenzflächenverfahrenstechnik	14
18080	Transportprozesse disperser Stoffsysteme	16
18090	Numerische Methoden II	18
<b>200</b>	<b>Vertiefungen</b>	<b>19</b>
201	Vertiefungsmodul Apparate- und Anlagentechnik	20
18100	CAD in der Apparatechnik	21
18110	Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatechnik	23
18120	Mischtechnik	25
18130	Maschinen und Apparate der Trenntechnik	27
18140	Rechnergestützte Projektierungsübung	29
18150	Konstruktion von Wärmeübertragern	31
18160	Berechnung von Wärmeübertragern	33
202	Vertiefungsmodul Biomedizinische Verfahrenstechnik	35
18170	Biomedizinische Verfahrenstechnik I	36
18180	Biomedizinische Verfahrenstechnik II	38
203	Vertiefungsmodul Bioverfahrenstechnik	40
13690	Metabolic Engineering	41
18190	Prinzipien der Stoffwechselregulation	43
18200	Bioproduktaufarbeitung	45
18210	Bioreaktionstechnik	47
18220	Einführung in die Gentechnik	49
18230	Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik	51
204	Vertiefungsmodul Chemische Verfahrenstechnik	53
15570	Chemische Reaktionstechnik II	54
15580	Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen	56
17930	Vertiefte Grundlagen der technischen Verbrennung	58
18140	Rechnergestützte Projektierungsübung	59
18260	Polymer-Reaktionstechnik	61
205	Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik	63

**Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik**

---

11350	Grundlagen der Luftreinhaltung .....	64
15370	Thermal Waste Treatment .....	66
15430	Measurement of Air Pollutants .....	68
15440	Firing Systems and Flue Gas Cleaning .....	71
15960	Kraftwerksanlagen .....	74
15970	Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen .....	76
16020	Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme .....	79
18150	Konstruktion von Wärmeübertragern .....	82
18160	Berechnung von Wärmeübertragern .....	84
18270	Simulation solarthermischer Anlagen .....	86
18280	Kältetechnik .....	88
18290	Kraft-Wärme-Kältekopplung (BHKW) .....	90
18300	Solartechnik I .....	92
18310	Numerische Methoden in der Energietechnik .....	94
18320	Solartechnik II .....	96
18330	Thermophysikalische Stoffeigenschaften .....	98
18340	Wärmepumpen .....	101
18350	Optimale Energiewandlung .....	103
18360	Rationelle Wärmeversorgung .....	105
206	Vertiefungsmodul Grenzflächenverfahrenstechnik .....	107
18370	Vertiefungsfach Grenzflächenverfahrenstechnik .....	108
207	Vertiefungsmodul Kunststofftechnik .....	111
18020	Kunststofftechnologie .....	112
18380	Kunststoffverarbeitung 1 .....	114
18390	Kunststoffverarbeitung 2 .....	116
18400	Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen .....	118
18410	Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling .....	120
18420	Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe .....	122
18430	Thermografie .....	124
18440	Material Characterization with Elastic Waves .....	126
18450	Keramische Werkstoffe .....	128
18460	Zerstörungsfreie Prüfung .....	130
18470	Zerstörungsfreie Prüfung (Übungen) .....	132
208	Vertiefungsmodul Lebensmitteltechnik .....	134
209	Vertiefungsmodul Mechanische Verfahrenstechnik .....	135
18120	Mischtechnik .....	136
18130	Maschinen und Apparate der Trenntechnik .....	138
18500	Mehrphasenströmungen .....	140
18510	Modellbildung und Simulation von Strömungen .....	142
18520	Numerische Berechnung mehrphasiger Strömungen .....	144

**Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik**

---

18530	Strömungs- und Partikelmesstechnik .....	146
18540	Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik .....	148
18550	F&E Management und kundenorientierte Produktentwicklung .....	150
210	Vertiefungsmodul Methoden der Systemdynamik .....	152
18560	Methoden der Systemdynamik .....	153
211	Vertiefungsmodul Regelungstechnik .....	156
12260	Mehrgrößenregelung .....	157
18600	Prozessführung in der Verfahrenstechnik .....	159
18610	Konzepte der Regelungstechnik .....	161
18620	Optimal Control .....	163
18630	Robust Control .....	165
18640	Nonlinear Control .....	167
212	Vertiefungsmodul Textiltechnik .....	169
18650	Textiltechnik 1 .....	170
18660	Textiltechnik 2 .....	172
18670	Faserverbundtechnik .....	174
213	Vertiefungsmodul Thermische Verfahrenstechnik .....	176
15880	Thermodynamik der Gemische II .....	177
15890	Thermische Verfahrenstechnik II .....	179
15900	Diffusion und Stoffübertragung .....	181
18680	Molekulare Thermodynamik .....	183
214	Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik .....	185
11350	Grundlagen der Luftreinhaltung .....	186
15370	Thermal Waste Treatment .....	188
15430	Measurement of Air Pollutants .....	190
15440	Firing Systems and Flue Gas Cleaning .....	193
15460	Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen .....	196
15470	Studienarbeit zu Luftreinhaltung und Abgasreinigung .....	198
15480	Ambient Air Quality .....	200
15490	Air Quality Management .....	202
15950	Kraftwerksabfälle .....	204
18120	Mischtechnik .....	206
18130	Maschinen und Apparate der Trenntechnik .....	208
18500	Mehrphasenströmungen .....	210
<b>300</b>	<b>Wahlmodule .....</b>	<b>212</b>
301	technisches Wahlfach 1 anerkannt .....	213
302	technisches Wahlfach 2 anerkannt .....	214
303	technisches Wahlfach anerkannt .....	215
10050	Bildverstehen .....	216
11350	Grundlagen der Luftreinhaltung .....	218



---

12260	Mehrgrößenregelung .....	220
13690	Metabolic Engineering .....	222
15370	Thermal Waste Treatment .....	224
15430	Measurement of Air Pollutants .....	226
15440	Firing Systems and Flue Gas Cleaning .....	229
15460	Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen .....	232
15470	Studienarbeit zu Luftreinhaltung und Abgasreinigung .....	234
15480	Ambient Air Quality .....	236
15490	Air Quality Management .....	238
15570	Chemische Reaktionstechnik II .....	240
15580	Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen .....	242
15880	Thermodynamik der Gemische II .....	244
15890	Thermische Verfahrenstechnik II .....	246
15900	Diffusion und Stoffübertragung .....	248
15950	Kraftwerksabfälle .....	250
15960	Kraftwerksanlagen .....	252
15970	Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen .....	254
16020	Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme .....	257
18020	Kunststofftechnologie .....	260
18100	CAD in der Apparatechnik .....	262
18110	Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatechnik .....	264
18120	Mischtechnik .....	266
18130	Maschinen und Apparate der Trenntechnik .....	268
18140	Rechnergestützte Projektierungsübung .....	270
18150	Konstruktion von Wärmeübertragern .....	272
18160	Berechnung von Wärmeübertragern .....	274
18190	Prinzipien der Stoffwechselregulation .....	276
18200	Bioproduktaufarbeitung .....	278
18210	Bioreaktionstechnik .....	280
18220	Einführung in die Gentechnik .....	282
18230	Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik .....	284
18240	Systembiologie, Teil I und II .....	286
18250	Bioanalytik in der Systembiologie .....	288
18260	Polymer-Reaktionstechnik .....	290
18270	Simulation solarthermischer Anlagen .....	292
18280	Kältetechnik .....	294
18290	Kraft-Wärme-Kältekopplung (BHKW) .....	296
18300	Solartechnik I .....	298
18310	Numerische Methoden in der Energietechnik .....	300
18320	Solartechnik II .....	302

**Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik**

---

18330	Thermophysikalische Stoffeigenschaften .....	304
18340	Wärmepumpen .....	307
18350	Optimale Energiewandlung .....	309
18360	Rationelle Wärmeversorgung .....	311
18380	Kunststoffverarbeitung 1 .....	313
18390	Kunststoffverarbeitung 2 .....	315
18400	Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen .....	317
18410	Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling .....	319
18420	Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe .....	321
18430	Thermografie .....	323
18440	Material Characterization with Elastic Waves .....	325
18450	Keramische Werkstoffe .....	327
18460	Zerstörungsfreie Prüfung .....	329
18470	Zerstörungsfreie Prüfung (Übungen) .....	331
18500	Mehrphasenströmungen .....	333
18510	Modellbildung und Simulation von Strömungen .....	335
18520	Numerische Berechnung mehrphasiger Strömungen .....	337
18530	Strömungs- und Partikelmesstechnik .....	339
18540	Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik .....	341
18550	F&E Management und kundenorientierte Produktentwicklung .....	343
18570	Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme (für Verfahrenstechniker) .....	345
18580	Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung (für Verfahrenstechniker) .....	347
18590	Simulationstechnik (für Verfahrenstechniker) .....	349
18600	Prozessführung in der Verfahrenstechnik .....	351
18610	Konzepte der Regelungstechnik .....	353
18620	Optimal Control .....	355
18630	Robust Control .....	357
18640	Nonlinear Control .....	359
18680	Molekulare Thermodynamik .....	361
<b>900</b>	<b>Schlüsselqualifikationen fachübergreifend .....</b>	<b>363</b>
901	Kompetenzbereich 1: Methodische Kompetenzen .....	364
902	Kompetenzbereich 2: Soziale Kompetenzen .....	365
903	Kompetenzbereich 3: Kommunikative Kompetenzen .....	366
904	Kompetenzbereich 4: Personale Kompetenzen .....	367
905	Kompetenzbereich 5: Recht, Wirtschaft, Politik .....	368
906	Kompetenzbereich 6: Naturwissenschaftlich-technische Grundlagen .....	369
<b>19480</b>	<b>Industriepraktikum .....</b>	<b>370</b>



**Modul 100 Spezialisierungsmodule**

zugeordnet zu: Studiengang

---

Zugeordnete Module:	15910	Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse
	15930	Prozess- und Anlagentechnik
	18050	Molekulare Theorie der Materie
	18060	Grundlagen der Grenzflächenverfahrenstechnik
	18080	Transportprozesse disperser Stoffsysteme
	18090	Numerische Methoden II

---

---



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15910 Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse

zugeordnet zu: Modul 100 Spezialisierungsmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041110010
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Ulrich Nicken

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ulrich Nicken</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Spezialisierungsmodul, Pflicht, 1</li><li>• Umweltschutztechnik Master, Kernmodul, 1</li><li>• Technische Kybernetik Bachelor, Kernmodul, 5</li></ul>
Lernziele:	Die Studierende haben detaillierte Kenntnisse auf dem Gebiet der Modellreduktion, Modellierungssystematik und Prozessauslegung
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aufstellen der Bilanzgleichungen für Masse, Energie und Impuls unter Berücksichtigung aller relevanten physikalischer und chemischer Phänomene und unter Einbeziehung der Mehrstoffthermodynamik.</li><li>• Strukturierte Modellierung ideal durchmischter und örtlich verteilter Systeme, Methoden zur Modellvereinfachung.</li><li>• Analyse der nichtlinearen Dynamik verfahrenstechnischer Systeme</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bird, Stewart, Lightfoot. Transport Phenomena, John Wiley. New York</li><li>• Stephan, Mayinger. Thermodynamik Band 2, 12.te Auflage, Springer, Berlin</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 159101 Vorlesung Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse</li><li>• 159102 Übung Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsleistungen:	Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	Vorlesung, Übungen: Tafelanschrieb, Beamer
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15911 Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15930 Prozess- und Anlagentechnik

zugeordnet zu: Modul 100 Spezialisierungsmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	077421015
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Clemens Merten

Dozenten: • Clemens Merten

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Verfahrenstechnik Master, Spezialisierungsmodul, Pflicht, 1;  
• Umweltschutztechnik Master, Ergänzungsmodul, Wahl, 1

Lernziele: Die Studierenden kennen die Phasen, Methoden und die Vorgehensweisen innerhalb des methodischen Entwicklungsprozesses verfahrenstechnischer Prozesse und Anlagen.  
Die Studierenden können wichtige Entwicklungsmethoden in kooperativen Lernsituationen (Gruppenarbeit) anwenden und ihre Ergebnisse.

### Erworbene Kompetenzen: Die Studierenden

- können die Aufgaben des Bereiches „Prozess- und Anlagentechnik“ in Unternehmen einordnen,
- beherrschen die grundlegenden Wirkungsweisen und Zusammenhänge verfahrenstechnischer (mechanische, thermische und reaktionstechnische) Prozesse, Apparate und Anlagen,
- verstehen Stoff-, Energie- und Informationsumsatz im technischen System Anlage,
- kennen die Grundlagen des Managements für die Abwicklung eines Anlagenprojektes,
- kennen die Hauptvorgänge (Machbarkeitsstudie, Ermittlung der Grundlagen, Vor-, Entwurfs- und Detailplanung) der Anlagenplanung,
- sind mit wichtigen Methoden der Anlagenplanung vertraut und können diese zielführend anwenden,
- können verfahrenstechnische Planungsaufgaben definieren, analysieren, lösen und dokumentieren

Inhalt: **Systematische Übersicht zur Prozesstechnik:**



Wirkprinzipien, Auslegung und anwendungsbezogene Auswahl von Apparaten und Maschinen

**Aufgaben und Ablauf des Anlagenbaus und der Anlagenplanung:**

Methodik der Projektführung; Kommunikation und Technische Dokumentation in der Anlagenplanung (Verfahrensbeschreibung, Fließbilder); Auswahl und Einbindung von Prozessen und Ausrüstungen in eine Anlage; Auslegung von Förderanlagen; Räumliche Gestaltung (Bauweise, Lageplan, Aufstellungsplan, Rohrleitungsplanung); Aufgaben der Spezialprojektierung - Prozessleittechnik, Dämmung und Stahlbau; Termin-, Kapazitäts- und Kostenplanung.

Behandlung von Planungsbeispielen ausgewählter Anlagen

Literatur / Lernmaterialien:

- Merten, C.: Skript zur Vorlesung, Übungsunterlagen Ergänzende Lehrbücher:Sattler, K.;
- Kasper, W.: Verfahrenstechnische Anlagen. Planung, Bau und Betrieb. WILEY-VCH
- Hirschberg, H.-G.: Handbuch Verfahrenstechnik und Anlagenbau. Chemie, Technik und Wirtschaftlichkeit. Springer-Verlag
- Bernecker, G.: Planung und Bau verfahrenstechnischer Anlagen. Springer-Verlag

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 159301 Vorlesung Prozess- und Anlagentechnik
- 159302 Übung Prozess- und Anlagentechnik
- 159303 Exkursion Prozess- und Anlagentechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 50 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:130h

Gesamt: 180 h

Prüfungsleistungen:

- Prozess- und Anlagentechnik, 0.25, mündlich, 20 min
- Prozess- und Anlagentechnik, 0.75, schriftlich, 120 min

Medienform:

- Vorlesungsskript
- Übungsunterlagen
- kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien

Prüfungsnummer/n und -name:

- 15931 Prozess- und Anlagentechnik schriftlich
- 15932 Prozess- und Anlagentechnik mündlich



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Umweltschutztechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18050 Molekulare Theorie der Materie

zugeordnet zu: Modul 100 Spezialisierungsmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	030720905
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Frank Gießelmann

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

MSc Verfahrenstechnik, Pflichtmodul, 1. Semester

Lernziele:

Die Studierenden

- erkennen den mikroskopischen Ursprung makroskopischer Eigenschaften und
- wenden das Wissen über Struktur-Eigenschaftsbeziehungen in ihrem eigenen Fach an

Inhalt:

### **Grundlagen der statistischen Thermodynamik und**

**Gastheorie:** Beschreibung des molekularen Zustands eines Systems und Berechnung von makroskopischen Größen, Berechnung der Inneren Energie und der Freien Energie, molekular-statistische Herleitung der idealen Gasgleichung, Herleitung der Virialgleichung für reale Gase, Potentiale, reale Gase, zweiter Virialkoeffizient, Schallgeschwindigkeit in Gasen, kinetische Gastheorie, Druck und mittlere translatorische kinetische Energie, Maxwell-Boltzmann-Verteilung, mittlere freie Weglänge, Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion in der Gasphase, Transporterscheinungen bei Gasen

**Theorie kondensierter Phasen:** Atomare Flüssigkeiten, Begriff der Korrelationsfunktion, Paarverteilungs- und Paarkorrelationsfunktion, theoretische Berechnung der Paarverteilungsfunktion, Modellierung mikroskopischer Strukturen, atomare und ionische Festkörper, Van der Waals

Festkörper, Ionenkristalle, Salzschnmelzen, molekulare Systeme, zwischenmolekulare Wechselwirkungen, Atom-Atom-Näherung, winkelabhängige Potentiale, Multipolentwicklung, Dipolmomente und Polarisierbarkeiten, Wasserstoffbrücken, molekulare Flüssigkeiten aus sphärischen und nichtsphärischen Molekülen, ionische Flüssigkeiten, überkritische Systeme, molekulare



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Festkörper aus sphärischen und nichtsphärischen Molekülen,  
makroskopisch anisotrope Systeme, Flüssigkristalle

Literatur / Lernmaterialien:

Donald A. McQuarrie, John D. Simon: *Physical Chemistry, a molecular approach*, Sausalito, Calif. (University Science Books) 1997

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 180501 Vorlesung Molekulare Theorie der Materie
- 180502 Übung Molekulare Theorie der Materie

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 28 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 62 h

Gesamt: 90 h

Prüfungsleistungen:

Molekulare Theorie der Materie, 1.0, schriftlich, 90 min

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18051 Molekulare Theorie der Materie

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18060 Grundlagen der Grenzflächenverfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 100 Spezialisierungsmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041400001
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Thomas Hirth

Dozenten:

- Günter Tovar
- Thomas Hirth

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- Verfahrenstechnik Master; Spezialisierungsmodul; Pflicht; 1
- Medizintechnik Master; Spezialisierungsmodul; Pflicht; 1

Lernziele:

Die Studierenden

- beherrschen die Thermodynamik von Grenzflächen-erscheinungen
- kennen die grundlegenden Zwei-Phasen-Kombinationen von Grenzflächen (flüssig/gasförmig, flüssig/flüssig, fest/gasförmig, fest/flüssig, fest/fest) und ihre physikalisch-chemischen Eigenschaften
- wissen um Einsatz und Anwendungen der Grenzflächenphänomene in der Verfahrenstechnik

Inhalt:

- Grundlagen der Thermodynamik von Grenzflächenerscheinungen
- Grundlagen der Grenzflächenkombination flüssig-gasförmig (Oberflächenspannung, Schäume)
- Grundlagen der Grenzflächenkombination flüssig-flüssig (Emulsionen, Grenzflächenspannung)
- Grundlagen der Grenzflächenkombination fest-gasförmig (Adsorption, Gaschromatographie, Aerosole)
- Grundlagen der Grenzflächenkombination fest-flüssig (Benetzung, Reinigung, Flüssigkeitschromatographie)
- Grundlagen der Grenzflächenkombination fest-fest (Adhäsion, Schmierung)

Literatur / Lernmaterialien:

- Hirth, Thomas und Tovar, Günter, Grundlagen der Grenzflächenverfahrenstechnik, Vorlesungsmanuskript.
- Stokes, Robert und Evans, D. Fenell, Fundamentals of Interfacial Engineering, Wiley-VCH.Dörfler, Hans-Dieter, Grenzflächen- und Kolloidchemie, Wiley-VCH



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 180601 Vorlesung Grundlagen der Grenzflächenverfahrenstechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Nachbearbeitungszeit Prüfungsvorbereitung: 63h

Gesamt: 84h

Prüfungsleistungen:

Grundlagen der Grenzflächenverfahrenstechnik, 1.0, schriftlich, 90 min

Medienform:

Beamer und Overhead-Präsentation, Tafelanschrieb

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18061 Grundlagen der Grenzflächenverfahrenstechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18080 Transportprozesse disperser Stoffsysteme**

zugeordnet zu: Modul 100 Spezialisierungsmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	077461003
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	3.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	unregelmäßig
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Spezialisierungsmodul, Pflicht, 1;

Lernziele: Die Studierenden sind in der Lage verfahrenstechnische, ein- und mehrphasige Prozesse zu analysieren und zu modellieren. Sie können einzelnen Termen in Modellgleichungen ihre physikalische Bedeutung zuordnen und Differentialgleichungssysteme durch geeignete Rechenmethoden vereinfachen und lösen.

Inhalt:

**Einphasige Strömung:**

- Navier-Stokes-Gleichungen im Relativ- und Zylinderkoordinatensystem
- Methoden zur näherungsweisen Lösung der Navier-Stokes-Gleichungen
- Analytische Lösung des technischen Problems „Kühlung von Walzblechen“ durch Modellreduktionen und Näherungslösungen; Anwendung der Ähnlichkeitsmechanik; Vergleich mit experimentellen Daten

**Mehrphasige Strömungen:**

- Beschreibung der Phasengrenze bei einer Strangentgasung durch Transformation in ein neues Koordinatensystem; Separationsansatz als Lösungsmethode für partielle Differentialgleichungssysteme; Besselsche Funktionen
- Modellierung und Simulation der Kapillardruckmethode zur Bestimmung der Filterfeinheit; Aufzeigen der Grenzen der Kapillardruckmethode
- Herleitung der Euler-Euler-Gleichungen; Diskussion des Wechselwirkungsterm im fest-flüssig-System
- Kritische Gas-Feststoffströmung; Herleitung der kritischen Massenstromdichte;



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hydrodynamische Instabilitäten; Übergang von laminarer zu turbulenter Strömung; Lösungsansatz: Methode der kleinen Schwingungen; Galerkinverfahren</li><li>• Strahlerfall bei Zerstäubungsvorgängen feststoffbeladener Flüssigkeit</li><li>• Auslegung und Optimierung von Venturi-Wäschern bei der Gasreinigung</li><li>• Auslegung hochbelasteter Prozesszyklone bei Entstaubungsprozessen</li><li>• Ansatz zur Beschreibung der Impaktion von Partikeln/Tropfen am Beispiel des Kaskadenimpaktors</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bird, R. B., Stewart, W. E., Lightfoot, E. N.: "Transport Phenomena", Wiley International Edition</li><li>• Schlichting, H.: „Grenzschicht Theorie“, Verlag Braun</li><li>• Drazin, P. G., Reid, W. H.: „Hydrodynamic Instability“, Cambridge University Press</li><li>• Chandrasekhar, S.: "Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability", Dover Publications, Inc. New York</li><li>• Veröffentlichungen zu den skizzierten Themenstellungen</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 180801 Vorlesung Transportprozesse disperser Stoffsysteme</li><li>• 180802 Übung Transportprozesse disperser Stoffsysteme</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 32 h  Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 148 h  Gesamt: 180h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Transportprozesse disperser Stoffsysteme, 1.0, mündlich, 30
Medienform:	PPT-Präsentation mit Beamer, Tafel
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18081 Transportprozesse disperser Stoffsysteme</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18090 Numerische Methoden II**

zugeordnet zu: Modul 100 Spezialisierungsmodule

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	2 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

---

---

Dozenten:

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 180901 Vorlesung Numerische Methoden II
- 180902 Übung Numerische Methoden II

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18091 Numerische Methoden II schriftlich
- 18092 Numerische Methoden II mündlich

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



## **Modul 200 Vertiefungen**

zugeordnet zu: Studiengang

---

Zugeordnete Module:	201	Vertiefungsmodul Apparate- und Anlagentechnik
	202	Vertiefungsmodul Biomedizinische Verfahrenstechnik
	203	Vertiefungsmodul Bioverfahrenstechnik
	204	Vertiefungsmodul Chemische Verfahrenstechnik
	205	Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik
	206	Vertiefungsmodul Grenzflächenverfahrenstechnik
	207	Vertiefungsmodul Kunststofftechnik
	208	Vertiefungsmodul Lebensmitteltechnik
	209	Vertiefungsmodul Mechanische Verfahrenstechnik
	210	Vertiefungsmodul Methoden der Systemdynamik
	211	Vertiefungsmodul Regelungstechnik
	212	Vertiefungsmodul Textiltechnik
	213	Vertiefungsmodul Thermische Verfahrenstechnik
	214	Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

---

---



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 201 Vertiefungsmodul Apparate- und Anlagentechnik

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Zugeordnete Module	18100	CAD in der Apparatechnik
	18110	Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatechnik
	18120	Mischtechnik
	18130	Maschinen und Apparate der Trenntechnik
	18140	Rechnergestützte Projektierungsübung
	18150	Konstruktion von Wärmeübertragern
	18160	Berechnung von Wärmeübertragern

Dozenten:

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- Dipl. Techn. orient. Betriebswirtschaftslehre
- Dipl. Physik
- Dipl. Linguistik
- BSc Mathematik
- BSc Wirtschaftsinformatik
- BSc Erneuerbare Energien
- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18100 CAD in der Apparatetechnik**

zugeordnet zu: Modul 201 Vertiefungsmodul Apparate- und Anlagentechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041111016
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Clemens Merten

Dozenten: • Clemens Merten

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2  
• Umweltschutztechnik Master, Ergänzungsmodul, 2

Lernziele: Die Studierenden

- kennen die Anwendungsgebiete von Software zur rechnergestützten Konstruktion von Maschinen, Apparaten und Anlagen,
- kennen Anforderungen und Grundlagen der räumlichen Darstellung und normgerechter technischer Zeichnungen,
- beherrschen die grundlegenden Methodiken und die Handhabung eines CAD-Programms zum Entwurf von Bauteilen und Baugruppen sowie für die Erstellung technischer Zeichnungen und Dokumentationen,
- kennen und beherrschen die Nutzung der CAD-Programme in einer integrierten Entwicklungs-umgebung.

Inhalt: Das Modul erweitert Lehrinhalte der Maschinen- und Apparatekonstruktion - der Einsatz der rechnergestützten Konstruktion beim Bauteil- und Baugruppentwurf wird behandelt.

Einführung und Anleitung zum konstruktiven Entwurf und der Darstellung verfahrenstechnischer Apparate. Überblick zu allgemeinen und branchen-spezifischen CAD-Systemen. Integration und Schnittstellen des CAD im Produktentwicklungs-prozess (Berechnungsprogramme, CAE). Gruppenübung mit CAD-Programm Pro/ENGINEER: Übersicht zu Programmaufbau und Grundbefehlen für typische Konstruktionselemente. Eigenständige Konstruktion eines Apparates mit CAD.

Literatur / Lernmaterialien: • Merten, C.: Skript zu Vorlesung, Übungsunterlagen  
• Nutzerhandbuch Pro/ENGINEER



Ergänzende Lehrbücher:

- Köhler, P.: Pro/ENGINEER Praktikum. Vieweg-Verlag

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 181001 Vorlesung CAD in der Apparatetechnik
- 181002 Übung CAD in der Apparatetechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h

Gesamt:180h

Prüfungsleistungen:

CAD in der Apparatetechnik, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Vorlesungsskript, Übungsunterlagen, kombinierter Einsatz von  
Tafelanschrieb und Präsentationsfolien

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18101 CAD in der Apparatetechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18110 Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatechnik

zugeordnet zu: Modul 201 Vertiefungsmodul Apparate- und Anlagentechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041111016
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Clemens Merten

Dozenten: • Clemens Merten

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3  
• Umweltschutztechnik Master, Ergänzungsmodul, 1/3

Lernziele: Die Studierenden

- kennen Aufgabenstellungen und Anforderungen an die Festigkeitsanalyse verfahrenstechnischer Apparate.
- kennen die Anwendungsmöglichkeiten und Grundlagen der Finite-Elemente-Methode,
- beherrschen grundlegende Berechnungsaufgaben und die Handhabung eines FEM-Programms zur Bauteilanalyse und -bewertung bei mechanischer und thermischer Beanspruchung,
- kennen und beherrschen die Nutzung des FEM-Programms in einer integrierten Entwicklungsumgebung.

Inhalt: Das Modul erweitert Lehrinhalte der Maschinen- und Apparatekonstruktion - der Einsatz der Finite-Elemente-Methode beim Bauteilentwurf wird behandelt.

Übersicht zur Festigkeitsberechnung verfahrenstechnischer Apparate. Anwendungsbereich bauteilunabhängiger Berechnungsverfahren.

**Finite-Elemente-Methode:** Grundlagen, Einführung in FEM-Programm ANSYS, FEM-Analyseschritte (Erstellen von Geometrie-, Werkstoff- und Belastungsmodell, Berechnung und Ergebnisbewertung), Datenaustausch mit CAD, Bauteil-Optimierung. Gruppenübung mit FEM-Programm für eigenständige Festigkeitsberechnung.

Literatur / Lernmaterialien: • Merten, C.: Skript zu Vorlesung, Übungsunterlagen  
• Nutzerhandbuch ANSYS CFX



---

	Ergänzende Lehrbücher:
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klein, B.: FEM. Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode. Vieweg-Verlag</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 181101 Vorlesung Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatechnik</li><li>• 181102 Übung Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatechnik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180h
Prüfungsleistungen:	Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Übungsunterlagen, kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18111 Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18120 Mischtechnik**

zugeordnet zu: Modul 201 Vertiefungsmodul Apparate- und Anlagentechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910012
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Steffen Schütz

Dozenten: • Steffen Schütz

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mechanische Mischprozesse bei gegebenen Fragestellungen geeignet auszulegen, zu konzipieren und bestehende Prozesse hinsichtlich ihrer Funktionalität zu beurteilen.

Inhalt: Mischtechnik:

- Strömungsmechanische Grundlagen von Mischprozessen in laminaren und turbulenten Strömungen
- Kennzahlen und Ähnlichkeitsgesetze
- Vermischung mischbarer Flüssigkeiten in Rührkesseln
- Statische Mischer
- Vermischung hochviskoser Medien
- Gegenstrom-Injektions-Mischer
- Begasen im Rührkessel
- Wärmeübergang im Rührkessel
- Suspendieren
- Scale-up bei Rührprozessen
- Experimentelle Methoden bei Mischprozessen
- Statistische Methoden
- Mikromischer

Literatur / Lernmaterialien:

- Kraume, M.: Mischen und Rühren, Wiley-VCH, 2003
- Schütz, S.: Berechnung und Analyse der Vermischung von Flüssigkeiten im Makro- und Mikromaßstab bei laminarer Strömung, Shaker Verlag, 2005



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 181201 Vorlesung Mischtechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt:90h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Mischtechnik, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien sowie Animationen

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18121 Mischtechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18130 Maschinen und Apparate der Trenntechnik

zugeordnet zu: Modul 201 Vertiefungsmodul Apparate- und Anlagentechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910013
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mechanische Trennprozesse bei gegebenen Fragestellungen geeignet auszulegen, zu konzipieren und bestehende Prozesse hinsichtlich ihrer Funktionalität zu beurteilen.

Inhalt: Trenntechnik:

- Flüssig-Feststoff-Trennverfahren: Sedimentation im Schwerfeld, Filtration, Zentrifugation, Flotation
- Gas-Feststoff-Trennverfahren: Zentrifugation, Nassabscheidung, Filtration, Elektrische Abscheidung
- Beschreibung der in der Praxis gebräuchlichen Auslegungskriterien und Apparate zu den genannten Themengebieten
- Abhandlung zahlreicher Beispiele aus der Trenntechnik

Literatur / Lernmaterialien:

- Müller, E.: Mechanische Trennverfahren, Bd. 1 u. 2, Salle und Sauerlaender, Frankfurt, 1980 u. 1983
- Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik, Springer Verlag, 1994
- Gasper, H.: Handbuch der industriellen Fest-Flüssig-Filtration, Wiley-VCH, 2000

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 181301 Vorlesung Maschinen und Apparate der Trenntechnik
- 181302 Übung Maschinen und Apparate der Trenntechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Maschinen und Apparate der Trenntechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien sowie Animationen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18131 Maschinen und Apparate der Trenntechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18140 Rechnergestützte Projektierungsübung

zugeordnet zu: Modul 201 Vertiefungsmodul Apparate- und Anlagentechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041110014
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Ulrich Nieken

Dozenten: • Ulrich Nieken

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 3;  
• Umweltschutztechnik Master, Kernmodul, 3

Lernziele: Die Studierende haben erste Erfahrungen im Umgang mit dem Prozesssimulator Aspen Plus<sup>®</sup> und erwerben die Fähigkeit, Projekte selbstständig und effizient zu bearbeiten.

Inhalt: • Literaturrecherche über die Synthese von Methyltertiärbutylether (MTBE)  
• Bilanzierung für Stoff- und Energieströme  
• Thermodynamische Gleichgewichtsbetrachtungen  
• Einführung in Aspen Plus<sup>®</sup>  
• Reaktorauslegung am Beispiel der Synthese von MTBE  
• Kühlkonzepte bei Festbettreaktoren am Beispiel der exothermen Synthese

Literatur / Lernmaterialien: • Handouts  
• Aspen-Plus Handbook  
• A. Rhefing, U. Hoffmann "Kinetics of Methyl Tertiary Butyl Ether in Liquid Phase"

Lehrveranstaltungen und -formen: • 181401 Übung Rechnergestützte Projektierungsübung

Abschätzung  
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 21h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h  
Gesamt: 90h



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsleistungen: Rechnergestützte Projektierungsübung, 1.0, mündlich, 20 min

Medienform: Tafelanschrieb, Beamer, Betreutes Arbeiten am Rechner

Prüfungsnummer/n und  
-name: • 18141 Rechnergestützte Projektierungsübung

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen : • MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18150 Konstruktion von Wärmeübertragern**

zugeordnet zu: Modul 201 Vertiefungsmodul Apparate- und Anlagentechnik

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410035
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans Müller-Steinhagen

---

---

Dozenten:

- Klaus Spindler
- Wolfgang Heidemann

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Ergänzungsmodul

- MSc Maschinenbau
- MSc Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2
- MSc Fahrzeug- und Motorentechnik
- MSc Technologiemanagement

Lernziele:

Erworbene Kompetenzen:

- Kenntnis der verschiedenen Bauformen von Wärmeübertragern und deren Einsatzmöglichkeiten
- Kenntnis der Werkstoffe Kupfer, Stähle, Aluminium, Glas, Kunststoffe, Graphit hinsichtlich Verarbeitbarkeit, Korrosion, Temperatur- und Druckbereich, Verschmutzung
- Konstruktive Detaillösungen für Rohrverbindungen, Mantel, Stutzen, Dichtungen, Dehnungsausgleich, etc.
- Kenntnis der Fertigungsverfahren
- Vorgehensweise für Auslegungen
- Kenntnis einschlägiger Normen und Standards

Inhalt:

- Glatt- und Rippenrohre für Wärmeübertrager
- Rohrbündelwärmeübertrager
- Kupfer als Werkstoff im Apparatebau
- Technologie und Einsatzbereiche von Plattenwärmeübertrager
- Aussen- und innenberippte Aluminiumrohre für Wärmeübertrager
- Spezialwärmeübertrager für hochkorrosive Anwendungen
- Wärmeübertrager aus Kunststoff
- Graphit-Wärmeübertrager
- Auslegung und Anwendung von Lamellenrohrverdampfern
- Regenerative Wärmerückgewinnung
- Wärmeübertrager in Fahrzeugen
- Auslegung und Wirtschaftlichkeit von Kühltürmen
- Fertigung von Wärmeübertragern
- Verschmutzung und Reinigung von Wärmeübertragern



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsunterlagen</li><li>• VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 181501 Vorlesung Konstruktion von Wärmeübertragern</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 70 h Gesamt: 91 h
Prüfungsleistungen:	Konstruktion von Wärmeübertragern, 1.0, schriftlich, 60 min
Medienform:	Powerpoint-Präsentation ergänzt um Tafelskizzen und Overheadfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18151 Konstruktion von Wärmeübertragern</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18160 Berechnung von Wärmeübertragern**

zugeordnet zu: Modul 201 Vertiefungsmodul Apparate- und Anlagentechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410030
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans Müller-Steinhagen

Dozenten:

- Wolfgang Heidemann
- Hans Müller-Steinhagen

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

Kern/Ergänzungsmodul

- MSc Maschinenbau
- MSc Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2
- MSc Fahrzeug- und Motorentechnik
- MSc Technologiemanagement

Lernziele:

Erworbene Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die Grundgesetze der Wärmeübertragung und der Strömungen
- sind in der Lage die Grundlagen in Form von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden
- kennen unterschiedliche Methoden zur Berechnung von Wärmeübertragern
- kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertragerbauformen

Inhalt:

Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieursausbildung durch Vermittlung von Fachwissen für die Berechnung von Wärmeübertragern zu leisten.

Die Lehrveranstaltung

- zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis,
- vermittelt die Grundlagen zur Berechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode)
- behandelt Sonderbauformen und Spezialprobleme (Wärmeverluste),



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und im Mantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung, Kondensation, Verdampfung),</li><li>• führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände, Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren),</li><li>• behandelt die Bestimmung von Druckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen</li><li>• vermittelt die Berechnung von Rekuperatoren</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	Vorlesungsmanuskript,  empfohlene Literatur:  VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern</li><li>• 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h  Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 140 h  Gesamt: 182 h
Prüfungsleistungen:	Berechnung von Wärmeübertragern, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesung: Beamerpräsentation  Übung: Overhead-Projektoranschrieb, Online-Demonstration von Berechnungssoftware
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18161 Berechnung von Wärmeübertragern</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 202 Vertiefungsmodul Biomedizinische Verfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Zugeordnete Module	18170	Biomedizinische Verfahrenstechnik I
	18180	Biomedizinische Verfahrenstechnik II

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Mathematik
- BSc Wirtschaftsinformatik
- BSc Erneuerbare Energien
- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18170 Biomedizinische Verfahrenstechnik I

zugeordnet zu: Modul 202 Vertiefungsmodul Biomedizinische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	049900008
Leistungspunkte:	9.0	SWS:	6.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Heinrich Planck

Dozenten:

- Rainer Gülch
- Heinrich Planck
- Michael Doser
- Heike Mertsching
- Thomas Hirth

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Pflicht, 2

Lernziele: Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse im Bereich der Entwicklung, Herstellung und Anwendung von Medizinprodukten.

Inhalt:

- Biologische und medizinische Grundlagen
- Aspekte der Herstellung von Medizinprodukten
- Analytik in der Medizin
- Künstliche Organe und Implantate
- Herstellung / Modifizierung / Prüfung von Biomaterialien

Literatur / Lernmaterialien:

- Vorlesungsskripte
- Heinrich Planck: Kunststoffe und Elastomere in der Medizin / 1993
- Lothar Rabenseifner, Christian Trepte: Endoprothetik Knie / 2001
- Will W. Minuth, Raimund Strehl, Karl Schumacher: Zukunftstechnologie Tissue Engineering. Von der Zellbiologie zum künstlichen Gewebe / 2003
- Van Langenhove, L. (ed.): Smart textiles for medicine and healthcare, Woodhead Publishing, 2007, Signatur: O 163, 03/08
- Loy, W., Textile Produkte für Medizin, Hygiene und Wellness, Deutscher Fachverlag 2006, **Signatur: O 156** 10/06
- Hipler, U.-C., Elsner, P., **Biofunctional Textiles and the Skin**, Karger 2006, **Signatur: O155** 09/06



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 181701 Vorlesung Medizinische Verfahrenstechnik I
- 181702 Vorlesung Endoprothesen I
- 181703 Vorlesung Membran- und Grenzflächenverfahrenstechnik I
- 181704 Vorlesung Physiologische Grundlagen der Biomedizintechnik I
- 181705 Praktika Medizinische Verfahrenstechnik I
- 181706 Exkursion Biomedizinische Verfahrenstechnik I

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 52 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 218 h

Gesamt: 270 h

Prüfungsleistungen:

- Medizinische Verfahrenstechnik, 0.4, schriftlich, 60 min
- Membran- u. Grenzflächenverfahrenstechnik, 0.2, mündlich, 30 min
- Endoprothesen, 0.2, mündlich, 30 min
- Physiologie, 0.2, mündlich, 30 min

Medienform:

PPT

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18171 Medizinische Verfahrenstechnik
- 18172 Membran- und Grenzflächenverfahrenstechnik
- 18173 Endoprothesen
- 18174 Physiologie

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18180 Biomedizinische Verfahrenstechnik II

zugeordnet zu: Modul 202 Vertiefungsmodul Biomedizinische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	049900009
Leistungspunkte:	9.0	SWS:	6.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Heinrich Planck

Dozenten:

- Heinrich Planck
- Michael Doser
- Heike Mertsching
- Thomas Hirth

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Pflicht, 3

Lernziele: Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse im Bereich der Entwicklung, Herstellung und Anwendung von Medizinprodukten

Inhalt:

- Biologische und medizinische Grundlagen
- Aspekte der Herstellung von Medizinprodukten
- Analytik in der Medizin
- Künstliche Organe und Implantate
- Herstellung / Modifizierung / Prüfung von Biomaterialien

Literatur / Lernmaterialien:

- Vorlesungsskripte
- Heinrich Planck: Kunststoffe und Elastomere in der Medizin / 1993
- Lothar Rabenseifner, Christian Trepte: Endoprothetik Knie / 2001
- Will W. Minuth, Raimund Strehl, Karl Schumacher : Zukunftstechnologie Tissue Engineering. Von der Zellbiologie zum künstlichen Gewebe / 2003
- Van Langenhove, L. (ed.): Smart textiles for medicine and healthcare, Woodhead Publishing, 2007, Signatur: O 163, 03/08
- Loy, W., Textile Produkte für Medizin, Hygiene und Wellness, Deutscher Fachverlag 2006, **Signatur: O 156** 10/06
- Hipler, U.-C., Elsner, P., **Biofunctional Textiles and the Skin** , Karger 2006, **Signatur: O155** 09/06



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 181801 Vorlesung Medizinische Verfahrenstechnik II
- 181802 Vorlesung Endoprothesen II
- 181803 Vorlesung Membran- und Grenzflächenverfahrenstechnik II
- 181804 Vorlesung Physiologische Grundlagen der Biomedizintechnik II
- 181805 Praktika Medizinische Verfahrenstechnik II
- 181806 Exkursion Biomedizinische Verfahrenstechnik II

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 52 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 218 h

Gesamt: 270 h

Prüfungsleistungen:

- Biomedizinische Verfahrenstechnik, 0.4, schriftlich, 60 min
- Endoprothesen, 0.2, mündlich, 30 min
- Membran- und Grenzflächenverfahrenstechnik, 0.2, mündlich, 30 min
- Physiologie, 0.2, mündlich, 30 min

Medienform:

PPT

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18181 Biomedizinische Verfahrenstechnik
- 18182 Endoprothesen
- 18183 Membran- und Grenzflächenverfahrenstechnik
- 18184 Physiologie

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 203 Vertiefungsmodul Bioverfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Zugeordnete Module	13690	Metabolic Engineering
	18190	Prinzipien der Stoffwechselregulation
	18200	Bioproduktaufarbeitung
	18210	Bioreaktionstechnik
	18220	Einführung in die Gentechnik
	18230	Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Erneuerbare Energien
- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 13690 Metabolic Engineering

zugeordnet zu: Modul 203 Vertiefungsmodul Bioverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000004
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten: • Klaus Mauch

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele:

- Bilanzierungen von Metaboliten
- Methoden der Netzwerkkonstruktion
- Methoden für die Analyse metabolischer Netzwerke
- Kenntnisse der Anwendungen des ‚Metabolic Engineering‘ an ausgewählten Beispielen

Inhalt:

- Definitionen und Anwendungen des ‚Metabolic Engineering‘
- Metabolische Netzwerke (Bilanzierungen von Metaboliten, Freiheitsgrade)
- Topologische Analysen (‚Flux Balancing‘, Elementarmoden, optimale Ausbeuten, ‚Pathway Design‘)
- Metabolische Stoffflussanalysen (Prinzipien unter- und überbestimmter Netzwerke, 13-C Stoffflussanalyse)
- Metabolische Kontrollanalyse (MCA)

Literatur / Lernmaterialien:

- G. Stephanopoulos et al. Metabolic Engineering, Academic Press
- R. Heinrich, S. Schuster, Regulation of Cellular Systems, Verlag Chapman & Hall

Lehrveranstaltungen und -formen: • 136901 Vorlesung Metabolic Engineering

Abschätzung Präsenzzeit: 21 h

Arbeitsaufwand: Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt: 90h



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Metabolic Engineering, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multimedial</li><li>• Vorlesungsskript</li><li>• Übungsunterlagen</li><li>• kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien</li></ul>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 13691 Metabolic Engineering</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18190 Prinzipien der Stoffwechselregulation**

zugeordnet zu: Modul 203 Vertiefungsmodul Bioverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000005
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Martin Siemann-Herzberg</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2</li><li>• Technische Biologie, Diplom, Wahl, 6</li><li>• Technische Kybernetik, Diplom, 6</li></ul>
Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kenntnis stoffwechselphysiologischer Regulations-mechanismen, insbesondere auch Begriffsschärfung (Stimulon, Regulon, Modulon, Operon)</li><li>• Kenntnis moderner bioanalytischer Verfahren (OMICS) zur wissenschaftlichen Erfassung dieser Regulations-mechanismen</li><li>• Strategiemangement zur Entwicklung moderner Produktionsstämme auf der Basis des vermittelten biologischen Grundwissens</li><li>• Fähigkeit zur Beurteilung prozesstechnischer Randbedingungen (Interaktion zwischen dem biologischen System und der umgebene Prozesstechnik)</li></ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Koordination der Reaktionen im Metabolismus/Enzymregulation</li><li>• <b>Regulation durch Kontrolle der Genexpression:</b></li><li>• Individuelle Operone: Regulationsprinzipien der Transkription</li><li>• Multiple Systeme und globale Regulation</li><li>• <b>Analytische Methoden der Stoffwechselphysiologie:</b></li><li>• Reaktorkultivierungen und Probenvorbereitung,</li><li>• Bioanalytik und Systembiologie</li><li>• <b>Aspekte der globalen Regulation bei Produktions-prozessen:</b></li><li>• Globale Regulation der Stress Antwort</li><li>• <b>Metabolite aus Mikroorganismen/Produktionsprozesse:</b></li><li>• Aminosäuren, organische Säuren, Vitamine, Antibiotika</li><li>• Strategien zur Optimierung der heterologen Genexpression</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• J.W. Lengeler, G. Drews, H.G. Schlegel. Biology of the Prokaryotes. Thieme Verlag</li><li>• F.C. Neidhardt, J.L. Ingraham, M. Schaechter. Physiology of the Bacterial Cell, A Molecular Approach. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts</li></ul>



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

	<ul style="list-style-type: none"><li>• P.M. Rhodes and P.F. Stanbury. Applied Microbial Physiology. A Practical Approach. IRL Press.</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 181901 Vorlesung Prinzipien der Stoffwechselregulation</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Stoffwechselregulation, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multimedial</li><li>• Vorlesungsskript</li><li>• Übungsunterlagen</li><li>• kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien</li></ul>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18191 Prinzipien der Stoffwechselregulation</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18200 Bioproduktaufarbeitung

zugeordnet zu: Modul 203 Vertiefungsmodul Bioverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000003
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Christine Falkner</li><li>• Matthias Reuß</li><li>• Martin Siemann-Herzberg</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3</li><li>• Technische Biologie (Diplom)</li></ul>
Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundoperationen zur Aufarbeitung biotechnologischer Produkte</li><li>• Sie kennen die Maßnahmen zur prozesstechnischen Auslegung und Beurteilung relevanter Aufbereitungsverfahren</li></ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bedeutung der Produktaufarbeitung für die Wirtschaftlichkeit des Bioprozesses mit den Teilasketen:</li><li>• Zellabtrennung, Zentrifugation, Filtration;</li><li>• Zellaufschluss: Rührwerkskugelmühlen, Homogenisatoren, chemische und enzymatische Methoden;</li><li>• Produktkonzentrierung: Präzipitation, Membrantrennverfahren, Extraktion;</li><li>• Produktreinigung: Chromatographie, elektrokinetische Trennverfahren; Beispiele für Aufbereitungsprozesse; Integrierte Prozessführungen.</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript ‚Bioproduktaufarbeitung‘; M. Reuss, IBVT Stuttgart</li><li>• A. Shukla et al., Process Scale Bioseparations for the Biopharmaceutical Industry, Taylor &amp; Francis</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 182001 Vorlesung Bioproduktaufarbeitung</li></ul>



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Bioproduktaufarbeitung, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	Multimedial: Vorlesungsskript, Übungsunterlagen, kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18201 Bioproduktaufarbeitung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18210 Bioreaktionstechnik

zugeordnet zu: Modul 203 Vertiefungsmodul Bioverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000006
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matthias Reuß</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2</li><li>• Technische Biologie (Diplom)</li><li>• Umweltschutztechnik (Diplom)</li></ul>
Lernziele:	<p>Die Studierenden kennen die wesentlichen mathematischen Modellansätze zur Erfassung des mikrobiellen Wachstums und der Produktbildung</p> <p>Sie verfügen über die Möglichkeit zur prozesstechnischen Beschreibung, Auslegung und Überwachung von mikrobiellen Produktionsverfahren</p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Strukturierte Modelle zur Kennzeichnung des Wachstums mikrobieller Populationen, kinetische Analyse von Mischpopulationen;</li><li>• Kopplung von Stofftransport und biologischer Reaktion;</li><li>• Reaktionstechnische Analyse von Bioreaktoren;</li><li>• Einsatz mathematischer Modelle für die Überwachung von Bioprozessen.</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript ‚Bioreaktionstechnik‘; M. Reuss, IBVT Stuttgart</li><li>• I.J. Dunn et al., ‚Biological Reaction Engineering‘ Wiley-VCH</li><li>• W. Storhas ‚Bioverfahrensentwicklung‘, Wiley-VCH</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 182101 Vorlesung Bioreaktionstechnik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 21 h</p> <p>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h</p> <p>Gesamt: 90h</p>



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Bioreaktionstechnik, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	Multimedial: Vorlesungsskript, Übungsunterlagen, kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18211 Bioreaktionstechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18220 Einführung in die Gentechnik

zugeordnet zu: Modul 203 Vertiefungsmodul Bioverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	040510001
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Ralf Mattes

Dozenten: • Ralf Mattes

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele: Kenntnisse der wesentlichen Werkzeuge und Methoden der Gentechnik

Inhalt:

- Allgemeines, Mutation und Genneukombination
- Genetik und Gentechnik
- Restriktionsenzyme, Kartierungen
- Änderung von Schnittstellen
- Vektoren
- Phagen und Cosmide
- cDNA und Eukaryontensysteme
- Hybridisierung und Immunoassays
- Expression
- Beispiele

Literatur / Lernmaterialien:

- T.A. Brown, Gentechnologie für Einsteiger, Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag, 5. Aufl. 2007
- Kück, Praktikum der Molekulargenetik (978-3-540-26469-9; online), Springer Verlag

Lehrveranstaltungen und -formen: • 182201 Vorlesung Einführung in die Gentechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 21 h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h  
Gesamt: 90h



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Gentechnik, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	Multimedial: <ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript</li><li>• Übungsunterlagen</li><li>• kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien</li></ul>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18221 Einführung in die Gentechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18230 Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 203 Vertiefungsmodul Bioverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000007
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten: • Martin Siemann-Herzberg

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele: Die Studierenden kennen die bioverfahrens- und bioreaktionstechnischer Grundlagen für die Auslegung und Betrieb biotechnischer Prozesse. Die Studierenden erlernen:

- den technischen Umgang mit Bioreaktoren
- die Prinzipien und prozesstechnischen Möglichkeiten zur gezielten Kultivierung von Mikroorganismen
- die wesentlichen bioanalytischen Methoden zur quantitativen Erfassung von Wachstumsvorgängen

Inhalt: • Absatzweise Kultivierung in Bioreaktoren  
• Kontinuierliche Prozessführung zur Untersuchung metabolischer Flüsse („Metabolic Flux Analysis“)  
• Prinzipien der quantitative Bestimmung von extra- und intrazellulären Metaboliten

Literatur / Lernmaterialien: • W. Storhas, Bioverfahrensentwicklung. Wiley-VCH  
• F. Lottspeich, H. Zorbas, Bioanalytik, Spektrum Akademischer Verlag

Lehrveranstaltungen und -formen: • 182301 Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik

Abschätzung Präsenzzeit: 40h

Arbeitsaufwand: Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 50 h

Gesamt: 90h



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Material: <ul style="list-style-type: none"><li>• on-line Vorlesungsskript</li><li>• Übungsunterlagen</li><li>• kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien</li><li>• Interaktiv</li></ul>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18231 Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 204 Vertiefungsmodul Chemische Verfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Zugeordnete Module	15570	Chemische Reaktionstechnik II
	15580	Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen
	17930	Vertiefte Grundlagen der technischen Verbrennung
	18140	Rechnergestützte Projektierungsübung
	18260	Polymer-Reaktionstechnik

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Erneuerbare Energien
- MSc Verfahrenstechnik

**Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik****Modul 15570 Chemische Reaktionstechnik II**

zugeordnet zu: Modul 204 Vertiefungsmodul Chemische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041110011
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Ulrich Nicken

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ulrich Nicken</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2;</li><li>• Umweltschutztechnik Master, Kernmodul, 2;</li><li>• Maschinenbau Master, 2;</li></ul>
Lernziele:	Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse auf dem Gebiet der Modellierung, Auslegung und Simulation von chemischen Reaktoren.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modellbildung und Betriebsverhalten von Mehrphasenreaktoren;</li><li>• Heterogen-katalytische Gasreaktionen;</li><li>• Einzelkornmodelle und Zweiphasenmodell des Festbettreaktors;</li><li>• Stofftransport und Reaktion in Gas-Flüssigkeitsreaktoren;</li><li>• Hydrodynamik von Gas-Flüssigkeits-Reaktoren;</li><li>• Polymerisationstechnik</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Skript</li><li>• Froment, Bischoff. Chemical Reactor Analysis and Design. John Wiley, 1990.</li><li>• Taylor, Krishna. Multicomponent Mass Transfer. Wiley-Interscience, 1993</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 155701 Vorlesung Chemische Reaktionstechnik II</li><li>• 155702 Übung Chemische Reaktionstechnik II</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsleistungen: Chemische Reaktionstechnik II, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform: Vorlesung: Tafelanschrieb, Beamer  
Übungen: Rechnerübungen

Prüfungsnummer/n und -name: • 15571 Chemische Reaktionstechnik II

Studiengänge die dieses Modul nutzen :  
• MSc Verfahrenstechnik  
• MSc Umweltschutztechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15580 Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen

zugeordnet zu: Modul 204 Vertiefungsmodul Chemische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041110012
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Jochen Kerres

Dozenten: • Jochen Kerres

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2;  
• Umweltschutztechnik Master, Ergänzungsmodul, Wahl, 2

Lernziele: Die Studierenden kennen die Grundlagen auf dem Gebiet der Membrantechnik und kennen Arten und Kennzeichen der wichtigsten Membranprozesse, einschließlich Batterien und Brennstoffzellen.

Inhalt: • Physikochemische Grundlagen der Membrantechnik, einschließlich Elektrochemie;  
• Grundlagen der wichtigsten Membranprozesse;  
• Membranmaterialien;  
• Brennstoffzellen, Batterien und Materialien für Brennstoffzellen und Batterien

Literatur / Lernmaterialien: • H. Strathmann und Enrico Drioli: An Introduction to Membrane Science and Technology  
• Marcel Mulder: Basic Principles of Membrane Technology

Lehrveranstaltungen und -formen: • 155801 Vorlesung Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen

Abschätzung Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h  
Gesamt: 180h

Studienleistungen: Keine



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsleistungen:	Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesung: Tafelschrieb, Beamer
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15581 Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>

**Modul 17930 Vertiefte Grundlagen der technischen Verbrennung**

zugeordnet zu: Modul 204 Vertiefungsmodul Chemische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042200101
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	-	Turnus:	unregelmäßig
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 179301 Vorlesung Vertiefte Grundlagen der technischen Verbrennung

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 17931 Vertiefte Grundlagen der technischen Verbrennung

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18140 Rechnergestützte Projektierungsübung

zugeordnet zu: Modul 204 Vertiefungsmodul Chemische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041110014
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Ulrich Nieken

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ulrich Nieken</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 3;</li><li>• Umweltschutztechnik Master, Kernmodul, 3</li></ul>
Lernziele:	Die Studierende haben erste Erfahrungen im Umgang mit dem Prozesssimulator Aspen Plus <sup>®</sup> und erwerben die Fähigkeit, Projekte selbstständig und effizient zu bearbeiten.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Literaturrecherche über die Synthese von Methyltertiärbutylether (MTBE)</li><li>• Bilanzierung für Stoff- und Energieströme</li><li>• Thermodynamische Gleichgewichtsbetrachtungen</li><li>• Einführung in Aspen Plus<sup>®</sup></li><li>• Reaktorauslegung am Beispiel der Synthese von MTBE</li><li>• Kühlkonzepte bei Festbettreaktoren am Beispiel der exothermen Synthese</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Handouts</li><li>• Aspen-Plus Handbook</li><li>• A. Rhefing, U. Hoffmann "Kinetics of Methyl Tertiary Butyl Ether in Liquid Phase"</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 181401 Übung Rechnergestützte Projektierungsübung</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90h



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsleistungen: Rechnergestützte Projektierungsübung, 1.0, mündlich, 20 min

Medienform: Tafelanschrieb, Beamer, Betreutes Arbeiten am Rechner

Prüfungsnummer/n und  
-name: • 18141 Rechnergestützte Projektierungsübung

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen : • MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18260 Polymer-Reaktionstechnik**

zugeordnet zu: Modul 204 Vertiefungsmodul Chemische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041110013
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Ulrich Nieken

Dozenten:

- Ulrich Nieken
- Jochen Kerres

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele: Die Studierenden haben detaillierte theoretische und praktische Kenntnisse auf dem Gebiet der Durchführung von Polymerreaktionen

Inhalt: Polymerreaktionstechnik bei verschiedenen Polymerisationstypen:

- radikalisch, ionisch, kationisch
- Polymerisationen, Polykondensationen, Polyadditionen
- Copolymerisation
- Emulsionspolymerisation, Lösungspolymerisation
- Polymeranaloge Reaktionen (z. B. Sulfonierung, Lithierung und Folgereaktionen, Nitrierung)
- Charakterisierung von Polymeren (z. B. Berechnung und experimentelle Ermittlung von Molekularmasse und Molekularmassenverteilungen, Berechnung thermischer Eigenschaften, Ermittlung Ionenleitfähigkeit)
- Markov-Ketten
- Monte-Carlo-Simulation bei Polymerisationen

Literatur / Lernmaterialien:

- Skript
- H. G. Elias: "Makromoleküle"
- P. J. Flory: "Principles of Polymer Chemistry"

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 182601 Vorlesung Polymer-Reaktionstechnik
- 182602 Übung Polymer-Reaktionstechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h

Gesamt: 180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Polymer-Reaktionstechnik, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

- Tafelschrieb
- Beamer
- Praktische Übungen (Versuche) zur Polymerherstellung und -charakterisierung im Labor

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18261 Polymer-Reaktionstechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Zugeordnete Module	11350	Grundlagen der Luftreinhaltung
	15370	Thermal Waste Treatment
	15430	Measurement of Air Pollutants
	15440	Firing Systems and Flue Gas Cleaning
	15960	Kraftwerksanlagen
	15970	Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen
	16020	Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme
	18150	Konstruktion von Wärmeübertragern
	18160	Berechnung von Wärmeübertragern
	18270	Simulation solarthermischer Anlagen
	18280	Kältetechnik
	18290	Kraft-Wärme-Kältekopplung (BHKW)
	18300	Solartechnik I
	18310	Numerische Methoden in der Energietechnik
	18320	Solartechnik II
	18330	Thermophysikalische Stoffeigenschaften
	18340	Wärmepumpen
	18350	Optimale Energiewandlung
	18360	Rationelle Wärmeversorgung

Dozenten:

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- BSc Erneuerbare Energien
- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 11350 Grundlagen der Luftreinhaltung**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500021
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Günter Baumbach

Dozenten:

- Rainer Friedrich
- Günter Baumbach
- Martin Reiser

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- UMW (BSc), Wahlfach, 6. Semester
- Master Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele:

Der Studierende hat die Entstehung und Emission, die Ausbreitung, das Auftreten und die Wirkung von Luftverunreinigungen verstanden und Kenntnisse über Vorschriften und Möglichkeiten zur Emissionsminderung erworben. Er besitzt damit die Fähigkeit, Luftverunreinigungsprobleme zu erkennen, zu bewerten und die richtigen Maßnahmen zu deren Minderung zu planen.

Inhalt:

**Luftreinhaltung I (Baumbach) und II (Friedrich, Theloke):**

- (betrachtet werden die Stoffe NH<sub>3</sub>, PM, SO<sub>2</sub>, NMVOC, CO, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, HM, POPs, FCKW, HFKW, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und deren Umwandlungsprodukte)
- Geschichte der Luftbelastung und Luftreinhaltung
- Emissionsentstehung, Emissionsquellen
- Erstellung von Emissionsinventaren und -szenarien
- Transport in der Atmosphäre
- Transportmodelle, Modellvalidierung
- Atmosphärische Umwandlungsprozesse, Luftchemie
- Depositionsprozesse
- Wirkungen auf menschliche Gesundheit, Ökosysteme, Nutzpflanzen, Materialien
- Klimaänderung und ihre Folgen
- Direktiven, Gesetze, Verordnungen, Protokolle, Grenzwerte zur Luftreinhaltung
- Minderungsmöglichkeiten, Strategien zur Luftreinhaltung

**Praktikum zur Vorlesung Luftreinhaltung I (Baumbach, Reiser):**

- Emissionen



- Immissionen
- Staub

## Exkursion zu einem Industriebetrieb (Baumbach)

Literatur / Lernmaterialien:

Luftreinhalung I:

- Lehrbuch "Luftreinhalung" (Günter Baumbach, Springer Verlag)
- Aktuelles zum Thema aus Internet (z.B. UBA, LUBW)

Luftreinhalung II:

- Online verfügbares Skript zur Vorlesung

Praktikum:

- Skript zum Praktikum

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 113501 Vorlesung Luftreinhalung I
- 113502 Vorlesung Luftreinhalung II
- 113503 Praktikum Luftreinhalung
- 113504 Exkursion Luftreinhalung

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 61 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 119 h

Gesamt: 180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Grundlagen der Luftreinhalung, 1.0, schriftlich, 120 min

Medienform:

Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Praktikum, Exkursion

Prüfungsnummer/n und -name:

- 11351 Grundlagen der Luftreinhalung

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Umweltschutztechnik
- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 15370 Thermal Waste Treatment**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500031
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Helmut Seifert

Dozenten: • Helmut Seifert

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- WASTE, mandatory for specialised area Solid Waste, 2nd semester
- UMW (MSc), Ergänzungsfach (Kernfach),
- EnTech (MSc), Ergänzungsfach
- Verf (MSc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele:

The students know about the different technologies for thermal waste treatment which are used in plants worldwide: The functions of the facilities of thermal treatment plant and the combination for an efficient planning are present. They are able to select the appropriate treatment system according to the given frame conditions. They have the competence for the first calculation and design of a thermal treatment plant including the decision regarding firing system and flue gas cleaning.

Inhalt:

In addition to an overview about the waste treatment possibilities, the students get a detailed insight to the different kinds of thermal waste treatment. The legal aspects for thermal treatment plants regarding operation of the plants and emission limits are part of the lecture as well as the basic combustion processes and calculations.

**I: Thermal Waste Treatment (Seifert):**

- Legal and statistical aspects of thermal waste treatment
- Development and state of the art of the different technologies for thermal waste treatment
- Firing system for thermal waste treatment
- Technologies for flue gas treatment and observation of emission limits
- Flue gas cleaning systems
- Calculations of waste combustion
- Calculations for thermal waste treatment
- Calculations for design of a plant

**II: Excursion:**



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Thermal Waste Treatment Plant</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture Script</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 153701 Vorlesung Thermal Waste Treatment</li><li>• 153702 Exkursion Thermal Waste Treatment Plant</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 29 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 61 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	none
Prüfungsleistungen:	Thermal Waste Treatment, 1.0, Exam written, 60 min
Medienform:	Black board, PowerPoint Presentations, Excursion
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15371 Thermal Waste Treatment</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>

**Modul 15430 Measurement of Air Pollutants**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500022
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	2.5
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Günter Baumbach

Dozenten:

- Günter Baumbach
- Martin Reiser

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- UMW (MSc), Core Course
- WASTE, mandatory for specialised area Air Quality Control, 2nd semester
- Verf (MSc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele:

The graduates of the module can identify and describe air quality problems, formulate the corresponding tasks and requirements for air quality measurements, select the appropriate measurement techniques and solve the measurement tasks with practical implementation of the measurements.

Inhalt: **I: Measurement of Air Pollutants Part I (Baumbach):**

**Measurement tasks:**

- Discontinuous and continuous measurement techniques, different requirements for emission and ambient air measurements,

**Measurement principles for gases:**

- IR- and UV Photometer, Colorimetry, UV fluorescence, Chemiluminescence, Flame Ionisation, Potentiometry,

**Measurement principle for Particulate Matter (PM):**

- Gravimetry, Optical methods, Particle size distribution, PM deposition, PM composition
- Assessment of measured values
- Set-up of data acquisition systems
- analogue and digital standards for data transmission
- data storage and processing
- evaluation software
- graphical presentation of data



**II: Measurement of Air Pollutants Part II (Reiser):**

- Gas Chromatography, Olfactometry

**III: Practical work on measurements (Baumbach/Reiser):**

- Measurement of NO<sub>x</sub>, PM, odour

**IV: Measurement Data Acquisition (Baumbach):**

- data acquisition and evaluation

**V: Planning of measurements (Baumbach):**

- Task description
- Measurement strategy
- Site of measurements, measurement period and measurement times
- Characterisation of plant parameters
- Parameters to be measured
- Used measurement technique calibration and uncertainties precision
- Personal and instrumental equipment
- Evaluation, quality control and quality assurance
- Documentation and report
- Measurement uncertainty

Literatur / Lernmaterialien:

- Text book "Air Quality Control" (Günter Baumbach, Springer Verlag);
- Scripts for practical measurements; News on topics from internet (e.g. UBA, LUBW)

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 154301 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part I
- 154302 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part II
- 154303 Praktikum Measurement of Air Pollutants
- 154304 Vorlesung Data Acquisition
- 154305 Seminar Planung von Messungen / Planning

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 43 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 137 h

Gesamt:180h

Studienleistungen:

none

Prüfungsleistungen:

- Measurement of Air Pollutants, 0,5, written exam, 60 min:
- Measurement of Air Pollutants, 0,5, oral, 30 min



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Medienform: Black board, PowerPoint Presentations, Practical Measurements

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 15431 Measurement of Air Pollutants Part I + II and Data Acquisition
- 15432 Planning of measurements project report

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Umweltschutztechnik
- MSc WASTE

**Modul 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500003
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Günter Scheffknecht

Dozenten:

- Günter Baumbach
- Helmut Seifert
- Günter Scheffknecht

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- WASTE, mandatory for specialised area „Air Quality Control“, 3rd semester
- UMW (MSc), Kernfach
- Energietechnik (MSc), Kernfach
- Verf (MSc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele:

The students of the module have understood the principles of heat generation with combustion plants and can assess which combustion plants for the different fuels - oil, coal, natural gas, biomass - and for different capacity ranges are best suited, and how furnaces and flames need to be designed that a high energy efficiency with low pollutant emissions could be achieved. In addition, they know which flue gas cleaning techniques have to be applied to control the remaining pollutant emissions. Thus, the students acquired the necessary competence for the application and evaluation of air quality control measures in combustion plants for further studies in the fields of Air Quality Control, Energy and Environment and, finally, they got the competence for combustion plants' manufactures, operators and supervisory authorities.

Inhalt:

**I: Combustion and Firing Systems I (Scheffknecht):**

- Fuels, combustion process, science of flames, burners and furnaces, heat transfer in combustion chambers, pollutant formation and reduction in technical combustion processes, gasification, renewable energy fuels.

**II: Exercise on Combustion and Firing Systems I (Scheffknecht):**

- Practical calculating examples supporting the lectures



**III: Flue Gas Cleaning for Combustion Plants  
(Baumbach/Seifert):**

- Methods for dust removal, nitrogen oxide reduction (catalytic/non-catalytic), flue gas desulfurisation (dry and wet), processes for the separation of specific pollutants. Energy use and flue gas cleaning; residues from thermal waste treatment.

**IV: Practical Work on Measurements:**

- Measurements on emission reduction from combustion plants (3 experiments)

**V: Excursion to an industrial firing plant**

All in winter semester

Literatur / Lernmaterialien:

**I + II:**

- Lecture notes „Combustion and Firing Systems“

**III:**

- Text book „Air Quality Control“ (Günter Baumbach, Springer publishers)
- News on topics from internet (for example UBA, LUBW)

**IV:**

- Lecture notes for practical work

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 154401 Lecture Combustion and Firing Systems I
- 154402 Übung Combustion and Firing Systems I
- 154403 Vorlesung Flue Gas Cleaning at Combustion Plants
- 154404 Practical Work on Measurements at Combustion and Firing Systems and Flue Gas Cleaning
- 154405 Excursion in Combustion and Firing Systems

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 59 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 121 h

Gesamt: 180 h

Studienleistungen:

none

Prüfungsleistungen:

Firing Systems and Flue Gas Cleaning, 1.0, Exam: written, 120 min



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Medienform: Black board, PowerPoint Presentations, Practical measurements

Prüfungsnummer/n und  
-name: • 15441 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Umweltschutztechnik
- MSc WASTE

**Modul 15960 Kraftwerksanlagen**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500011
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	5.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Uwe Schnell

Dozenten:

- Uwe Schnell
- Arnim Wauschkuhn

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- Master Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht
- UMW (MSc), Ergänzungsfach
- Energietechnik (MSc), Kernfach

Lernziele:

Die Studierenden des Moduls haben die Energieerzeugung mit Kohle und/oder Erdgas in Kraftwerken verstanden. Sie kennen die verschiedenen Kraftwerks-, Kombiprozesse und CO<sub>2</sub>-Abscheideprozesse. Sie sind in der Lage, die Klimawirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Kraftwerksprozesse zu ermitteln, zu beurteilen und für den jeweiligen Fall die optimierte Technik anzuwenden.

Inhalt:

**Kraftwerksanlagen I (Schnell):**

- Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen, Energiebedarf und -ressourcen, CO<sub>2</sub>-Anreicherungs- und Abscheideverfahren, Referenzkraftwerk auf der Basis von Stein- und Braunkohle, Wirkungsgradsteigerung durch fortgeschrittene Dampfparameter, Prinzipien des Gas- und Dampfturbinenkraftwerks.

**Kraftwerksanlagen II (Schnell):**

- Erdgas-/Kohle-Kombi- und Verbundkraftwerke, Kohle-Kombi-Kraftwerksprozesse (Druckvergasung und Druckfeuerung), Vergleich von Kraftwerkstechnologien.

**Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik (Wauschkuhn):**

- Grundlagen und Methoden der Investitionsrechnung, Investitions- und Betriebskosten von Kraftwerken, Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von Kraftwerken und Beispiele zur Anwendung der Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik.



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsmanuskript „Kraftwerksanlagen I“</li><li>• Vorlesungsmanuskript „Kraftwerksanlagen II“</li><li>• Vorlesungsmanuskript „Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik“</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 159601 Vorlesung Kraftwerksanlagen I</li><li>• 159602 Vorlesung Kraftwerksanlagen II</li><li>• 159603 Vorlesung Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 53 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 127 h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Kraftwerksanlagen, 1.0, schriftlich (eine gemeinsame Prüfung über alle drei Vorlesungen), 120 min
Medienform:	PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, Skripte zu den Vorlesungen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15961 Kraftwerksanlagen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>

**Modul 15970 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500012
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Uwe Schnell

Dozenten:

- Dietmar Schmidt
- Uwe Schnell
- Benedetto Risio

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- UMW (MSc), Ergänzungsfach, 3. Semester,
- Energietechnik (MSc), Ergänzungsfach, 3. Semester
- WASTE (MSc), Elective, 3rd semester
- Master Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele:

Die Studierenden des Moduls haben die Prinzipien und Möglichkeiten der Modellierung und Simulation von Feuerungsanlagen sowie insbesondere der Turbulenzmodellierung verstanden. Sie können beurteilen für welchen Verwendungszweck, welche Simulationsmethode am besten geeignet ist. Sie können erste einfache Anwendungen der Verbrennungs- und Feuerungssimulation realisieren und verfügen über die Basis zur vertieften Anwendung der Methoden, z.B. in einer Studien- oder in der Masterarbeit.

Inhalt:

**I: Verbrennung und Feuerungen II (Schnell) [159701], 1 SWS:**

- Strömung, Strahlungswärmeaustausch, Brennstoffabbrand und Schadstoffentstehung in Flammen und Feuerräumen: Grundlagen, Berechnung und Modellierung.

**II: Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik (Risio) [159702], 2 SWS:**

- Einsatzfelder für technische Flammen in der Energie- und Verfahrenstechnik, Techniken zur Abbildung industrieller Feuerungssysteme, Aufbau und Funktion moderner Höchstleistungsrechner, Vorstellung des Stuttgarter Supercomputers NEC-SX8 am HLFS, Algorithmen und Programmierertechnik für die Beschreibung von technischen Flammen auf Höchstleistungsrechnern, Besuch des Virtual-Reality (VR)-Labors des HLRS und Demonstration



der VR-Visualisierung für industrielle Feuerungen, Methoden zur Bestimmung der Verlässlichkeit feuerungstechnischer Vorhersagen (Validierung) an Praxis-Beispielen, Optimierung in der Feuerungstechnik: Gradientenverfahren, Evolutionäre Verfahren und Genetische Algorithmen

### III: Technische Verbrennung III (Schmidt) [159703], 1 SWS:

- Homogene Reaktoren
- 1D Laminare Flammen

### IV: Praktikum „Numerische Simulation von Kraftwerksfeuerungen“ (Schnell) [159704]:

- 2 Versuche je 3 Stunden

#### Literatur / Lernmaterialien:

- Vorlesungsmanuskript „Verbrennung & Feuerungen II“
- Vorlesungsmanuskript „Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik“
- Vorlesungsmanuskript „Technische Verbrennung III“
- Skript zum Praktikum „Numerische Simulation einer Kraftwerksfeuerung“

#### Lehrveranstaltungen und -formen:

- 159701 Vorlesung Verbrennung und Feuerungen II
- 159702 Vorlesung Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik
- 159703 Vorlesung Technische Verbrennung III
- 159704 Praktikum Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen

#### Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 48 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 132 h

Gesamt: 180h

#### Studienleistungen:

Keine

#### Prüfungsleistungen:

Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen, 1.0, schriftlich (eine gemeinsame Prüfung über alle drei Vorlesungen), 120 min

#### Medienform:

Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen und Praktikum, Computeranwendungen



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 15971 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Umweltschutztechnik
- MSc WASTE



## Modul 16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410042
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Andreas Friedrich

Dozenten: • Andreas Friedrich

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: MSc. verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2/3

Lernziele: Die Teilnehmer/-innen verstehen das Prinzip der elektrochemischen Energiewandlung und können aus thermodynamischen Daten Zellspannungen und theoretische Wirkungsgrade ermitteln. Die Teilnehmer/-innen kennen die wichtigsten Werkstoffe und Materialien in der Brennstoffzellentechnik und können die Funktionsanforderungen benennen. Die Teilnehmer/innen beherrschen die mathematischen Zusammenhänge, um Verluste in Brennstoffzellen zu ermitteln und technische Wirkungsgrade zu bestimmen. Sie kennen die wichtigsten Untersuchungsmethoden für Brennstoffzellen und Brennstoffzellensystemen. Die Teilnehmer/-innen können die wichtigsten Anwendungsbereiche von Brennstoffzellensystemen und ihre Anforderungen benennen. Sie besitzen die Fähigkeit, typische Systemauslegungsaufgaben zu lösen. Die Teilnehmer/-innen verstehen die grundlegenden Veränderungen und Triebkräfte der relevanten Märkte, die zu der Entwicklung von Brennstoffzellen und der Einführung einer Wasserstoffinfrastruktur führen.

Inhalt:

- **Einführung in die Energietechnik**, Entwicklung nachhaltiger Energietechnologien, Erscheinungsformen der Energie; Energie-Umwandlungsketten, Elektrochemische Energieerzeugung: - Systematik -
- **Thermodynamische Grundlagen** der elektrochemischen Energieumwandlung, Chemische Thermodynamik: Grundlagen und Zusammenhänge, Elektrochemische Potentiale und die freie Enthalpie  $\Delta G$ , Wirkungsgrad der elektrochemischen Stromerzeugung, Druckabhängigkeit der elektrochemischen



Potentiale / Zell-span-nun-gen, Temperatur-abhängig-keit der elektrochemischen Potentiale

- **Aufbau und Funktion von Brennstoffzellen** , Komponenten: Anforderungen und Eigenschaften, Elektrolyt: Eigenschaften verschie-de-ner Elektrolyte, Elektrochemische Reaktionsschicht von Gasdiffu-sions-elektroden, Gasdiffusions-schicht, Stromkollektor und Gasver-teiler, Stacktechnologie
- Technischer Wirkungsgrad, Strom-Spannungskennlinien von Brennstoffzellen; U(i)-Kennlinien, Transporthemmungen und Grenz-ströme, Zweidimensionale Betracht-ung der Transporthemmungen, Ohm`scher Bereich der Kennlinie, Elektrochemische Überspannun-gen: Reaktionskinetik und Katalyse, Experimentelle Bestimmung einzel-ner Verlustanteile

#### **Technik und Systeme (SS):**

- Überblick: Einsatzgebiete von Brenn-stoff-zellensystemen, statio-när, mobil, portabel
- **Brennstoffzellensysteme** , Niedertemperaturbrennstoffzellen, Alkalische Brennstoffzellensysteme, Phosphorsaure Brennstoffzellen-systeme, Polymerelektrolyt-Membran Brennstoffzellensysteme, Direktmethanol-Brennstoffzellen, Hochtemperatur-Brennstoffzellen, Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen-systeme, Oxidkeramische Brenn-stoff-zellen-systeme,
- **Einsatzbereiche von Brennstoff-zellen-systemen**, Verkehr: Auto-mobil BZ-System, auxiliary power unit (APU), Luftfahrt, Stationäre Anwendung: Dezentrale Blockheiz-kraftwerke, Hausenergie-ver-sor-gung, Portable Anwendung: Elektronik, Tragbare Stromver-sorgung, Netzunabhängige Strom-ver-sorgung
- **Brenngasbereitstellung und Systemtechnik** , Wasserstoff-herstellung: Methoden, Reformie-rung, Systemtechnik und Wärme-bilanzen,
- **Ganzheitliche Bilanzierung** , Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Perspek-tiven der Brennstoffzellen-techno-logien

Literatur / Lernmaterialien:

- Vorlesungszusammenfassungen,

empfohlene Literatur:

- P. Kurzweil, Brennstoffzellen-technik, Vieweg Verlag Wiesbaden, ISBN 3-528-03965-5

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 160201 Vorlesung Grundlagen Bennisstoffzellentechnik
- 160202 Vorlesung Bennisstoffzellentechnik, Technik und Systeme



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Brennstoffzellentechnik Grundlagen, Technik und Systeme, 1.0, schriftlich, 120 min
Medienform:	Kombination aus Multimedia-präsentation, Tafelanschrieb und Übungen.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 16021 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>

**Modul 18150 Konstruktion von Wärmeübertragern**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410035
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans Müller-Steinhagen

Dozenten:

- Klaus Spindler
- Wolfgang Heidemann

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Ergänzungsmodul

- MSc Maschinenbau
- MSc Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2
- MSc Fahrzeug- und Motorentechnik
- MSc Technologiemanagement

Lernziele:

Erworbene Kompetenzen:

- Kenntnis der verschiedenen Bauformen von Wärmeübertragern und deren Einsatzmöglichkeiten
- Kenntnis der Werkstoffe Kupfer, Stähle, Aluminium, Glas, Kunststoffe, Graphit hinsichtlich Verarbeitbarkeit, Korrosion, Temperatur- und Druckbereich, Verschmutzung
- Konstruktive Detaillösungen für Rohrverbindungen, Mantel, Stutzen, Dichtungen, Dehnungsausgleich, etc.
- Kenntnis der Fertigungsverfahren
- Vorgehensweise für Auslegungen
- Kenntnis einschlägiger Normen und Standards

Inhalt:

- Glatt- und Rippenrohre für Wärmeübertrager
- Rohrbündelwärmeübertrager
- Kupfer als Werkstoff im Apparatebau
- Technologie und Einsatzbereiche von Plattenwärmeübertrager
- Aussen- und innenberippte Aluminiumrohre für Wärmeübertrager
- Spezialwärmeübertrager für hochkorrosive Anwendungen
- Wärmeübertrager aus Kunststoff
- Graphit-Wärmeübertrager
- Auslegung und Anwendung von Lamellenrohrverdampfern
- Regenerative Wärmerückgewinnung
- Wärmeübertrager in Fahrzeugen
- Auslegung und Wirtschaftlichkeit von Kühltürmen
- Fertigung von Wärmeübertragern
- Verschmutzung und Reinigung von Wärmeübertragern



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsunterlagen</li><li>• VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 181501 Vorlesung Konstruktion von Wärmeübertragern</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 70 h Gesamt: 91 h
Prüfungsleistungen:	Konstruktion von Wärmeübertragern, 1.0, schriftlich, 60 min
Medienform:	Powerpoint-Präsentation ergänzt um Tafelskizzen und Overheadfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18151 Konstruktion von Wärmeübertragern</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18160 Berechnung von Wärmeübertragern**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410030
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans Müller-Steinhagen

Dozenten:

- Wolfgang Heidemann
- Hans Müller-Steinhagen

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

Kern/Ergänzungsmodul

- MSc Maschinenbau
- MSc Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2
- MSc Fahrzeug- und Motorentechnik
- MSc Technologiemanagement

Lernziele:

Erworbene Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die Grundgesetze der Wärmeübertragung und der Strömungen
- sind in der Lage die Grundlagen in Form von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden
- kennen unterschiedliche Methoden zur Berechnung von Wärmeübertragern
- kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertragerbauformen

Inhalt:

Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieursausbildung durch Vermittlung von Fachwissen für die Berechnung von Wärmeübertragern zu leisten.

Die Lehrveranstaltung

- zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis,
- vermittelt die Grundlagen zur Berechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode)
- behandelt Sonderbauformen und Spezialprobleme (Wärmeverluste),



- vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und im Mantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung, Kondensation, Verdampfung),
- führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände, Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren),
- behandelt die Bestimmung von Druckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen
- vermittelt die Berechnung von Rekuperatoren

Literatur / Lernmaterialien:

Vorlesungsmanuskript,

empfohlene Literatur:

VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern
- 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 140 h

Gesamt: 182 h

Prüfungsleistungen:

Berechnung von Wärmeübertragern, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Vorlesung: Beamerpräsentation

Übung: Overhead-Projektoranschrieb, Online-Demonstration von Berechnungssoftware

Prüfungsnummer/n und -name:

- 18161 Berechnung von Wärmeübertragern

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18270 Simulation solarthermischer Anlagen**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410026
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Henner Kerskes

Dozenten: • Henner Kerskes

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: M.Sc. verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele: Erworbene Kompetenzen:

Die Studierenden

- beherrschen die energetische Bilanzierung von solarthermischen Anlagen und deren Komponenten
- kennen numerischen Lösungsverfahren und Simulationsprogramme zur Berechnung energiewandelnder Systeme

Die Studierenden haben die Fähigkeit gegebene Problemstellungen mit Hilfe von numerischen Simulationen zu analysieren. Sie sind in der Lage thermische Solaranlagen rechnergestützt auszulegen und Konzepte für einen effizienten Einsatz der thermischen Solarenergie zu erarbeiten.

Die Studierenden haben Erfahrungen im praktischen Umgang mit Simulationsprogrammen für energetische Analysen

Inhalt: Die Vorlesung zeigt an ausgewählten Beispielen die Anwendung und den Nutzen von Simulationsrechnungen in der Solartechnik.

Im theoretischen Teil der Vorlesung wird die Vorgehensweise bei der Behandlung von Problemstellungen mit Hilfe von Simulationsrechnungen dargestellt. Anschließend werden die in der Solartechnik üblichen Simulationsprogramme vorgestellt. Da ein sinnvoller und effektiver Einsatz von Simulationsprogrammen ein Grundverständnis bestimmten mathematischen Methoden voraussetzt, ist die Behandlung numerischer Grundlagen und die mathematische Modellbildung der wichtigsten Bauteile (Kollektor Speicher, Gebäude, etc.) ein wesentlicher Bestandteil



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

der Vorlesung. Die Rechnerübungen bestehen aus aufeinander aufbauenden Aufgaben, die während der Übungsstunden bearbeitet werden. So wird schrittweise, ausgehend von einem allgemeinen Beispiel einer solaren Trinkwassererwärmungsanlage, eine konkrete, physikalisch korrekt beschriebene Anlage zur solaren Heizungsunterstützung untersucht.

Literatur / Lernmaterialien: Powerpoint-Folien der Vorlesung, Daten- u. Arbeitsblätter

Lehrveranstaltungen und -formen: • 182701 Vorlesung Simulation solarthermischer Anlagen

Abschätzung Präsenzzeit: 21 h

Arbeitsaufwand:

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt: 90h

Studienleistungen: Keine

Prüfungsleistungen: Simulation solarthermischer Anlagen, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

- Vorlesung als powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Anwendung des Stoffes
- ergänzend Tafelanschrieb u. Overhead-Folien
- Rechnerübungen

Prüfungsnummer/n und -name:

- 18271 Simulation solarthermischer Anlagen

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18280 Kältetechnik

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410034
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Harald Kaiser

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: M.Sc. Verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele: Die Studierenden

- kennen die Grundlagen der Kälteerzeugung
- können Kälte- und (Klima-) Anlagen berechnen und bewerten
- kennen alle Komponenten einer Kälteanlage
- verstehen die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kältetechnik und die Zusammenhänge zwischen Umweltpolitik und Kälteanwendung

Inhalt: Es wird die Anwendung der Kältetechnik im globalen Umfeld erläutert. Der Einfluss der Kälteerzeugung auf die Umwelt wird betrachtet und Folgen und Maßnahmen besprochen. Die Verfahren zur Kälteerzeugung werden vorgestellt. Kennzahlen und Wirkungsgrade erklärt, Anlagenbeispiele gezeigt und Anlagenkomponenten erklärt. Auf die Kältemittel und die Verdichter wird besonders eingegangen. Der Abschluss bildet eine Übersicht über alternative Kälteerzeugungsverfahren, wie z.B. Absorptionstechnik.

Literatur / Lernmaterialien: • Vorlesungsskript  
• H.L. von Cube u.a.: Lehrbuch der Kältetechnik Bd. 1 u. 2, C.F. Müller Verlag, 4. Aufl. 1997

Lehrveranstaltungen und -formen: • 182801 Vorlesung Kältetechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 70 h

Gesamt: 91h

Prüfungsleistungen:

Kältetechnik, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Vorlesung als Powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Erläuterung und Anwendung des Vorlesungsstoffes, ergänzend Tafelanschrieb u. Overhead-Folien

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18281 Kältetechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18290 Kraft-Wärme-Kältekopplung (BHKW)

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410036
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Klaus Spindler

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: M.Sc. verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht,

Lernziele:

- Die Studierenden haben Kenntnis über verschiedene Koppelprozesse zur Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung und deren Bewertungsgrößen.
- Sie können KWK-Anlagen auslegen und energetisch, ökologisch und ökonomisch bewerten.
- Sie kennen die entsprechenden Regeln und Normen.
- Sie beherrschen die Verfahren und Methoden für die Projektierung und kennen den prinzipiellen Ablauf der Inbetriebnahme und Abnahme von Anlagen zur Kraft-Wärme- und Kältekopplung.

Inhalt: Aufbau und Funktion eines BHKWs, Motorische Antriebe, Brennstoffe, Wärmeauskopplung, Hydraulische Integration des BHKW, Generatoren, Leistung, Wirkungsgrade, Nutzungsgrade, Emissionen und Immissionen, TA Luft, Verfahren zur Emissionsminderung, TA Lärm, Verfahren zur Minderung von Schallemissionen, Umweltaspekte, Primärenergieeinsparung, Emissionsentlastung durch BHKW, Kälteerzeugung mit BHKW, Wärme-Kälte-Kopplung, Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, Wirtschaftlichkeitsrechnungen, Steuerliche Aspekte, Planung, Auslegung und Genehmigung, Fahrweisen, Bedarfsanalyse und Auslegung, Genehmigung und Rahmenbedingungen, Ausschreibung, Angebotsvergleich, Auftragsvergabe, Verträge, Inbetriebnahme, Abnahme, Contracting, Einsatzfelder und Anwendungsbeispiele

Literatur / Lernmaterialien: Powerpoint-Folien der Vorlesung, Daten- u. Arbeitsblätter



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 182901 Vorlesung Kraft-Wärme-Kältekopplung mit integrierten  
Übungen und Besichtigungen eines BHKWs

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt: 90h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Kraft-Wärme-Kältekopplung (BHKW), 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Vorlesung als powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur  
Anwendung des Stoffes , ergänzend Tafelanschrieb u.  
Overhead-Folien

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18291 Kraft-Wärme-Kältekopplung (BHKW)

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18300 Solartechnik I**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410024
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Harald Drück

Dozenten:

- Harald Drück
- Hans Müller-Steinhagen

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: M.Sc. Verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele: Erworbene Kompetenzen:

Die Studierenden

- können die auf unterschiedlich orientierte Flächen auf der Erdoberfläche auftreffende Solarstrahlung berechnen
- kennen Methoden zur aktiven und passiven thermischen Solarenergie-nutzung im Nieder-temperaturbereich
- kennen Solaranlagen und deren Komponenten zur Trinkwasser-erwärmung, Raumheizung und solaren Kühlung
- kennen unterschiedliche Technologien zur Speicherung von Solarwärme.

Inhalt: Es wird Fachwissen zum Aufbau und Funktion der Sonne sowie zur Solarstrahlung vermittelt. Wärmeübertragungsvorgänge an Sonnenkollektoren, Bauformen von Sonnenkollektoren, Wärmespeicher (Technologien, Bauformen, Beurteilung) werden ausführlich hinsichtlich Grundlagen und Anwendung behandelt. Der Einsatz sowie der Aufbau von Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung, zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung, zur Erwärmung von Freibädern und zur solaren Kühlung wird ausführlich diskutiert. Zusätzlich zur aktiven Solarenergienutzung sind die Grundlagen passiver Solarenergie-nutzung Gegenstand der Lehrveranstaltung

Literatur / Lernmaterialien:

- J.A. Duffie, W.A. Beckman: Solar Engineering of Thermal Processes, Wiley-Interscience, ISBN 0-471-51056



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Norbert Fisch / Bruno Möws / Jürgen Zieger: Solarstadt Konzepte, Technologien, Projekte, W. Kol-hammer, 2001 ISBN 3-17-015418-4</li><li>• Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafelanschrieb und Aufgabenblättern</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 183001 Vorlesung Solartechnik I mit integrierten Übungen</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:70 h Gesamt: 91h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Solartechnik I, 1.0, schriftlich (nach jedem Vorlesungssemester), 60 min;  alternativ Solartechnik I, 1.0, mündlich (Prüfung nach jedem Nicht-Vorlesungssemester), 45 min
Medienform:	Vorlesung als Powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Erläuterung und Anwendung des Vorlesungsstoffes, ergänzend Tafelanschrieb und Overhead-Folien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18301 Solartechnik I</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18310 Numerische Methoden in der Energietechnik**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410032
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans Müller-Steinhagen

Dozenten: • Wolfgang Heidemann

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Ergänzungsmodul

- MSc Maschinenbau
- MSc Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3
- MSc Fahrzeug- und Motorentchnik

Lernziele:

Erworbene Kompetenzen:

Die Studierenden

- beherrschen die energetische Bilanzierung zur Aufstellung von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen
- kennen die numerischen Lösungsverfahren zur Behandlung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen
- kennen die Unterschiede zwischen Finite Differenzen, Finite Volumen und Finite Elemente-Verfahren
- sind in der Lage Berechnungsblätter für einfache mehrdimensionale Wärmeleitprobleme selbst zu erstellen und auszuwerten
- kennen Standard-CFD Berechnungsprogramme und können diese für energietechnische Problemstellungen einsetzen.

Inhalt:

Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieurausbildung zu leisten durch Vermittlung von grundlegenden Numerikkenntnissen für die Behandlung energetischer Problemstellungen. Die Lehrveranstaltung

- zeigt die Vorgehensweise beim numerischen Rechnen
- zeigt die numerischen Lösungsverfahren gewöhnlicher Differentialgleichungen (Euler-, Adams-Bashforth-, Crank-Nicolson-, Runge-Kutta-Verfahren)
- verdeutlicht die Behandlung partieller Differentialgleichungen, deren Lösung mit Programmeigenentwicklungen sowie mit kommerzieller CFD-Software



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

Literatur / Lernmaterialien:	Vorlesungsmanuskript
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 183101 Vorlesung Numerische Methoden in der Energietechnik</li><li>• 183102 Übung Numerische Methoden in der Energietechnik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 82 h Gesamt: 103h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Numerische Methoden in der Energietechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesung: Beamerpräsentation Übung: Online-Demonstration von Berechnungssoftware, Online-Anwendung/Erstellung von Berechnungsprogrammen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18311 Numerische Methoden in der Energietechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18320 Solartechnik II

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410025
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	1.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans Müller-Steinhagen

Dozenten: • Rainer Tamme

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Wahlmodul ab 5. Semester für Studiengänge umw, aer, tema, mach, verf, kyb, bauing, Studium Generale

Lernziele: Die Studenten besitzen Grundkenntnisse der Funktion konzentrierender Solartechnik zur Erzeugung von Strom und Hochtemperaturwärme, Kenntnisse der Auslegungskonzepte, Werkstoffe und Bauweisen der solarspezifischen Subkomponenten: Kollektoren, Heliostat, Absorber, Receiver und Speicher.

Inhalt: Einführung und allgemeine Technikübersicht

- Potential und Markt solarthermischer Kraftwerke
- Grundlagen der Umwandlung konzentrierter Solarstrahlung
- Übersicht zur Parabol-Rinnen Kraftwerkstechnik
- Übersicht zur Solar Turm Kraftwerkstechnik
- Auslegungskonzepte für Rinnenkollektoren und Absorber
- Auslegungskonzepte für Receiver
- Grundlagen von Hochtemperatur-Wärmespeicher
- Auslegungskonzepte ausgewählter Speichertechniken
- Übersicht zu aktuellen Kraftwerksprojekten

Literatur / Lernmaterialien: Kopie der Powerpoint-Präsentation

Lehrveranstaltungen und -formen: • 183201 Vorlesung Solartechnik II  
• 183202 Laborversuche beim DLR  
• 183203 Seminar Solarkraftwerke



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 31 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 59 h

Gesamt: 90h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Solartechnik II, 1.0, schriftlich, 120 min

Medienform:

Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafel  
Anschrieb

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18321 Solartechnik II

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18330 Thermophysikalische Stoffeigenschaften

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410029
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Klaus Spindler

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Verf (M.Sc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3  
• Umw (M.Sc) Kernmodul

Lernziele: Die Teilnehmer kennen die Methoden zur Berechnung der Stoffeigenschaften von reinen Stoffen und Gemischen in ihren Aggregatzuständen (fest, flüssig, gasförmig). Sie beherrschen das Theorem der korrespondierenden Zustände und die Methode der Strukturgruppenbeiträge. Sie können entsprechende Berechnungen für thermische Eigenschaften und Transporteigenschaften durchführen. Die Teilnehmer können die Temperatur- und Druckabhängigkeit der Stoffeigenschaften berechnen oder aus Moleküldaten abschätzen. Sie beherrschen die Verfahren nach dem geltenden Stand der Technik. Sie können damit Komponenten und Anlagen strömungs- und wärmetechnisch projektieren und auslegen.

Sie beherrschen die Grundlagen der genauen Bestimmung thermophysikalischer Stoffeigenschaften für Prozesse mit vollständiger stofflicher Ausnutzung durch hohe Anforderungen des Umweltschutzes.

Inhalt: • Thermische Eigenschaften  
• Dampfdruck  
• Theorem der übereinstimmenden Zustände  
• Dichte von Gasen, überhitztem Dampf und Flüssigkeiten  
• Dichte auf der Grenzkurve  
• kritische Temperatur, kritischer Druck, kritisches Volumen  
• Verdampfungsenthalpie  
• spezifische Wärmekapazität  
• ideale, reale Gase und Flüssigkeiten  
• Temperatur- und Druckabhängigkeit  
• Methode der Gruppenbeiträge  
• Verfahren mit der Zusatzwärmekapazität



- in der Nähe der Grenzkurve
- im überkritischen Gebiet
- Differenz der spezifischen Wärmekapazität auf der Grenzkurve
- Näherungsverfahren
- Transporteigenschaften
- Viskosität von Gasen und Flüssigkeiten
- Druck- und Temperaturabhängigkeit
- Theorem der übereinstimmenden Zustände
- Flüssigkeiten auf der Siedelinie
- Wärmeleitfähigkeit
- Gase bei niedrigem u. hohem Druck
- Temperatur- und Druckabhängigkeit
- Flüssigkeiten
- Gemische
- Diffusionskoeffizient
- Gasgemische bei niedrigem und hohem Druck
- Flüssigkeiten
- Oberflächenspannung
- Thermophysikalische Eigenschaften von Festkörpern, Metalle und Legierungen, Kunststoffe, Wärmedämmstoffe, feuerfeste Materialien, Baustoffe, Erdreich, Holz, Schüttstoffe

Literatur / Lernmaterialien:

- B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'Connell: The Properties of Gases and Liquids. 5th edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 2000
- D. Lüdecke, C. Lüdecke: Thermodynamik - Physikalisch-chemische Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik
- Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2000
- VDI-Wärmeatlas: Berechnungsblätter für den Wärmeübergang. 10. Aufl. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006
- Manuskript und Arbeitsblätter

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 183301 Vorlesung Thermophysikalische Stoffeigenschaften
- 183302 Übung Thermophysikalische Stoffeigenschaften

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h

Gesamt:180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Thermophysikalische Stoffeigenschaften, 1.0, schriftlich, 120 min

Medienform:

Powerpoint, Overhead, Tafel



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18331 Thermophysikalische Stoffeigenschaften

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18340 Wärmepumpen**

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410028
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Klaus Spindler

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum: Verf (M.Sc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der verschiedenen Wärmepumpenprozesse. Die Teilnehmer haben einen Überblick über die verwendeten Anlagenkomponenten und deren Funktion. Sie können Wärmepumpenanlagen mit unterschiedlichen Wärmequellen auslegen. Sie können die Wärmepumpen energetisch, ökologisch und ökonomisch bewerten. Sie kennen die geltenden Regeln und Normen zur Prüfung von Wärmepumpenanlagen.

Sie haben Grundkenntnisse zur hydraulischen Integration und zur Regelung der Wärmepumpe.

Inhalt: Wärmepumpen:

- Thermodynamische Grundlagen, Ideal-Prozess, Theoretischer Vergleichsprozess der Kompressionswärmepumpe
- Realer Prozess der Kaltdampfkompansionswärmepumpe, Idealisierter Absorptionsprozess, Dampfstrahlwärmepumpe, Thermoelektrische Wärmepumpe
- Bewertungsgrößen, Leistungszahl COP, Jahresarbeitszahl JAZ, exergetischer Wirkungsgrad
- Arbeitsmittel und Komponenten für Kompressionswärmepumpen und Absorptionswärmepumpen
- Auslegungsbeispiele für Wärmepumpen
- Wirtschaftlichkeit und Vergleich mit anderen Wärmeerzeugungsanlagen
- Heiz-/Kühlbetrieb von Wärmepumpen, Kühlen mit Erdsonden

Literatur / Lernmaterialien: Manuskript



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 183401 Vorlesung Wärmepumpen

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt: 90h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Wärmepumpen, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

- Vorlesung als powerpoint-Präsentation
- ergänzend Tafelanschrieb und Overhead-Folien
- Begleitendes Manuskript

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18341 Wärmepumpen

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18350 Optimale Energiewandlung

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410033
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Klaus Spindler

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: M.Sc. Verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der optimalen Energiewandlung. Sie können, energetische und exergetische Analysen von technisch wichtigen Energiewandlungsprozessen durchführen. Sie kennen die Ansätze zur Optimierung von Wärmeübertragern, Wärmepumpen- und Kältekreisläufen, Dampf- und Gasturbinen-Prozessen. Sie können Niedrig-Exergie-Heizsysteme auslegen und bewerten. Sie haben Kenntnis über verschiedene Koppelprozesse zur Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung und deren Bewertungsgrößen. Sie kennen die Verfahren zur geothermischen Energiewandlung.

Inhalt: Energiewandlungskette, Exergieverlust-analysen für Wärmepumpen und Kältemaschinen nach dem Kompressions- und Absorptionsverfahren, Brennstoffzelle, Dampfkraftprozess, offener Gasturbinenprozess, Gas-turbinen-Dampfturbinen-Anlage, Wärme-Kraft- bzw. Kraft-Wärme-kopplung, Wärme-Kälte-Kopplung, ORC- und Kalina-Prozess

Literatur / Lernmaterialien: Powerpoint-Folien der Vorlesung, Daten- u. Arbeitsblätter

Lehrveranstaltungen und -formen: • 183501 Vorlesung Optimale Energiewandlung mit integrierten Übungen  
• 183502 Besichtigung einer KWK-Anlage



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Optimale Energiewandlung, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesung als powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Anwendung des Stoffes , ergänzend Tafelanschrieb u. Overhead-Folien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18351 Optimale Energiewandlung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18360 Rationelle Wärmeversorgung

zugeordnet zu: Modul 205 Vertiefungsmodul Energieverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410031
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Klaus Spindler

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • M.Sc. verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2  
• mach  
• tema

Lernziele: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur energieeffizienten Wärmeversorgung von Gebäuden. Sie sind mit den aktuellen Normen und Standards vertraut. Sie können den Wärme- und Feuchtetransport durch Wände berechnen und Dämmstärken durch Wirtschaftlichkeitsberechnungen optimieren. Sie können verschiedene Wärmeversorgungsanlagen energetisch, wirtschaftlich und ökologisch bewerten. Sie kennen die Vorgänge bei Verbrennungsprozessen und die Bewertungsgrößen von Heizkesseln. Sie haben einen Überblick über verschiedene Wärmeerzeugungs- und Wärmerückgewinnungssysteme und deren Effizienz. Sie können wärmetechnische Komponenten und Systeme bilanzieren und Vorschläge für einen geeigneten ressourcenschonenden Einsatz machen.

Inhalt: Energiewandlungskette, Aufteilung des Endenergieeinsatzes, Treibhaus-Problematik, Klimabeeinflussung, Wärmedurchgang, Formkoeffizient, negative Isolierwirkung, Wasserdampfdiffusion, Diffusionswiderstandsfaktor, Dampfdiffusion durch geschichtete ebene Wand, Feuchtigkeitsausscheidung, Glaser-Verfahren, feuchte Luft, h,x- Diagramm, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Wärme-kosten einer Zentralheizung, Kosten-rechnung für Wärmedämmung, Verbrennungsprozesse, Heizwert, Brennwert, Brennstoffe, Luftüber-schuss, Zusammensetzung des feuchten und trockenen Rauchgases, Rechenbeispiel für Gasheizkessel, Kennwerte für Heizkessel, Kessel-wirkungsgrad, Betriebsbereitschafts-verluste, Jahresnutzungsgrad, Teil-lastnutzungsgrad, Wärmeer-zeugungsanlagen, Brennwerttechnik, Holzpelletfeuerung, Wärme-Kraft-kopplung, Wärmepumpen, Jahres-heizwärme- und Jahresheizenergie-bedarf, Wärmedurchgang durch Bau-teile, Luftwechsel,



---

	Lüftungswärme-bedarf, Fugendurchlasskoeffizient, solare Wärmegewinne, Gesamtenergiedurchlassgrad, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen, Wärme-dämmstandards, Wärmeschutzver-ordnung, Energieeinsparung in Gebäuden, Energieeinspar-verordnung, Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung, Rekuperatoren, Regeneratoren, Wärme-rohr, kreislaufverbundene Systeme, Rückwärmzahl, Rück-feuchtezahl, Rationelle Energie-nutzung in Schwimmbädern, Zentrale Wärmeversorgungskonzepte, Fern-wärmeversorgung, Nahwärme-versorgung
Literatur / Lernmaterialien:	Powerpoint-Folien der Vorlesung, Daten- u. Arbeitsblätter
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 183601 Vorlesung Rationelle Wärmeversorgung</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Rationelle Wärmeversorgung, 1.0, mündlich, 60 min
Medienform:	Vorlesung als powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Anwendung des Stoffes , ergänzend Tafelanschrieb u. Overhead-Folien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18361 Rationelle Wärmeversorgung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• BSc Erneuerbare Energien</li><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 206 Vertiefungsmodul Grenzflächenverfahrenstechnik**

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

---

---

Zugeordnete Module 18370 Vertiefungsfach Grenzflächenverfahrenstechnik

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18370 Vertiefungsfach Grenzflächenverfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 206 Vertiefungsmodul Grenzflächenverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041400010
Leistungspunkte:	18.0	SWS:	14.0
Moduldauer:	2 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Thomas Hirth

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Günter Tovar</li><li>• Thomas Hirth</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2. und 3. Semester</li><li>• Medizintechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2. und 3. Semester</li></ul>
Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• beherrschen die Theorie der Grenzflächenthermodynamik, -analytik und -prozesse</li><li>• kennen die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Grenzflächen und ihre Bestimmungsmethoden</li><li>• wissen um Einsatz und Anwendungen der Grenzflächenverfahrenstechnik (Schäumen, Emulgieren, Adsorption, Reinigung, Polymerisation und Beschichtung)</li><li>• beherrschen die Theorie der nanostrukturierten Materie</li><li>• kennen die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Nanomaterialien und ihre Analysemethoden</li><li>• wissen um Einsatz und Anwendungen der Nanomaterialien</li></ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Thermodynamik von Grenzflächenerscheinungen</li><li>• Grenzflächenkombination flüssig-gasförmig (Oberflächenspannung, Schäume)</li><li>• Grenzflächenkombination flüssig-flüssig (Emulsionen, Grenzflächenspannung)</li><li>• Grenzflächenkombination fest-gasförmig (Adsorption, Gaschromatographie, Aerosole)</li><li>• Grenzflächenkombination fest-flüssig (Benetzung, Reinigung, Flüssigkeitschromatographie)</li><li>• Grenzflächenkombination fest-fest (Adhäsion, Schmierung)</li><li>• Analytik und Charakterisierung von Grenzflächen</li><li>• Reinigungsprozesse</li><li>• Herstellung und Verwendung von Emulsionen</li><li>• Polymerisationsverfahren</li></ul>



- Herstellung und Verwendung von Schäumen
- Membranverfahren
- Adsorption - Katalyse und Stofftrennung
- Flotation
- Beschichtungsverfahren
- Aufbau und Struktur von Nanomaterialien,
- Synthese und Verarbeitung von Nanomaterialien
- Mechanische, chemische, elektrische, optische, magnetische, biologische Eigenschaften von Nanomaterialien
- Anwendung von Nanomaterialien in technischen Produkten

Literatur / Lernmaterialien:

- Hirth, Thomas und Tovar, Günter, Grenzflächenverfahrenstechnik I - Chemie und Physik der Grenzflächen, Vorlesungsmanuskript.
- Hirth, Thomas und Tovar, Günter, Grenzflächenverfahrenstechnik II - Technische Prozesse, Vorlesungsmanuskript.
- Hirth, Thomas und Tovar, Günter, Nanotechnologie I - Chemie und Physik der Nanomaterialien, Vorlesungsmanuskript.
- Hirth, Thomas und Tovar, Günter, Nanotechnologie II - Technische Prozesse und Anwendungen für Nanomaterialien, Vorlesungsmanuskript.
- Stokes, Robert und Evans, D. Fenell, Fundamentals of Interfacial Engineering, Wiley-VCH.
- Dörfler, Hans-Dieter, Grenzflächen- und Kolloidchemie, Wiley-VCH.
- Ulmann, Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH.
- Köhler, Michael; Fritzsche, Wolfgang, Nanotechnology, Wiley-VCH.

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 183701 Vorlesung Grenzflächenverfahrenstechnik I - Chemie und Physik der Grenzflächen
- 183702 Vorlesung Nanotechnologie I - Chemie und Physik der Nanomaterialien
- 183703 Praktikum Chemie und Physik der Grenzflächen
- 183704 Vorlesung Grenzflächenverfahrenstechnik II - Technische Prozesse
- 183705 Vorlesung Nanotechnologie II - Technische Prozesse und Anwendungen für Nanomaterialien
- 183706 Exkursion zu technischen Prozessen (Grenzflächenverfahrenstechnik und Nanomaterialien)

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 148 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 358 h

Gesamt: 506 h



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsleistungen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grenzflächenverfahrenstechnik I - Chemie und Physik der Grenzflächen, 0.25, schriftlich, 90 min.</li><li>• Nanotechnologie I - Chemie und Physik der Nanomaterialien, 0.25, schriftlich, 90 min.</li><li>• Grenzflächenverfahrenstechnik II - Technische Prozesse, 0.25, schriftlich, 90 min.</li><li>• Nanotechnologie II - Technische Prozesse und Anwendungen für Nanomaterialien, 0.20, schriftlich, 90 min.</li><li>• Praktikumsbericht: Chemie und Physik der Grenzflächen, 0.05, schriftlich</li></ul>
Medienform:	Beamer und Overhead-Präsentation, Tafelanschrieb, Praktikum, Exkursion.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18371 Grenzflächenverfahrenstechnik I - Chemie und Physik der Grenzflächen</li><li>• 18372 Nanotechnologie I - Chemie und Physik der Nanomaterialien</li><li>• 18373 Grenzflächenverfahrenstechnik II - Technische Prozesse</li><li>• 18374 Nanotechnologie II - Technische Prozesse und Anwendungen</li><li>• 18375 Praktikumsbericht: Chemie und Physik der Grenzflächen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Zugeordnete Module	18020	Kunststofftechnologie
	18380	Kunststoffverarbeitung 1
	18390	Kunststoffverarbeitung 2
	18400	Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen
	18410	Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling
	18420	Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe
	18430	Thermografie
	18440	Material Characterization with Elastic Waves
	18450	Keramische Werkstoffe
	18460	Zerstörungsfreie Prüfung
	18470	Zerstörungsfreie Prüfung (Übungen)

Dozenten:

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18020 Kunststofftechnologie

zugeordnet zu: Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	047501001
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten: • Hans-Gerhard Fritz

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Verfahrenstechnik Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 5
- Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 5
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 1
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 1

Lernziele:

Die Studierenden sind mit der Klassifikation und der Herstellung von Kunststoffen vertraut. Sie kennen den molekularen Aufbau der Polymerwerkstoffe und die daraus resultierenden mechanischen, thermischen und rheologischen Stoffeigenschaften. Die Studierenden wissen um die stoffspezifischen Kunststoffaufbereitungs- und Formgebungsverfahren sowie um die für die Verarbeitung erforderliche Maschinen- und Werkzeugtechnik. Grundlagenbasiert arbeitend eignen sie sich Methoden und Techniken zur analytischen/numerischen Beschreibung der bei diesen Verfahren ablaufenden rheologischen und thermischen Grundvorgänge an. Nach Abschluss der Lehrveranstaltung sind sie in der Lage einfache Aufbereitungs- und Formgebungsprozesse stoffadaptiert zu gestalten und die wesentlichen Verfahrensschritte analytisch zu beschreiben.

Inhalt:

**Klassifikation, Herstellung und Eigenschaften hochpolymerer Werkstoffe:** Makromolekularer Aufbau, Morphologie und Struktur der Kunststoffe, mechanisch/thermisches Stoffverhalten; Rheologie von Kunststoffschmelzen und plastischen Medien. Übersichtliche Darstellung aller heute praktizierten Kunststoffverarbeitungsverfahren, untergliedert nach den Technologien des Ur- und Umformens, des Trennens und Fügens sowie des Beschichtens und Veredelns unter besonderer Berücksichtigung der Verfahrens-, Anlagen- und Werkzeugtechnik.

**Physikalische Grundgleichungen zur Beschreibung und Simulation von Elementarprozessen der Kunststoffaufbereitung und -verarbeitung:** Kontinuitäts-, Impuls- und Energiegleichung, rheologische und thermische



Zustandsgleichungen. Formale Beschreibungsmöglichkeiten des viskosen, viskoelastischen und viskoplastischen Stoffverhaltens von Kunststoffschmelzen und gefüllten Systemen. Beschreibung von Geschwindigkeits- und Temperaturfeldern bei einfachen und zusammengesetzten, in der Kunststofftechnik vorkommenden Strömungsformen. Behandlung von Anlaufvorgängen.

**Grundlagen des Dispergierens sowie des laminaren und distributiven Mischens. Mechanisch/thermische Grundprozesse:** Plastifizieren von Kunststoffen sowie Abkühlen von Kunststoffhalbzeugen und -formteilen. Darstellung der in Bezug auf rheologische und thermische Vorgänge in der Kunststoffverarbeitung wichtigsten dimensionslosen Modellkennzahlen.

Literatur / Lernmaterialien:

- Detailliertes Skript
- Hensen, Knappe, Potente: Handbuch der Extrusionstechnik, C.Hanser Verlag München
- Agassant, Avenas, Carreau: Polymer Processing, C.Hanser Verlag München
- Manas, Tadmor: Mixing and Compounding of Polymer, C.Hanser Verlag München

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 180201 Vorlesung Kunststofftechnologie

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 h

Selbststudium / Nacharbeitszeit: 138 h

Gesamt:180 h

Prüfungsleistungen:

Kunststofftechnologie 1,0 schriftlich 120 min

Medienform:

- Beamer-Präsentation
- OHF
- Tafelanschriebe

Prüfungsnummer/n und -name:

- 18021 Kunststofftechnologie

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Verfahrenstechnik
- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18380 Kunststoffverarbeitung 1

zugeordnet zu: Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075010003
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten: • Hans-Gerhard Fritz

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Verfahrenstechnik Master, 2  
• Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Pflicht, 2

Lernziele: Die Studierenden sind mit den bei den wichtigsten Kunststoff-Urformprozessen ablaufenden rheologischen und thermischen Detailvorgängen vertraut und in der Lage, diese auch modellmäßig zu beschreiben. Ferner kennen sie den prinzipiellen Aufbau und die Betriebstechnik der beim Extrudieren, Kalandrieren, Kompressionsformen und Spritzgießen eingesetzten Anlagen. Sie besitzen zudem ein Basiswissen in Bezug auf die Prozess- und Qualitätsüberwachung bei den genannten Formgebungsverfahren.

Inhalt: Behandlung und Modellierung der wichtigsten Formgebungsverfahren unter anlagen- und verfahrenstechnischen Gesichtspunkten.

**Extrusion:** Analyse der mechanisch/thermischen Vorgänge in Extrudersystemen. Extruder und Werkzeug als Funktionseinheit, Prozesssteuerung und -regelung, Entwurf von Extruderbaureihen (Modellgesetz)

**Kalandrieren:** Aufbau und Funktionsweise kompletter Kalandranlagen, Beschreibung der rheologischen Vorgänge im Walzenspalt; Maschinenbauliche Problemstellungen und deren Lösung.

**Kompressionsformen:** Werkstoffauswahl und -aufbereitung; Vorgänge beim Formgebungs- und Vernetzungsschritt; Produktcharakterisierung

**Spritzgießen:** Analyse des Plastifizier- und Formfüllvorgangs unter Einbeziehung rheologischer und thermischer Aspekte; Zusammenwirken von Plastifizieraggregat, Werkzeug und



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Schließeinheit; Mehrkomponentenspritzgießen sowie Spritzgießen von schäumbaren und reaktionsfähigen Polymerwerkstoffen

Literatur / Lernmaterialien:

- Detailliertes Skript
- Hensen; Knappe, Potente: Handbuch der Extrusionstechnik, C.Hanser Verlag München
- Agassant, Avenas, Carreau: Polymer Processing, C.Hanser Verlag München
- Manas, Tadmor: Mixing and Compounding of Polymers, Hanser Verlag München

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 183801 Vorlesung Kunststoffverarbeitung 1

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 53 h

Gesamt: 74 h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Kunststoffverarbeitung 1 1.0 mündlich 30 min

Medienform:

Beamer-Präsentation, OHF, Tafelanschriebe

Prüfungsnummer/n und -name:

- 18381 Kunststoffverarbeitung 1

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18390 Kunststoffverarbeitung 2

zugeordnet zu: Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075010004
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten: 

- Hans-Gerhard Fritz
- Kalman Geiger

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: 

- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul , Wahl, 2
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul , Wahl, 2

Lernziele: Die Studierenden haben umfassende Kenntnisse über das Leichtbaupotential von Polymerwerkstoffen, im speziellen von Polyurethan- und Thermoplastschäumen, sowie von Faser/Kunststoff-Verbunden. Sie sind vertraut mit den Möglichkeiten, das den Kunststoffen innewohnende Festigkeitspotential durch molekulare Orientierungsprozesse optimal auszuschöpfen. Ferner beherrschen die Studierenden die Verarbeitungstechniken dieser Werkstoffe und kennen die dafür einsetzbaren Anlagen und Werkzeugsysteme.

Inhalt: Die Vorlesung behandelt weitere gängige Ur- und Umformungsprozesse unter verfahrens-, betriebs- und anlagentechnischen Gesichtspunkten.

**Technologien des Schäumens:** Stoffliche und prozesstechnische Aspekte der Polyurethantechnologie; Spritzgießen und Extrudieren thermoplastischer Schaumstrukturen. Leichtbaupotential derartiger Werkstoffe, Halbzeuge und Formteile.

**Orientierungstechniken:** Formgebungsprozesse unter gezielter Einbringung von Molekülorientierungen (Mono- und Multifilamente, biaxial gereckte Folien und Hohlkörper).

**Faser/Kunststoff-Verbunde:** Auswahl von Matrixwerkstoffen und Verstärkungsmedien; chemisch-technologische Grundlagen zur Vernetzung und Faser/Matrix-Kopplung. Gebräuchliche Formgebungsverfahren und deren Anwendungsfelder.

Literatur / Lernmaterialien: Detailliertes Skript



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 183901 Vorlesung Kunststoffverarbeitung 2

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 53 h

Gesamt: 74 h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Kunststoffverarbeitung 2, 1,0 mündlich 30 min

Medienform:

Beamer-Präsentation, OHF, Tafelanschriebe

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18391 Kunststoffverarbeitung 2

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18400 Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen

zugeordnet zu: Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075010005
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten:

- Hans-Gerhard Fritz
- Kalman Geiger

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- Verfahrenstechnik Master, 2
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele:

Die Studierenden beherrschen die gebräuchlichen Techniken zur Konzipierung und Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen unter mechanischen, thermischen und rheologischen Aspekten. Sie sind in der Lage, dafür einsetzbare Softwarepakete handzuhaben und sie für einfache Fälle zu modifizieren.

Inhalt:

Vorgestellt werden Grundprinzipien des Aufbaus und der rheologischen Gestaltung von **Extrusionswerkzeugen** . Erläutert werden die Strömungsvorgänge in derartigen Anlagenkomponenten, sowie deren festigkeitsmäßige Dimensionierung. Beschrieben werden ferner Werkzeugsysteme zur Herstellung von Mehrschichtverbunden sowie Kalibrier- und Kühlvorrichtungen zur Geometriefixierung bei der Rohr- und Profilextrusion.

Grundprinzipien des Aufbaus und der rheologischen Gestaltung von **Spritzgießwerkzeugen** . Numerische Beschreibung des Werkzeugfüllvorgangs sowie der sich zeitabhängig einstellenden Temperatur- und Druckfelder; Dimensionierung und Betriebsweise der Werkzeugkühlsysteme.

Literatur / Lernmaterialien:

- Umfangreiches Skript
- W.Michaeli: Extrusionswerkzeuge für Kunststoffe und Kautschuk, C.Hanser Verlag München

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 184001 Vorlesung Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 53 h Gesamt:74 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen , 1.0 , 30 min
Medienform:	Beamer-Präsentation, OHF, Tafelanschriebe
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18401 Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18410 Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling**

zugeordnet zu: Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075010006
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten:

- Hans-Gerhard Fritz
- Eberhard Grünschloss

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- Verfahrenstechnik Master,2, Vertiefungsmodul, Wahl, 2
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele:

Die Studierenden sind mit den Grundoperationen der Kunststoffaufbereitung vertraut. Sie beherrschen die aufgabenspezifische Anlagenauswahl und deren Betriebsweise. Sie kennen die vielfältigen Möglichkeiten aus nachwachsenden Rohstoffen hochpolymere Werkstoffe zu generieren. Gängige Kunststoffrecyclingprozesse sowie die dabei realisierten Unitoperations des Additivierens, Blendens und Granulierens sind ihnen vertraut.

Inhalt:

Darstellung und formale Beschreibung der kontinuierlichen und diskontinuierlichen Grundoperationen der Kunststoffaufbereitung (Zerteilen, Verteilen, Homogenisieren, Entgasen, Granulieren). Modifikation von Polymeren durch Einarbeitung von Additiven (Pigmente, Stabilisatoren, Gleitmittel, Füll- und Verstärkungsstoffen, Schlagzähmacher, etc.). Dargestellt werden ferner die Grundlagen der reaktiven Kunststoffaufbereitung und darauf aufbauend, die Generierung neuer Werkstoffeigenschaftenprofile durch Funktionalisieren, Blenden und Legieren. Behandelt werden ferner theoretische Ansätze zur Beschreibung der Morphologieausbildung bei Mehrphasensystemen sowie Konzepte zur Herstellung von Kunststoffen auf der Basis nachwachsender Rohstoffe.

Übersicht über gängige Kunststoffrecyclingprozesse; Verfahrens- und Anlagenkonzepte; Eigenschaften und Einsatzfelder von Rezyklaten.

Literatur / Lernmaterialien:

- Umfangreiches Skript
- I.Manas, Z. Tadmor: Mixing and Compounding of Polymers, C.Hanser Verlag, München



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 184101 Vorlesung Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:53 h Gesamt: 74 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling, 0,13 mündlich 30 min
Medienform:	Beamer-Präsentation, OHF, Tafelanschriebe
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18411 Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling</li></ul>
Exportiert durch:	Fakultät für Geo- und Biowissenschaften
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18420 Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe

zugeordnet zu: Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075010007
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten:

- Hans-Gerhard Fritz
- Kalman Geiger

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- Verfahrenstechnik Master, vertiefungsmodule wahl3
- Maschinenbau Master, vertiefungsmodule wahl2

Lernziele:

Die Studierenden kennen die unterschiedlichen, für Polymerwerkstoffe relevanten rheologischen Stoffklassen (Viskose und viskoelastische Fluide, plastische Massen), sowie die dafür gültigen rheologischen Zustandsgleichungen. Die Definitionen sowie die Messtechnik zur Bestimmung darin enthaltener rheologischer Stoffwertfunktionen sind ihnen geläufig. Sie beherrschen im Sinne der Angewandten Rheologie die Anwendung rheologischer Daten zur Beschreibung von Strömungs- und Dissipationsvorgängen in der Kunststoffaufbereitung und -verarbeitung

Inhalt:

Aufgabe und Bedeutung der Rheologie und Rheometrie in der Kunststofftechnik; Aufbau und Struktur rheologischer Zustandsgleichungen. Definition und messtechnische Ermittlung darin enthaltener Stoffwertfunktionen.

Darstellung stoffspezifischer Rheometersysteme, ihre Messprinzipien und Auswertetechniken. Anwendung rheologischer Stoffwerte bei der Maschinen- und Werkzeugauslegung auf dem Gebiet der Kunststoffverarbeitung.

Literatur / Lernmaterialien:

- Umfassendes Skript
- Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, VDI-Verlag

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 184201 Vorlesung Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 53 h Gesamt: 74 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe, 1.0 30 min.
Medienform:	Beamer-Präsentation, OHF, Tafelanschriebe
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18421 Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18430 Thermografie**

zugeordnet zu: Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075011012
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 4
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele:

Die Studierenden sind mit dem Prinzip und den typischen Anwendungsbereichen der einzelnen Thermografieverfahren vertraut. Sie kennen die Gesetzmäßigkeiten dynamischer Wärmeausbreitungsvorgänge und deren Relevanz für moderne Thermografieverfahren. Sie haben die Vorteile der Phasenwinkel-Thermografie verstanden und können die mit thermografischen Verfahren erzielten Ergebnisse zuverlässig bewerten und interpretieren.

Inhalt:

Spektrum thermischer Strahler. Transparenz der Atmosphäre im infraroten Spektralbereich. Infraroteigenschaften von Werkstoffen. Aufbau thermografischer Systeme, ihre technischen Kenngrößen und deren Messung. Bewertungskriterien für Thermografiekameras. Gesetzmäßigkeiten thermischer Wellen. Signalverarbeitung, Wechselsignalfilterung, Bildstapelanalyse. Prinzip und Anwendung dynamischer Phasenwinkel-Thermografie: Lockin-Thermografie mit verschiedenen Anregungsarten (Optisch, Ultraschall, Wirbelstrom), Puls. Einsatzkriterien.

Literatur / Lernmaterialien:

Detailliertes Vorlesungsskript

Spezielle Veröffentlichungen, die im Laufe der Vorlesung verteilt werden.

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 184301 Vorlesung Thermografie



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:63 h Gesamt: 84h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Thermografie 1.0 mündlich 30 Minuten
Medienform:	Overhead-Projektor, Tafelanschiebe.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18431 Thermografie</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18440 Material Characterization with Elastic Waves

zugeordnet zu: Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075011014
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

Dozenten: • Igor Solodov

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 4  
• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2  
• Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele: The students understand the physical phenomena which accompany elastic wave propagation. They are familiar with the experimental methods for characterization of mechanical properties. The students are able to apply these modern methods to non-destructive evaluation (NDE) of engineering materials.

Inhalt: **Physical principles:** Fundamentals of theory of elasticity. Elastic waves in isotropic materials. Properties of elastic waves in anisotropic materials. Determination of elastic modulus matrix from velocity measurements. Dynamic boundary problems in solid-state materials.

**Practical methods for characterization mechanical properties of materials:** Wave reflection and transmission at solid interfaces. Elastic waves in plates and topographic structures. Interfacial waves. Experimental methods of elastic wave excitation-detection and opportunities for applications in nondestructive testing and quality management in industrial applications.

Literatur / Lernmaterialien: Detailed Script. Publications and Handouts.

Lehrveranstaltungen und -formen: • 184401 Vorlesung Material Characterization with Elastic Waves



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 63 h Gesamt: 84 h
Studienleistungen:	None
Prüfungsleistungen:	Material Characterization with Elastic Waves. 1.0 oral 30 min
Medienform:	Overhead-Projektor, Tafelanschriebe, vereinzelt auch Beamer.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18441 Material Characterization with Elastic Waves</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18450 Keramische Werkstoffe

zugeordnet zu: Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075011015
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 5
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 3
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 1

Lernziele:

Die Studierenden verstehen die besonderen Eigenschaften von Keramik auf der Basis des Periodensystems und einfacher Festkörperphysik. Sie kennen die Vor- und Nachteile des Werkstoffs, wissen, wie er produziert wird und was beim Anfertigen von Bauteilen zu beachten ist. Sie wissen, bei welchen bekannten Fragestellungen die Keramik der optimale Werkstoff ist und in welchen technischen Bereichen er warum und mit welchem Erfolg eingesetzt wird. Sie sind anschließend in der Lage, auch bei neuen Fragestellungen den Einsatz von Keramik zu beurteilen.

Inhalt:

Zusammenhang zwischen Bindungskräften und Werkstoffbesonderheiten. Daraus resultierende Eigenschaften keramischer Werkstoffe: Hoher E-Modul, Temperaturfestigkeit, geringe thermische Ausdehnung sowie Spröbruch und Weibull-Statistik. Keramikarten, Herstellungsverfahren. Zu beachtende Besonderheiten in der Bauteilkonstruktion und in der Bearbeitung. Einsatzspektrum von Keramik: Ausnutzung der Werkstoffeigenschaften für den Einsatz in Elektronik, Motorentchnik, Fahrzeugwesen, Luft und Raumfahrt usw.

Literatur / Lernmaterialien:

Detailliertes Vorlesungsskript

Weiterführende Literaturhinweise.

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 184501 Vorlesung Keramische Werkstoffe



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 63 h Gesamt: 84h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Keramische Werkstoffe1,0 mündlich 30 min
Medienform:	Overhead-Projektor und Tafelanschriften
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18451 Keramische Werkstoffe</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18460 Zerstörungsfreie Prüfung

zugeordnet zu: Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075011016
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes Semester
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 4/5
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2/3
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 1/2

Lernziele:

Die Studierenden sind mit dem Prinzip und den typischen Anwendungsbereichen der einzelnen zerstörungsfreien Prüfverfahren vertraut, sie kennen die Besonderheiten, so daß sie die am besten geeigneten Verfahren für spezifische Anwendungen auswählen und die damit erzielten Ergebnisse zuverlässig interpretieren können.

Inhalt:

Nach der Aufbereitung der Grundlagen von Schwingungen und Wellen werden die modernen zerstörungsfreien Prüfverfahren (ZfP) vorgestellt, und zwar geordnet nach elektromagnetischen Wellen, elastischen Wellen (linear und nichtlinear) und dynamischem Wärmetransport (z.B. Lockin-Thermografie). Zu jedem Verfahren wird das zugrunde liegende physikalische Prinzip erläutert, Vorteile und Einschränkungen und schließlich typische Anwendungsbeispiele an industrierelevanten Bauteilen.

Literatur / Lernmaterialien:

- Detailliertes Vorlesungsskript
- Spezielle und aktuelle Veröffentlichungen, die im Laufe der Vorlesungen verteilt werden.
- Weiterführende Literaturzitate.

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 184601 Vorlesung Zerstörungsfreie Prüfung



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 63 h

Gesamt: 84 h

Studienleistungen:

keine

Prüfungsleistungen:

Zerstörungsfreie Prüfung (Vorlesung) 1.0 mündlich 30 min

Medienform:

Overhead-Projektor, Tafelanschriften, vereinzelt auch Beamer.

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18461 Zerstörungsfreie Prüfung

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18470 Zerstörungsfreie Prüfung (Übungen)

zugeordnet zu: Modul 207 Vertiefungsmodul Kunststofftechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075011018
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes Semester
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 4/5
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2/3
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 1/2

Lernziele:

Die Studierenden können für die einzelnen zerstörungsfreien Prüfverfahren (ZfP) den Zusammenhang zwischen Werkstoffeigenschaft und Bauteilfehler qualitativ und quantitativ herstellen. Sie können bei den einzelnen ZfP-Verfahren aus dem Meßergebnis theoretisch auf den Werkstoff, die Bauteilgeometrie und Eigenschaften verborgener Bauteilfehler rückschließen. Sie wissen, worauf es bei dem Verfahren ankommt (Meßtechnikaspekt), sie verstehen die wesentlichen Leistungsmerkmale der zur Messung benötigten einzelnen meßtechnischen Komponenten und können sie im Hinblick auf die jeweilige Aufgabenstellung auswählen.

Inhalt:

Die Übungen folgen inhaltlich dem Aufbau der Vorlesung. Demzufolge werden konkrete Beispiele aus dem Grundlagenbereich der Schwingungen und Wellen gerechnet. Anschließend werden zu jedem Verfahren aus dem Bereich der elektromagnetischen und elastischen Wellen und dem dynamischen Wärmetransport Beispiele quantitativ detailliert und behandelt. Hierbei wird nicht nur der Vorlesungsstoff vertieft, sondern inhaltlich Vorbereitungsarbeit für das anspruchsvolle ZfP-Praktikum geleistet.

Literatur / Lernmaterialien:

- Detailliertes Vorlesungsskript
- Übungsaufgaben
- Weiterführende Literaturhinweise.

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 184701 Übung Zerstörungsfreie Prüfung



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 63 h Gesamt: 84 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Zerstörungsfreie Prüfung Vorlesung und Übungen können gemeinsam geprüft werden: 1,0 mündlich, 45 min
Medienform:	Overhead-Projektor, Tafelanschriften, vereinzelt auch Beamer.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18471 Zerstörungsfreie Prüfung (Übungen)</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

### Modul 208 Vertiefungsmodul Lebensmitteltechnik

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 209 Vertiefungsmodul Mechanische Verfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Zugeordnete Module	18120	Mischtechnik
	18130	Maschinen und Apparate der Trenntechnik
	18500	Mehrphasenströmungen
	18510	Modellbildung und Simulation von Strömungen
	18520	Numerische Berechnung mehrphasiger Strömungen
	18530	Strömungs- und Partikelmesstechnik
	18540	Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik
	18550	F&E Management und kundenorientierte Produktentwicklung

Dozenten:

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18120 Mischtechnik

zugeordnet zu: Modul 209 Vertiefungsmodul Mechanische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910012
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Steffen Schütz

Dozenten: • Steffen Schütz

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mechanische Mischprozesse bei gegebenen Fragestellungen geeignet auszulegen, zu konzipieren und bestehende Prozesse hinsichtlich ihrer Funktionalität zu beurteilen.

Inhalt: Mischtechnik:

- Strömungsmechanische Grundlagen von Mischprozessen in laminaren und turbulenten Strömungen
- Kennzahlen und Ähnlichkeitsgesetze
- Vermischung mischbarer Flüssigkeiten in Rührkesseln
- Statische Mischer
- Vermischung hochviskoser Medien
- Gegenstrom-Injektions-Mischer
- Begasen im Rührkessel
- Wärmeübergang im Rührkessel
- Suspendieren
- Scale-up bei Rührprozessen
- Experimentelle Methoden bei Mischprozessen
- Statistische Methoden
- Mikromischer

Literatur / Lernmaterialien:

- Kraume, M.: Mischen und Rühren, Wiley-VCH, 2003
- Schütz, S.: Berechnung und Analyse der Vermischung von Flüssigkeiten im Makro- und Mikromaßstab bei laminarer Strömung, Shaker Verlag, 2005



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 181201 Vorlesung Mischtechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt:90h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Mischtechnik, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien sowie Animationen

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18121 Mischtechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18130 Maschinen und Apparate der Trenntechnik

zugeordnet zu: Modul 209 Vertiefungsmodul Mechanische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910013
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mechanische Trennprozesse bei gegebenen Fragestellungen geeignet auszulegen, zu konzipieren und bestehende Prozesse hinsichtlich ihrer Funktionalität zu beurteilen.

Inhalt: Trenntechnik:

- Flüssig-Feststoff-Trennverfahren: Sedimentation im Schwerfeld, Filtration, Zentrifugation, Flotation
- Gas-Feststoff-Trennverfahren: Zentrifugation, Nassabscheidung, Filtration, Elektrische Abscheidung
- Beschreibung der in der Praxis gebräuchlichen Auslegungskriterien und Apparate zu den genannten Themengebieten
- Abhandlung zahlreicher Beispiele aus der Trenntechnik

Literatur / Lernmaterialien:

- Müller, E.: Mechanische Trennverfahren, Bd. 1 u. 2, Salle und Sauerlaender, Frankfurt, 1980 u. 1983
- Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik, Springer Verlag, 1994
- Gasper, H.: Handbuch der industriellen Fest-Flüssig-Filtration, Wiley-VCH, 2000

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 181301 Vorlesung Maschinen und Apparate der Trenntechnik
- 181302 Übung Maschinen und Apparate der Trenntechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Maschinen und Apparate der Trenntechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien sowie Animationen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18131 Maschinen und Apparate der Trenntechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18500 Mehrphasenströmungen

zugeordnet zu: Modul 209 Vertiefungsmodul Mechanische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910010
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mathematisch-numerische Modelle von Mehrphasenströmungen zu erstellen. Sie kennen die mathematisch-physikalischen Grundlagen von Mehrphasenströmungen.

Inhalt: Mehrphasenströmungen:

- Transportprozesse bei Gas-Flüssigkeitsströmungen in Rohren
- Kritische Massenströme
- Blasendynamik
- Bildung und Bewegung von Blasen
- Widerstandsverhalten von Feststoffpartikeln
- Pneumatischer Transport körniger Feststoffe durch Rohrleitungen
- Kritischer Strömungszustand in Gas-Feststoffgemischen
- Strömungsmechanik des Fließbettes

Literatur / Lernmaterialien:

- Durst, F.: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2006
- Brauer, H.: Grundlagen der Ein- und Mehrphasenströmungen, Sauerlaender, 1971
- Bird, R.: Transport Phenomena, New York, Wiley, 2002

Lehrveranstaltungen und -formen: • 185001 Vorlesung Mehrphasenströmungen



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:69 h Gesamt: 84 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Mehrphasenströmungen, mündlich, 1.0, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien, Rechnerübungen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18501 Mehrphasenströmungen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18510 Modellbildung und Simulation von Strömungen**

zugeordnet zu: Modul 209 Vertiefungsmodul Mechanische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910011
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Steffen Schütz

Dozenten: • Steffen Schütz

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mathematisch-numerische Modelle von Strömungen zu erstellen und in Simulationsprogrammen numerisch umzusetzen. Durch die Vermittlung mathematisch-physikalischer Grundlagen der numerischen Strömungsmechanik können die Studierenden Simulationsergebnisse kritisch beurteilen und bewerten.

Inhalt: Modellbildung und Simulation von Strömungsvorgängen:

- Grundgleichungen der Strömungsmechanik
- Klassifikation von Differentialgleichungen zweiter Ordnung
- Spezielle Lösungsverfahren für Differentialgleichungen zweiter Ordnung
- Modellierung turbulenter Strömungen
- Diskretisierung der Modellgleichungen mit der Finite-Volumen-Methode
- Algorithmen zur Lösung parabolischer und elliptischer Gleichungen
- Rechnerübungen
- High Performance Computing in der Strömungssimulation

Literatur / Lernmaterialien:

- Durst, F.: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2006
- Patankar, S.: Numerical heat transfer and fluid flow, New York, Hemisphere Publ. Corp., 1980
- Ferziger, J.: Computational methods for fluid dynamics, Springer Verlag, 2002



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 185101 Vorlesung Modellbildung und Simulation von Strömungsvorgängen
- 185102 Rechnerübungen

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 25 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 65 h

Gesamt: 80 h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Modellbildung und Simulation von Strömungsvorgängen, mündlich, 1.0, 30 min

Medienform:

Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien, Rechnerübungen

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18511 Modellbildung und Simulation von Strömungen

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18520 Numerische Berechnung mehrphasiger Strömungen**

zugeordnet zu: Modul 209 Vertiefungsmodul Mechanische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910014
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Steffen Schütz

Dozenten: • Steffen Schütz

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verf (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 2. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind in der Lage Rechenmodelle zur Beschreibung von mehrphasigen Strömungen gezielt einzusetzen und können diese numerisch lösen.

Inhalt: Numerische Berechnung von Mehrphasenströmungen:

- Grundgleichungen der Strömungsmechanik
- Beschreibung von Strömungskräften auf feste Partikel, Tropfen und Blasen
- Modellierung von Mehrphasenströmungen nach dem Euler-Euler und dem Euler-Lagrange-Modell
- Berechnung von Strömungen mit freier Oberfläche
- Beschreibung von mehrphasigen Strömungen mit Hilfe von Populationsbilanzen
- Rechnerübungen

Literatur / Lernmaterialien:

- Brauer, H.: Grundlagen der Ein- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau und Frankfurt/Main, 1971
- Nichols, B.D., Hirt, C.W. und Hotchkiss, R.S.: SOLA-VOF: A Solution Algorithm for Transient Fluid Flow with Multiple Free Boundaries. Los Alamos National Laboratory, LA-8355, 1980
- Sommerfeld, M.: Modellierung und numerische Berechnung von partikelbeladenen turbulenten Strömungen mit Hilfe des Euler/Lagrange-Verfahrens, Shaker Verlag, 1996



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 185201 Vorlesung Numerische Berechnung von Mehrphasenströmungen
- 185202 Übung Numerische Berechnung von Mehrphasenströmungen

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt: 80 h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Numerische Berechnung von Mehrphasenströmungen: Prüfung, mündlich, 1.0, 30 min

Medienform:

Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18521 Numerische Berechnung mehrphasiger Strömungen

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18530 Strömungs- und Partikelmesstechnik**

zugeordnet zu: Modul 209 Vertiefungsmodul Mechanische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910015
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 2. Semester

Lernziele: Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen für Partikelmessungen im Online- und Laborbetrieb. Sie sind in der Lage, aufgabenspezifisch geeignete Messgeräte auszuwählen und die resultierenden Messergebnisse in Bezug auf ihr Zustandekommen kritisch zu beurteilen.

Inhalt: Strömungs- und Partikelmesstechnik:

- Modellgesetze bei Strömungsversuchen
- Aufbau von Versuchsanlagen
- Messung der Strömungsgeschwindigkeit nach Größe und Richtung (mechanische, pneumatische, elektrische und magnetische Verfahren)
- Druckmessungen
- Temperaturmessungen in Gasen
- Turbulenzmessungen
- Sichtbarmachung von Strömungen
- Optische Messverfahren (Schatten-, Schlieren-, Interferenzverfahren, LDA-Verfahren, Durchlichttomografie)
- Kennzeichnung von Einzelpartikeln
- Darstellung und mathematische Auswertung von Partikelgrößenverteilungen
- Sedimentations-, Beugungs- und Streulicht-, Zählverfahren
- Siebanalyse
- PDA-Verfahren
- Tropfengrößenmessungen

Literatur / Lernmaterialien:

- Müller, R.: Teilchengrößenmessung in der Laborpraxis, Wiss. Verl.-Ges., 1996
- Allen, T.: Particle size measurement, Chapman + Hall, 1968.



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ruck, B.: Lasermethoden in der Strömungsmechanik, AT-Fachverlag, 1990</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 185301 Vorlesung Strömungs- und Partikelmesstechnik</li><li>• 185302 Laborpraktikum Strömungs- und Partikelmesstechnik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 25 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 65 h Gesamt: 90 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Strömungs- und Partikelmesstechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18531 Strömungs- und Partikelmesstechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18540 Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik

zugeordnet zu: Modul 209 Vertiefungsmodul Mechanische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910016
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verf (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 2. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, die Entstehung und den Transport von Partikeln sowie die unter den Partikeln auftretenden Wechselwirkungen zu beschreiben.

Inhalt: Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik:

- Physikalische Grundlagen der Zerkleinerung
- Maschinen zur Grob-, Fein- und Feinstzerkleinerung
- Grundlagen der Tropfenbildung
- Laminarer und turbulenter Strahl- und Lamellenzerfall
- Zerstäubungsvorrichtungen (Zerstäuberdüsen, Rotationszerstäuber, Ultraschallzerstäuber, etc.)
- Tropfengrößenmessungen
- Herstellung, Stabilisierung und Verarbeitung von Emulsionen
- Emulgiermaschinen

Literatur / Lernmaterialien:

- Wozniak, G.: Zerstäubungstechnik, Springer Verlag, 2003
- Troesch, H.: Mechanische Verfahrenstechnik, VDI-Verlag, 1999
- Stang, M.: Zerkleinern und Stabilisieren von Tropfen beim mechanischen Emulgieren, VDI-Fortschrittsbericht, 1998.

Lehrveranstaltungen und -formen: • 185401 Vorlesung Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18541 Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18550 F&E Management und kundenorientierte Produktentwicklung**

zugeordnet zu: Modul 209 Vertiefungsmodul Mechanische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910017
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Michael Durst

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2;  
• Umweltschutztechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2;  
• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2;  
• Verfahrenstechnik Master, Wahlpflichtmodul, Wahl, 2;

Lernziele: Die Studierenden kennen Techniken und Vorgehensweisen, um Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowie Aufgabenstellungen in diesem Bereich effizient und effektiv zu planen und die notwendigen Entwicklungsprozesse zu erstellen und zu organisieren. Sie kennen Konzepte zur Produktentwicklung und zum Produktmanagement wie Simultaneous Engineering. Die Studierenden beherrschen Techniken für eine kreative Produktentwicklung und ein effizientes Zeitmanagement.

Inhalt: • Grundlagen zu F&E Management  
• Grundlegende Vorgehensweisen und Entwicklungsprozesse  
• Arten von F&E Projekten und F&E Strategien  
• Planung und Durchsetzen von Entwicklungsprojekten  
• Umsetzung von Ideen in Produkte  
• Struktur des Produktentstehungsprozesses  
• Kreativitätstechniken  
• Spannungsfeld Entwicklungsingenieur und Kunde  
• Benchmarking und „Best Practices“  
• Portfoliotechniken  
• Lastenheft/Pflichtenheft  
• F&E Roadmap  
• Beispiele aus der Praxis im Bereich Automotive Filtration & Separation

Literatur / Lernmaterialien: • Skript in Form der Präsentationsfolien  
• Drucker, P.F.: Management im 21. Jahrhundert. Econ Verlag München, 1999.



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Durst, M.; Klein, G.-M.; Moser, N.: Filtration in Fahrzeugen. verlag moderne industrie, Landsberg/Lech, 2. Aufl. 2006.</li><li>• Fricke, G.; Lohse, G.: Entwicklungsmanagement. Springer Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1997</li><li>• Higgins, J. M.; Wiese, G. G.: Innovationsmanagement. Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1996</li><li>• Imai, M.: KAIZEN. McGraw-Hill Verlag New York, 1986</li><li>• Imai, M.: Gemba Kaizen. McGraw-Hill Verlag New York, 1997</li><li>• Kroslid, D. et a.l: Six Sigma. Hanser Verlag München, 2003</li><li>• Pepels, W.: Produktmanagement. 3. Aufl. Oldenbourg Verlag München Wien, 2001</li><li>• Ribbens, J.A.: Simultaneous Engineering for New Product Development - Manufacturing Applications. John Wiley &amp; Sons New York, 2000</li><li>• Saad, K.N.; Rousset, P.A.; Tiby, C.: Management der F&amp;E-Strategie. Arthur D. Little (Hrsg.), Gabler Verlag, 1991</li><li>• Schröder, A.: Spitzenleistungen im F&amp;E Management. verlag moderne industrie, Landsberg/Lech 2000</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 185501 Vorlesung F&amp;E Management und kundenorientierte Produktentwicklung</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 62 h Gesamt: 83 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	F&E Management & kundenorientierte Produktentwicklung, 1,0, mündlich, 20 min
Medienform:	Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18551 F&amp;E Management und kundenorientierte Produktentwicklung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 210 Vertiefungsmodul Methoden der Systemdynamik**

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Zugeordnete Module 18560 Methoden der Systemdynamik

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Technische Biologie
- BSc Softwaretechnik
- BSc Technologiemanagement
- BSc Immobilientechnik und Immobilienwirtschaft
- BSc Wirtschaftsinformatik
- BSc Wirtschaftsinformatik
- BSc Technikpädagogik
- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18560 Methoden der Systemdynamik**

zugeordnet zu: Modul 210 Vertiefungsmodul Methoden der Systemdynamik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074710004
Leistungspunkte:	18.0	SWS:	14.0
Moduldauer:	2 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Oliver Sawodny

Dozenten:

- Oliver Sawodny
- Eckhard Arnold

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Pflicht, 2 + 3

Lernziele: Die Studenten können komplexe Problemstellungen der Analyse und Steuerung von dynamischen Systemen an verfahrenstechnischen Anlagen mit den in diesem Modul vorgestellten Methoden lösen.

Inhalt: 1. Vorlesung Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme:

In der Vorlesung „Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme“ werden im ersten Abschnitt der Vorlesung die grundlegenden Verfahren der theoretischen Modellbildung eingeführt und wichtige Methoden zur Vereinfachung dynamischer Modelle erläutert. Nach dieser Einführung wird der überwiegende Teil der Vorlesung sich mit der Identifikation dynamischer Systeme beschäftigen. Hier werden zunächst Verfahren zur Identifikation nichtparametrischer Modelle sowie parametrischer Modelle besprochen. Hierbei werden die klassischen Verfahren kennwertlinearer Probleme sowie die numerische Optimierung zur Parameterschätzung verallgemeinerter nichtlinearer Probleme diskutiert. Parallel zur Vorlesung werden mittels der Identification Toolbox von Matlab die Inhalte der Vorlesung verdeutlicht.

2. Vorlesung Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung

Inhalt der Vorlesung sind numerische Verfahren zur Lösung von Aufgaben der linearen und nichtlinearen Optimierung sowie von Optimalsteuerungsproblemen. Besonderer Wert wird auf die Anwendung zur Lösung von Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Regelungs- und Systemtechnik gelegt. Wesentliche



Softwarepakete werden vorgestellt und an Beispielen deren Anwendung demonstriert.

### 3. Vorlesung Simulationstechnik:

Stationäre und dynamische Analyse von Simulationsmodellen; numerische Lösungen von gewöhnlichen Differentialgleichungen mit Anfangs- oder Randbedingungen; Stückprozesse als Warte-Bedien-Systeme; Simulationswerkzeug Matlab/Simulink und Simarena

### 4. Prozessführung in der Verfahrenstechnik:

In dieser Vorlesung werden die spezifischen Methoden für die Prozessführung in der Verfahrenstechnik behandelt. Hierzu zählen der Betrieb von Batchprozessen sowie die Steuerung kontinuierlicher Anlagen. Es werden die verschiedenen Methoden für die Steuerung und Regelung hierzu erläutert.

#### Literatur / Lernmaterialien:

##### Zu 1.

- Vorlesungsumdrucke
- Nelles: Nonlinear system identification: from classical approaches to neural networks and fuzzy models, Springer-Verlag, 2001
- Pentelon/Schoukens: System identification: a frequency domain approach, IEEE, 2001

##### Zu 2.

- Vorlesungsumdrucke
- NOCEDAL, J. und S. J. WRIGHT: Numerical Optimization. Springer, New York, 1999.
- PAPAGEORGIU, M.: Optimierung: statische, dynamische, stochastische Verfahren für die Anwendung. Oldenbourg, München, 1996.
- SPELLUCCI, P.: Numerische Verfahren der nichtlinearen Optimierung. Birkhäuser, Basel, 1993.
- WILLIAMS, H. P.: Model Building in Mathematical Programming. Wiley, Chichester, 4. Auflage, 1999.
- BETTS, J. T.: Practical methods for optimal control using nonlinear programming. SIAM, Philadelphia, 2001.
- BRYSON, A. E., JR. und Y.-C. HO: Applied Optimal Control. Taylor&Francis, 2. Auflage, 1975.

##### Zu 3.

- Vorlesungsumdrucke
- Kramer, U.; Neculau, M.: Simulationstechnik. Carl Hanser 1998
- Stoer, J.; Burlirsch, R.: Einführung in die numerische Mathematik II. Springer 1987, 1991
- Hoffmann, J.: Matlab und Simulink - Beispielorientierte Einführung in die Simulation dynamischer Systeme. Addison-Wesley 1998
- Kelton, W.D.: Simulation mit Arena. 2nd Edition, McGraw-Hill 2001



---

	Zu 4.
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Skript („Tafelanschrieb“)</li><li>• H. Schuler: Prozessführung, Oldenbourg Verlag, München 2000</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 185601 Vorlesung und Übung Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme</li><li>• 185602 Vorlesung und Übung Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung</li><li>• 185603 Vorlesung und Übung Simulationstechnik</li><li>• 185604 Vorlesung und Übung Prozessführung in der Verfahrenstechnik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:147 h  Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:393 h  Gesamt: 540 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme, 0,25, mündlich, 30 min</li><li>2) Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung, 0,25, mündlich, 30 min</li><li>3) Simulationstechnik, 0,25, schriftlich, 120 min</li><li>4) Prozessführung in der Verfahrenstechnik, 0,25, mündlich, 30 min</li></ol>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18561 Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme</li><li>• 18562 Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung</li><li>• 18563 Simulationstechnik</li><li>• 18564 Prozessführung in der Verfahrenstechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 211 Vertiefungsmodul Regelungstechnik

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Zugeordnete Module	12260	Mehrgrößenregelung
	18600	Prozessführung in der Verfahrenstechnik
	18610	Konzepte der Regelungstechnik
	18620	Optimal Control
	18630	Robust Control
	18640	Nonlinear Control

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Wirtschaftsinformatik
- BSc Wirtschaftsinformatik
- BSc Technikpädagogik
- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 12260 Mehrgrößenregelung

zugeordnet zu: Modul 211 Vertiefungsmodul Regelungstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810020
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Frank Allgöwer

Dozenten: • Frank Allgöwer

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Pflichtmodul, Studierende der Technischen Kybernetik (B.Sc.) im 6. Fachsemester

Lernziele: Der Studierende

- kann die Konzepte aus der „Einführung in die Regelungstechnik“ auf Mehrgrößensysteme anwenden,
- hat umfassende Kenntnisse zur Analyse und Synthese mehrschleifiger linearer Regelkreise im Zeit- und Frequenzbereich,
- kann auf Grund theoretischer Überlegungen Regler und Beobachter für dynamische Mehrgrößensysteme entwerfen und validieren.

Inhalt: **Modellierung von Mehrgrößensystemen:**

- Zustandsraumdarstellung, Übertragungsmatrizen,

**Analyse von Mehrgrößensystemen:**

- Ausgewählte mathematische Grundlagen aus der Funktionalanalysis und der Linearen Algebra, Pole und Nullstellen, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit,
- Stabilität von MIMO-Systeme: Small-Gain-Theorem, Nyquisttheorem, Singulärwertzerlegung, Regelgüte
- Reglerentwurfverfahren: Relative-Gain-Array-Verfahren, Polvorgabe, Eigenstrukturvorgabe, Direct/Inverse Nyquist Array, Innere Modell-Prinzip

Literatur / Lernmaterialien: Wird in der Vorlesung bekannt gegeben



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 122601 Vorlesung Mehrgrößenregelung mit Übung

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69h  
Gesamt: 90h

Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung 120min nach Vorlesungsende (PL)

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 12261 Mehrgrößenregelung

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Technische Kybernetik
- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18600 Prozessführung in der Verfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 211 Vertiefungsmodul Regelungstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074710008
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Oliver Sawodny

Dozenten: • Hans Schuler

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele: Die Studenten können komplexe Problemstellungen der Analyse und Steuerung von dynamischen Systemen an verfahrenstechnischen Anlagen mit den in diesem Modul vorgestellten Methoden lösen.

Inhalt: Prozessführung in der Verfahrenstechnik:  
In dieser Vorlesung werden die spezifischen Methoden für die Prozessführung in der Verfahrenstechnik behandelt. Hierzu zählen der Betrieb von Batchprozessen sowie die Steuerung kontinuierlicher Anlagen. Es werden die verschiedenen Methoden für die Steuerung und Regelung hierzu erläutert.Literatur / Lernmaterialien: 

- Skript („Tafelanschrieb“)
- H. Schuler: Prozessführung, Oldenbourg Verlag, München 2000

Lehrveranstaltungen und -formen: 

- 186001 Vorlesung Prozessführung in der Verfahrenstechnik
- 186002 Übung Prozessführung in der Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 21 h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 70 h  
Gesamt: 91 h

Studienleistungen: Keine



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsleistungen: Prozessführung in der Verfahrenstechnik, 1,0, mündlich, 30 min

Prüfungsnummer/n und  
-name: • 18601 Prozessführung in der Verfahrenstechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen : • MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18610 Konzepte der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Modul 211 Vertiefungsmodul Regelungstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810110
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	6.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Frank Allgöwer

Dozenten: • Frank Allgöwer

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik (M.Sc.), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele: Der Studierende

- kennt die relevanten Methoden zur Analyse linearer und nichtlinearer dynamischer Systeme und ist in der Lage diese an realen Systemen anzuwenden
- kann Regler für lineare und nichtlineare Dynamische Systeme entwerfen und validieren
- kennt und versteht die Grundbegriffe wichtiger Konzepte der Regelungstechnik, insbesondere der nichtlinearen, optimalen und robusten Regelungstechnik

Inhalt:

- Erweiterte Regelkreisstrukturen
- Struktureigenschaften linearer und nichtlinearer Systeme
- Lyapunov - Stabilitätstheorie
- Reglerentwurf für lineare und nichtlineare Systeme

Literatur / Lernmaterialien:

- H.P. Geering. Regelungstechnik. Springer Verlag, 2004.
- J. Lunze. Regelungstechnik 1. Springer Verlag, 2006.
- J. Lunze. Regelungstechnik 2. Springer Verlag, 2006.
- J. Slotine und W. Li. Applied Nonlinear Control. Prentice Hall, 1991.
- H. Khalil. Nonlinear Systems. Prentice Hall, 2001.

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 186101 Vorlesung und Übung Konzepte der Regelungstechnik
- 186102 Zusätzliche Übung Konzepte der Regelungstechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 63h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 117h  
Gesamt: 180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Regelungstechnik II, 1.0, schriftlich, 120 min

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18611 Konzepte der Regelungstechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18620 Optimal Control

zugeordnet zu: Modul 211 Vertiefungsmodul Regelungstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810120
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Christian Ebenbauer

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Kybernetik (M.Sc.), E, SS
- Maschinenbau (M.SC.), E, SS
- Automatisierungstechnik (M.SC.), E, SS
- Verfahrenstechnik (M.Sc.), Vertiefungsmodul, Wahl, SS

Lernziele:

The students are able to solve static and dynamic optimization problems (optimal control problems) and have a basic knowledge about optimization-based control methods like nonlinear model predictive control and moving-horizon state estimation. The students have a solid foundation of optimal control theory and can apply their knowledge on a specified project.

Inhalt:

The goal of the lecture is threefold:

- Understanding of the key ideas of static and dynamic optimization methods.
- Communication of both analytic and numeric solution methods for such problems.
- Derivation of optimal control strategies for nonlinear systems.

In the first part of the lecture basic methods for static (finite-dimensional) optimization problems are presented and illustrated via simple examples. The main part of the lecture focuses on solution methods for nonlinear optimal control problems including the following topics:

- Dynamic Programming
- Hamilton-Jacobi-Bellman Theory
- Calculus of Variations, Geodesics
- Pontryagin Maximum Principle
- Optimal Control of Manifolds
- Numerical Algorithms
- Model Predictive Control and Moving Horizon State Estimation
- Application examples from various fields such as chemical engineering, robotics and aeronautics.



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

The exercises contain a group work mini project in which the students apply their knowledge to solve the given specified optimal control problem in a predefined time period.

Literatur / Lernmaterialien:	Vollständiger Tafelanschrieb, teilweise Vorlesungsunterlagen. Material für die Übungen wird in den Übungen ausgeteilt.
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 186201 Vorlesung Optimal Control</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 142 h Gesamt: 184 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Optimal Control, 1.0, mündlich/schriftlich (wird zu Beginn des jeweiligen Semesters festgelegt)
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18621 Optimal Control</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18630 Robust Control

zugeordnet zu: Modul 211 Vertiefungsmodul Regelungstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810130
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 4. Semester, WiSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Frank Allgöwer

Dozenten: • Frank Allgöwer

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik (MSc), Vertiefungsmodul, Wahl

Lernziele: Der Studierende

- kann Regelsysteme mit Unsicherheiten mathematisch beschreiben,
- kann die Stabilität und Regelgüte von unsicheren Systemen analysieren,
- beherrscht diverse moderne Reglerentwurfsverfahren für unsichere Systeme
- ist in der Lage moderne Verfahren der robusten Regelung auf praktische Probleme anzuwenden,
- hat vertiefte Kenntnisse zur Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit im Bereich der robusten Regelung.

Inhalt: • Ausgewählte mathematische Grundlagen der robusten Regelung  
• Analyse von unsicheren Regelkreisen  
• Moderne robuste Reglerentwurfsverfahren wie Hinf- und H2-optimale Regelung,  $\mu$ -Synthese und Mehrzielregelung

Literatur / Lernmaterialien: • Skript zur Vorlesung  
• Frank Allgöwer, „Robuste Regelung“, Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik

Lehrveranstaltungen und -formen: • 186301 Vorlesung mit Übung und Miniprojekt Robust Control



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Robust Control, 1.0, schriftlich, 120 min
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18631 Robust Control</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18640 Nonlinear Control

zugeordnet zu: Modul 211 Vertiefungsmodul Regelungstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810140
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Frank Allgöwer

Dozenten: • Frank Allgöwer

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik (M.Sc.), Vertiefungsmodul, Wahl, 3

Lernziele: Der Studierende

- kennt die mathematischen Grundlagen der nichtlinearen Regelungstechnik,
- hat einen Überblick über die Eigenschaften und Besonderheiten nichtlinearer Systeme,
- ist geübt in der Analyse nichtlinearer Systeme bezüglich systemtheoretischer Eigenschaften,
- hat Kenntnisse über den Entwurf nichtlinearer Regler und Beobachter,
- ist in der Lage moderne Verfahren der nichtlinearen Regelung auf praktische Probleme anzuwenden,
- hat vertiefte Kenntnisse zur Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit im Bereich der nichtlinearen Regelungstechnik und Systemtheorie.

Inhalt: Vorlesung „Nonlinear Control“:

Mathematische Grundlagen nichtlinearer Systeme, Eigenschaften nichtlinearer Systeme, Lyapunovstabilität, Ein-/Ausgangsstabilität, ISS, Control Lyapunov Functions, Backstepping, Dissipativität, Passivität, Absolute Stabilität, Beobachterentwurf, Passivitätsbasierter Reglerentwurf

Literatur / Lernmaterialien: Khalil, H.: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2000

Lehrveranstaltungen und -formen: • 186401 Vorlesung Nonlinear Control



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Nonlinear Control, 1.0, schriftlich, 120 min
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18641 Nonlinear Control</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 212 Vertiefungsmodul Textiltechnik**

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

---

---

Zugeordnete Module	18650	Textiltechnik 1
	18660	Textiltechnik 2
	18670	Faserverbundtechnik

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Wirtschaftsinformatik
- BSc Wirtschaftsinformatik
- BSc Technikpädagogik
- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18650 Textiltechnik 1

zugeordnet zu: Modul 212 Vertiefungsmodul Textiltechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	049900006
Leistungspunkte:	9.0	SWS:	6.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Heinrich Planck

Dozenten: • Heinrich Planck

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele: Die Studierenden beherrschen grundlegende komplexe Prozessabläufe sowie die technologischen Zusammenhänge der Textiltechnik. Nach einer Einführung in die Thematik kennen die Studierende die textilen Materialien in ihren Eigenschaften und Möglichkeiten und verstehen grundlegende Prozessabläufe zur Herstellung von Textilien sowie die grundlegenden textilen Produktionsprozesse. Insbesondere werden die Studierende in die Lage versetzt die Möglichkeiten der Multiskaligkeit textiler Strukturen zu verstehen und die zur Erzeugung notwendigen Technologien zu beherrschen. Durch in die Vorlesung integrierte praktische Demonstrationen an aktuellen Industriemaschinen wird Verständnis für die behandelten technologischen Verfahren und Prozessabläufe der Textiltechnik und des Textilmaschinenbaus geschaffen.

Inhalt: Überblick über die textilen Fertigungsverfahren sowie Vermittlung der Multiskaligkeit textiler Strukturen und der sich daraus ergebenden Möglichkeiten der Funktionalität. Textile Werkstoffkunde

Literatur / Lernmaterialien: Aktuelle Vorlesungsmanuskripte

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 186501 Vorlesung Textil- und Faserstoffkunde 1
- 186502 Vorlesung Textiltechnik 1
- 186503 Vorlesung Verfahren zur Herstellung von Chemiefasern
- 186504 Praktikum Textile Prüftechnik und Statistik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 207 h Gesamt:270 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Textil- und Faserstoffkunde 1, 0.33, mündlich, 20 min</li><li>• Textiltechnik 1, 0.33, mündlich, 20 min</li><li>• Verfahren zur Herstellung von Chemiefasern, 0,33, mündlich, 20 min</li></ul>
Medienform:	Vorlesung: Beamer, Exponate, aktuelle Maschinen, Folienausdrucke  Praktikum: -
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18651 Textil- und Faserstoffkunde 1</li><li>• 18652 Textiltechnik 1</li><li>• 18653 Verfahren zur Herstellung von Chemiefasern</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18660 Textiltechnik 2

zugeordnet zu: Modul 212 Vertiefungsmodul Textiltechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	049900007
Leistungspunkte:	9.0	SWS:	6.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Heinrich Planck

Dozenten: • Heinrich Planck

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele: Die Studierenden beherrschen spezielle komplexe Prozessabläufe sowie die technologischen Zusammenhänge der Textiltechnik. Textile Materialien werden von den Studierenden in ihren speziellen Eigenschaften und Möglichkeiten verstanden. Anhand von ausgewählten Prozessabläufen zur Herstellung von Textilien werden spezielle Abläufe von textilen Produktionsprozessen im Detail beherrscht. Insbesondere werden die Studierende in die Lage versetzt die Möglichkeiten der Multiskaligkeit textiler Strukturen zu nutzen und die zur Erzeugung notwendigen Technologien auch im Detail zu verstehen. Durch in die Vorlesung integrierte praktische Demonstrationen an aktuellen Industriemaschinen wird Verständnis für die behandelten technologischen Verfahren und Prozessabläufe der Textiltechnik und des Textilmaschinenbaus geschaffen.

Inhalt: Überblick über die textilen Fertigungsverfahren sowie Vermittlung der Multiskaligkeit textiler Strukturen und der sich daraus ergebenden Möglichkeiten der Funktionalität. Textile Werkstoffkunde

Literatur / Lernmaterialien: Aktuelle Vorlesungsmanuskripte

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 186601 Vorlesung Textil- und Faserstoffkunde 2
- 186602 Vorlesung Textiltechnik 2
- 186603 Vorlesung Nichtkonventionelle Herstellungsverfahren von textilen Flächen und Faserverbundwerkstoffen
- 186604 Praktikum Textile Verfahrenstechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 207 h Gesamt: 270 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Textil- und Faserstoffkunde 2, 0.33, mündlich, 20 min</li><li>• Textiltechnik 2, 0.33, mündlich, 20 min</li><li>• Nichtkonventionelle Herstellungsverfahren von textilen Flächen und Faserverbundwerkstoffen, 0.33, mündlich, 20 min</li></ul>
Medienform:	Vorlesung: Beamer, Exponate, aktuelle Maschinen, Folienausdrucke Praktikum: -
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18661 Textil- und Faserstoffkunde 2</li><li>• 18662 Textiltechnik 2</li><li>• 18663 Nichtkonventionelle Herstellungsverfahren von textilen Flächen und Faserverbundwerkstoffen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18670 Faserverbundtechnik

zugeordnet zu: Modul 212 Vertiefungsmodul Textiltechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	049900008
Leistungspunkte:	9.0	SWS:	6.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Heinrich Planck

Dozenten: • Heinrich Planck

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele: Die Studierenden beherrschen spezielle komplexe Prozessabläufe sowie die technologischen Zusammenhänge der Faserverbundtechnik. Textile Materialien werden in ihren speziellen Eigenschaften und Möglichkeiten diskutiert. Anhand von ausgewählten Prozessabläufen zur Herstellung von Faserverbundwerkstoffen werden spezielle Abläufe von textilen und kunststoffverarbeitenden Produktionsprozessen im Detail beherrscht. Insbesondere werden die Studierenden in die Lage versetzt, die Möglichkeiten der Multiskaligkeit textiler Strukturen im Faserverbundwerkstoff zu nutzen und die zur Erzeugung notwendigen Technologien auch im Detail zu verstehen. Durch in die Vorlesung integrierte praktische Demonstrationen an aktuellen Industriemaschinen wird Verständnis für die behandelten technologischen Verfahren und Prozessabläufe der Faserverbundtechnik geschaffen.

Inhalt: Überblick über die Faser- und Struktureigenschaften sowie Fertigungsverfahren für Faserverbundwerkstoffe

Literatur / Lernmaterialien: Aktuelle Vorlesungsmanuskripte

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 186701 Vorlesung Textiltechnik 2
- 186702 Vorlesung Nichtkonventionelle Herstellungsverfahren von textilen Flächen und Faserverbundwerkstoffen
- 186703 Vorlesung Verbundwerkstoffe mit polymerer Matrix
- 186704 Praktikum Textile Verfahrenstechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 207 h Gesamt: 270 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Textiltechnik 2, 0.33, mündlich, 20 min</li><li>• Nichtkonventionelle Herstellungsverfahren von textilen Flächen und Faserverbundwerkstoffen, 0.33, mündlich, 20 min</li><li>• Verbundwerkstoffe mit polymerer Matrix (Göschel), 0.33, mündlich 30 min</li></ul>
Medienform:	Vorlesung: Beamer, Exponate, aktuelle Maschinen, Folienausdrucke Praktikum: -
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18671 Textiltechnik 2</li><li>• 18672 Nichtkonventionelle Herstellungsverfahren von textilen Flächen und Faserverbundwerkstoffen</li><li>• 18673 Verbundwerkstoffe mit polymerer Matrix</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 213 Vertiefungsmodul Thermische Verfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Zugeordnete Module	15880	Thermodynamik der Gemische II
	15890	Thermische Verfahrenstechnik II
	15900	Diffusion und Stoffübertragung
	18680	Molekulare Thermodynamik

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Technikpädagogik
- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15880 Thermodynamik der Gemische II

zugeordnet zu: Modul 213 Vertiefungsmodul Thermische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042100003
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Clemens Merten

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2;

Lernziele:

Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse über die thermodynamischen Eigenschaften von Mischungen. Die wichtigsten Modelle zur Beschreibung von Phasengleichgewichten und Stoffeigenschaften von Mischungen können theoretisch abgeleitet werden. Neben den in der Vorlesung „Thermodynamik der Gemische“ behandelten Stoffsystemen können auch Elektrolytlösungen behandelt werden. Durch Übungen wurde an ausgewählten Beispielen ein vertiefter Zugang zum Thema erreicht.

Inhalt:

In der Vorlesung werden über Betrachtungen zu Energie und Struktur von Fluiden Modelle für die thermodynamischen Eigenschaften fluider Mischungen diskutiert. Beispiele sind: Gitter-Modelle der Gibbsschen Energie, COSMO-RS-Modell, Zustandsgleichungen, Kopplungen von Zustandsgleichungen und GE-Modellen. Unter Berücksichtigung von Elektrolytlösungen wird das chemische Potenzial, Theorien für Aktivitätskoeffizienten, Phasengleichgewichte, chemische Gleichgewichte, Säurestärken und Potenzialdifferenzen dargestellt. Schließlich wird der Einfluss von äußeren Feldern auf Phasengleichgewichte erläutert.

Literatur / Lernmaterialien:

- J.W. Tester, M. Modell: Thermodynamics and its Application, Prentice Hall
- J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E.G. de Azevedo: Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, Prentice Hall
- R.C. Reid, J.M. Prausnitz, B.E. Poling: The Properties of Gases and Liquids, McGraw-Hill



---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• K.S. Pitzer: Activity Coefficients in Electrolyte Solutions, CRC Press</li><li>• J.F. Zemaitis Jr.: Handbook of Aqueous Electrolyte Solutions, Design Institute for Physical Property Data</li><li>• G. Wedler: Lehrbuch der physikalischen Chemie, Wiley-VCH</li><li>• I.N. Levine: Physical Chemistry, McGraw-Hill</li><li>• A. Pfennig: Thermodynamik der Gemische, Springer</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 158801 Vorlesung und Übung Thermodynamik der Gemische II</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 80 h Gesamt: 101 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Thermodynamik der Gemische II, 1.0, schriftlich, 120 min
Medienform:	Entwicklung des Vorlesungsinhalts als Tafelanschrieb; Beiblätter werden als Ergänzung zum Tafelanschrieb ausgegeben; Übungen als Tafelanschrieb.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15881 Thermodynamik der Gemische II</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15890 Thermische Verfahrenstechnik II

zugeordnet zu: Modul 213 Vertiefungsmodul Thermische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042100005
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Clemens Merten

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3;

Lernziele:

Die Studierenden besitzen praxisnah vertiefte Kenntnisse gegenüber der Grundlagenvorlesung „Thermische Verfahrenstechnik“, insbesondere aus den Themenbereichen:

- Destillative Trennung von Mehrkomponentengemischen
- Azeotrop- und Extraktivdestillation
- Absorption/Desorption

Den Studenten sind die Methoden der Prozesssynthese und Energieintegration bekannt. Sie besitzen die Kenntnisse, um die Projekte rechnergestützt mit einem in der Industrie weit verbreiteten Prozesssimulationswerkzeug zu bearbeiten.

Inhalt:

In Mittelpunkt steht die Modellierung thermischer Trennverfahren in ihrer konkreten Umsetzung mittels Prozesssimulationswerkzeugen. Es werden spezielle Fälle behandelt, wie destillative Trennung azeotroper Mischungen ohne Hilfsstoff; destillative Trennung zeotroper Mehrkomponentenmischungen, Reaktivdestillation, Entrainerdestillation, Heteroazeotropdestillation, Extraktivdestillation und Trennungen bei unendlichem Rücklauf. Diskutiert werden Begriffe wie Destillationslinie, Rückstandslinie, Konzentrationsprofile, erreichbare Trennschnitte, ¥¥-Analyse. Die Prozessoptimierung anhand energetischer Kriterien wird vermittelt.

Literatur / Lernmaterialien:

- E. Blaß: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse: Methoden, Zielsuche, Lösungssuche, Lösungsauswahl, Springer
- M.F. Doherty, M.F. Malone: Conceptual design of distillation systems, McGraw-Hill



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• H.G. Hirschberg: Handbuch Verfahrenstechnik und Anlagenbau: Chemie, Technik, Wirtschaftlichkeit, Springer</li><li>• H.Z. Kister: Distillation Operation, McGraw-Hill</li><li>• H.Z. Kister: Distillation Design, McGraw-Hill</li><li>• K. Sattler: Thermische Trennverfahren: Grundlagen, Auslegung, Apparate, Weinheim VCH.</li><li>• H. Schuler: Prozesssimulation, Weinheim VCH</li><li>• W.D. Seider, J.D., Seader, D.R. Lewin: Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis, and Evaluation, Wiley</li><li>• J.G. Stichlmair, J.R. Fair: Distillation: Principles and Practice, Wiley-VCH.</li><li>• Prozesssimulatoren: Aspen Plus</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 158901 Vorlesung Thermische Verfahrenstechnik II</li><li>• 158902 Übung Thermische Verfahrenstechnik II</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 126 h Gesamt: 168 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Thermische Verfahrenstechnik II, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Entwicklung des Vorlesungsinhalts als Tafelanschrieb; Beiblätter werden als Ergänzung zum Tafelanschrieb ausgegeben; Die rechnergestützte Prozessauslegung wird in Gruppen von 4-6 Studierenden vom Betreuer direkt unterstützt.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15891 Thermische Verfahrenstechnik II</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15900 Diffusion und Stoffübertragung

zugeordnet zu: Modul 213 Vertiefungsmodul Thermische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042100006
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Clemens Merten

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3;

Lernziele:

Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis für diffusive Stoffübertragungsprozesse. Diese spielen in der Verfahrenstechnik, insbesondere in der thermischen Trenntechnik, der Reaktionstechnik, aber auch in der Bioverfahrens- und Polymertechnik, eine wichtige Rolle. Die Teilnehmer sind in der Lage selbständige Lösungen von Diffusions- und Stoffübergangsproblemen zu erarbeiten (auch: Mehrkomponentendiffusion, Diffusion im Druck- und elektrischen Feld, Kopplung mit anderen Prozessen). Dazu dienen Beispiele aus verschiedenen verfahrenstechnischen Anwendungsfeldern, die in integrierten Übungen behandelt werden.

Inhalt:

Zunächst werden die Grundlagen der Diffusionsmodellierung nach Maxwell-Stefan und Fick sowie ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede vermittelt. Außerdem wird ein Überblick über die Ermittlung von Diffusionskoeffizienten für gasförmige und flüssige Mischungen gegeben. Ferner wird auf die Kopplung der Diffusionsmodellierung mit den Massenbilanzen und verschiedenen Stoffübergangsmodellen eingegangen. Abgerundet wird die Lehrveranstaltung mit Modellierungsansätzen zur Diffusion im Druck- und elektrischen Feld sowie rotierenden Systemen.

Literatur / Lernmaterialien:

- E.L. Cussler: Diffusion, Mass Transfer in Fluid Systems, Cambridge University Press
- R. Taylor, R. Krishna: Multicomponent Mass Transfer, John Wiley & Sons
- J.A. Wesselingh, R. Krishna: Mass Transfer, Ellis Horwood



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• R. Haase: Thermodynamik der irreversiblen Prozesse, Dr. Dietrich Steinkopff Verlag</li><li>• B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'Connell: The Properties of Gases and Liquids, McGraw-Hill</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 159001 Vorlesung Diffusion und Stoffübertragung</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 80 h Gesamt: 101 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Diffusion und Stoffübertragung, 1.0, schriftlich, 120 min
Medienform:	Entwicklung des Vorlesungsinhalts als Tafelanschrieb; Beiblätter werden als Ergänzung zum Tafelanschrieb ausgegeben; Übungen als Tafelanschrieb.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15901 Diffusion und Stoffübertragung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18680 Molekulare Thermodynamik

zugeordnet zu: Modul 213 Vertiefungsmodul Thermische Verfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042100008
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Jadran Vrabc

Dozenten: • Jadran Vrabc

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2;

Lernziele: Die Studierenden kennen die grundlegenden Arbeitsmethoden der molekularen Thermodynamik. Ihnen sind die Ansätze der molekularen Modellierung bekannt, welche die verschiedenen Wechselwirkungstypen abdecken, wie Repulsion, Dispersion und Elektrostatik. Sie verstehen die molekularen Simulationsmethoden Molekulardynamik und Monte-Carlo zur Berechnung von thermodynamischen Größen. Durch die Übungen haben die Studierenden gelernt selbst einfache molekulare Simulationsprogramme zu erstellen.

Inhalt: Ausgangspunkt sind Modelle der zwischenmolekularen Wechselwirkungen, wie Hartkörper-, Square-Well-, und Lennard-Jones-Potential sowie elektrostatische Potentiale. Die Grundlagen der molekularen Simulation werden diskutiert: periodische Randbedingungen, Minimum-Image-Konvention, Abschneideradien, Langreichweitige Korrekturen. Eine Einführung in die beiden grundlegenden Simulationsmethoden Molekulardynamik und Monte-Carlo-Technik wird gegeben. Zur Berechnung thermodynamischer Zustandsgrößen aus der Simulation werden die Begriffe Ensemble und Zustandssumme eingeführt. Es wird dargestellt, wie die Zustandsgrößen aus Ableitungen der Zustandssumme erhalten werden können. Die Paarkorrelationsfunktionen werden als strukturelle Eigenschaften diskutiert. Spezielle Methoden zur simulativen Berechnung von Phasengleichgewichten werden eingeführt

Literatur / Lernmaterialien:

- M.P. Allen, D.J. Tildesley: Computer Simulation of Liquids, Oxford University Press
- D. Frenkel, B.J. Smit: Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications, Academic Press



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• D.C. Rapaport: The Art of Molecular Dynamics Simulation, Cambridge University Press</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 186801 Vorlesung Molekulare Thermodynamik</li><li>• 186802 Übung Molekulare Thermodynamik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 130 h Gesamt: 172 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Molekulare Thermodynamik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Entwicklung des Vorlesungsinhaltes als Tafelanschrieb; Beiblätter werden als Ergänzung zum Tafelanschrieb ausgegeben. Die Übung wird als Rechnerübung gehalten.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18681 Molekulare Thermodynamik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 200 Vertiefungen

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Zugeordnete Module	11350	Grundlagen der Luftreinhaltung
	15370	Thermal Waste Treatment
	15430	Measurement of Air Pollutants
	15440	Firing Systems and Flue Gas Cleaning
	15460	Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen
	15470	Studienarbeit zu Luftreinhaltung und Abgasreinigung
	15480	Ambient Air Quality
	15490	Air Quality Management
	15950	Kraftwerksabfälle
	18120	Mischtechnik
	18130	Maschinen und Apparate der Trenntechnik
	18500	Mehrphasenströmungen

Dozenten:

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- BSc Technikpädagogik
- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 11350 Grundlagen der Luftreinhaltung**

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500021
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Günter Baumbach

Dozenten:

- Rainer Friedrich
- Günter Baumbach
- Martin Reiser

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- UMW (BSc), Wahlfach, 6. Semester
- Master Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele:

Der Studierende hat die Entstehung und Emission, die Ausbreitung, das Auftreten und die Wirkung von Luftverunreinigungen verstanden und Kenntnisse über Vorschriften und Möglichkeiten zur Emissionsminderung erworben. Er besitzt damit die Fähigkeit, Luftverunreinigungsprobleme zu erkennen, zu bewerten und die richtigen Maßnahmen zu deren Minderung zu planen.

Inhalt:

**Luftreinhaltung I (Baumbach) und II (Friedrich, Theloke):**

- (betrachtet werden die Stoffe NH<sub>3</sub>, PM, SO<sub>2</sub>, NMVOC, CO, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, HM, POPs, FCKW, HFKW, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und deren Umwandlungsprodukte)
- Geschichte der Luftbelastung und Luftreinhaltung
- Emissionsentstehung, Emissionsquellen
- Erstellung von Emissionsinventaren und -szenarien
- Transport in der Atmosphäre
- Transportmodelle, Modellvalidierung
- Atmosphärische Umwandlungsprozesse, Luftchemie
- Depositionsprozesse
- Wirkungen auf menschliche Gesundheit, Ökosysteme, Nutzpflanzen, Materialien
- Klimaänderung und ihre Folgen
- Direktiven, Gesetze, Verordnungen, Protokolle, Grenzwerte zur Luftreinhaltung
- Minderungsmöglichkeiten, Strategien zur Luftreinhaltung

**Praktikum zur Vorlesung Luftreinhaltung I (Baumbach, Reiser):**

- Emissionen



- Immissionen
- Staub

## Exkursion zu einem Industriebetrieb (Baumbach)

Literatur / Lernmaterialien:

Luftreinhalung I:

- Lehrbuch "Luftreinhalung" (Günter Baumbach, Springer Verlag)
- Aktuelles zum Thema aus Internet (z.B. UBA, LUBW)

Luftreinhalung II:

- Online verfügbares Skript zur Vorlesung

Praktikum:

- Skript zum Praktikum

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 113501 Vorlesung Luftreinhalung I
- 113502 Vorlesung Luftreinhalung II
- 113503 Praktikum Luftreinhalung
- 113504 Exkursion Luftreinhalung

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 61 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 119 h

Gesamt: 180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Grundlagen der Luftreinhalung, 1.0, schriftlich, 120 min

Medienform:

Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Praktikum, Exkursion

Prüfungsnummer/n und -name:

- 11351 Grundlagen der Luftreinhalung

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Umweltschutztechnik
- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 15370 Thermal Waste Treatment**

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500031
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Helmut Seifert

Dozenten: • Helmut Seifert

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- WASTE, mandatory for specialised area Solid Waste, 2nd semester
- UMW (MSc), Ergänzungsfach (Kernfach),
- EnTech (MSc), Ergänzungsfach
- Verf (MSc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele:

The students know about the different technologies for thermal waste treatment which are used in plants worldwide: The functions of the facilities of thermal treatment plant and the combination for an efficient planning are present. They are able to select the appropriate treatment system according to the given frame conditions. They have the competence for the first calculation and design of a thermal treatment plant including the decision regarding firing system and flue gas cleaning.

Inhalt:

In addition to an overview about the waste treatment possibilities, the students get a detailed insight to the different kinds of thermal waste treatment. The legal aspects for thermal treatment plants regarding operation of the plants and emission limits are part of the lecture as well as the basic combustion processes and calculations.

**I: Thermal Waste Treatment (Seifert):**

- Legal and statistical aspects of thermal waste treatment
- Development and state of the art of the different technologies for thermal waste treatment
- Firing system for thermal waste treatment
- Technologies for flue gas treatment and observation of emission limits
- Flue gas cleaning systems
- Calculations of waste combustion
- Calculations for thermal waste treatment
- Calculations for design of a plant

**II: Excursion:**



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Thermal Waste Treatment Plant</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture Script</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 153701 Vorlesung Thermal Waste Treatment</li><li>• 153702 Exkursion Thermal Waste Treatment Plant</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 29 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 61 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	none
Prüfungsleistungen:	Thermal Waste Treatment, 1.0, Exam written, 60 min
Medienform:	Black board, PowerPoint Presentations, Excursion
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15371 Thermal Waste Treatment</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>

**Modul 15430 Measurement of Air Pollutants**

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500022
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	2.5
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Günter Baumbach

Dozenten:

- Günter Baumbach
- Martin Reiser

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- UMW (MSc), Core Course
- WASTE, mandatory for specialised area Air Quality Control, 2nd semester
- Verf (MSc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele:

The graduates of the module can identify and describe air quality problems, formulate the corresponding tasks and requirements for air quality measurements, select the appropriate measurement techniques and solve the measurement tasks with practical implementation of the measurements.

Inhalt: **I: Measurement of Air Pollutants Part I (Baumbach):**

**Measurement tasks:**

- Discontinuous and continuous measurement techniques, different requirements for emission and ambient air measurements,

**Measurement principles for gases:**

- IR- and UV Photometer, Colorimetry, UV fluorescence, Chemiluminescence, Flame Ionisation, Potentiometry,

**Measurement principle for Particulate Matter (PM):**

- Gravimetry, Optical methods, Particle size distribution, PM deposition, PM composition
- Assessment of measured values
- Set-up of data acquisition systems
- analogue and digital standards for data transmission
- data storage and processing
- evaluation software
- graphical presentation of data



**II: Measurement of Air Pollutants Part II (Reiser):**

- Gas Chromatography, Olfactometry

**III: Practical work on measurements (Baumbach/Reiser):**

- Measurement of NO<sub>x</sub>, PM, odour

**IV: Measurement Data Acquisition (Baumbach):**

- data acquisition and evaluation

**V: Planning of measurements (Baumbach):**

- Task description
- Measurement strategy
- Site of measurements, measurement period and measurement times
- Characterisation of plant parameters
- Parameters to be measured
- Used measurement technique calibration and uncertainties precision
- Personal and instrumental equipment
- Evaluation, quality control and quality assurance
- Documentation and report
- Measurement uncertainty

Literatur / Lernmaterialien:

- Text book "Air Quality Control" (Günter Baumbach, Springer Verlag);
- Scripts for practical measurements; News on topics from internet (e.g. UBA, LUBW)

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 154301 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part I
- 154302 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part II
- 154303 Praktikum Measurement of Air Pollutants
- 154304 Vorlesung Data Acquisition
- 154305 Seminar Planung von Messungen / Planning

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 43 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 137 h

Gesamt:180h

Studienleistungen:

none

Prüfungsleistungen:

- Measurement of Air Pollutants, 0,5, written exam, 60 min:
- Measurement of Air Pollutants, 0,5, oral, 30 min



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Medienform:	Black board, PowerPoint Presentations, Practical Measurements
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15431 Measurement of Air Pollutants Part I + II and Data Acquisition</li><li>• 15432 Planning of measurements project report</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>

**Modul 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning**

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500003
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Günter Scheffknecht

Dozenten:

- Günter Baumbach
- Helmut Seifert
- Günter Scheffknecht

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- WASTE, mandatory for specialised area „Air Quality Control“, 3rd semester
- UMW (MSc), Kernfach
- Energietechnik (MSc), Kernfach
- Verf (MSc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele:

The students of the module have understood the principles of heat generation with combustion plants and can assess which combustion plants for the different fuels - oil, coal, natural gas, biomass - and for different capacity ranges are best suited, and how furnaces and flames need to be designed that a high energy efficiency with low pollutant emissions could be achieved. In addition, they know which flue gas cleaning techniques have to be applied to control the remaining pollutant emissions. Thus, the students acquired the necessary competence for the application and evaluation of air quality control measures in combustion plants for further studies in the fields of Air Quality Control, Energy and Environment and, finally, they got the competence for combustion plants' manufactures, operators and supervisory authorities.

Inhalt:

**I: Combustion and Firing Systems I (Scheffknecht):**

- Fuels, combustion process, science of flames, burners and furnaces, heat transfer in combustion chambers, pollutant formation and reduction in technical combustion processes, gasification, renewable energy fuels.

**II: Exercise on Combustion and Firing Systems I (Scheffknecht):**

- Practical calculating examples supporting the lectures

**III: Flue Gas Cleaning for Combustion Plants  
(Baumbach/Seifert):**

- Methods for dust removal, nitrogen oxide reduction (catalytic/non-catalytic), flue gas desulfurisation (dry and wet), processes for the separation of specific pollutants. Energy use and flue gas cleaning; residues from thermal waste treatment.

**IV: Practical Work on Measurements:**

- Measurements on emission reduction from combustion plants (3 experiments)

**V: Excursion to an industrial firing plant**

All in winter semester

Literatur / Lernmaterialien:

**I + II:**

- Lecture notes „Combustion and Firing Systems“

**III:**

- Text book „Air Quality Control“ (Günter Baumbach, Springer publishers)
- News on topics from internet (for example UBA, LUBW)

**IV:**

- Lecture notes for practical work

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 154401 Lecture Combustion and Firing Systems I
- 154402 Übung Combustion and Firing Systems I
- 154403 Vorlesung Flue Gas Cleaning at Combustion Plants
- 154404 Practical Work on Measurements at Combustion and Firing Systems and Flue Gas Cleaning
- 154405 Excursion in Combustion and Firing Systems

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 59 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 121 h

Gesamt: 180 h

Studienleistungen:

none

Prüfungsleistungen:

Firing Systems and Flue Gas Cleaning, 1.0, Exam: written, 120 min



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Medienform: Black board, PowerPoint Presentations, Practical measurements

Prüfungsnummer/n und  
-name: • 15441 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Umweltschutztechnik
- MSc WASTE

**Modul 15460 Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen**

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500023
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	3.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Günter Baumbach

Dozenten:

- 
- Günter Baumbach
- Herbert Kohler

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- UMW (MSc), Ergänzungsfach,
- WASTE, Elective, 2nd semester
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele:

Die Studenten besitzen vertiefte Kenntnisse über Primärmaßnahmen im Umweltschutz und Emissionsminderungsmöglichkeiten bei industriellen und gewerblichen Prozessen. Sie haben bei Exkursionen die praktischen Dimensionen der Abluftreinigung bei industriellen / gewerblichen Anlagen kennen gelernt und haben die Kompetenz zur selbständigen Lösung eines Emissionsminderungsproblems erlangt.

Inhalt:

**I: Primärtechnologien im Umweltschutz (Kohler):**

Emissionsminderung durch:

- Prozessumstellung
- Prozessoptimierung
- Abgasreinigung

**II: Emissionsminderung bei ausgewählten industriellen und gewerblichen Prozessen (Baumbach):**

- Beschreibung der Prozesse und ihrer Emissionsprobleme
- Emissionen und Abgasbehandlung bei ausgewählten industriellen und gewerblichen Prozessen
- Spezifische Emissionsminderung

**III: Exkursionen (Baumbach):**



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

- Beispiele: Zementwerke, Gießereien, Stahlwerke, Papierfabriken, Spanplattenherstellung, Textilherstellung, Lackieranlagen, Glasschmelzen

#### IV: Hausarbeit:

- Erarbeitung der Emissionsminderungsmöglichkeiten für einen konkreten Fall aus Industrie oder Gewerbe

Literatur / Lernmaterialien:

- Lehrbuch "Luftreinhaltung" (Günter Baumbach, Springer Verlag;
- Aktuelles zum Thema aus Internet (z.B. UBA, LUBW)

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 154601 Vorlesung Primärtechnologien im Umweltschutz
- 154602 Vorlesung Emissionsminderung bei ausgewählten industriellen und gewerblichen Prozessen
- 154603 Exkursion in Abgasreinigung
- 154604 Hausarbeit und Anwesenheit bei Präsentationen

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 50 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 130h

Gesamt: 180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen:

- 0.5, schriftlich, 60 min;
- 0.5, mündlich, 30 min

Medienform:

Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Exkursionen, selbständige Hausarbeit

Prüfungsnummer/n und -name:

- 15461 Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Umweltschutztechnik
- MSc WASTE



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15470 Studienarbeit zu Luftreinhaltung und Abgasreinigung

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500024
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Nach Ankündigung	Modulverantwortlicher:	Günter Baumbach

### Dozenten:

- Günter Baumbach
- Helmut Seifert
- Karl-Heinrich Engesser
- Martin Reiser
- Günter Scheffknecht

### Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- UMW (MSc), Ergänzungsfach, 3. Semester
- Energietechnik (MSc), Ergänzungsfach, 3. Semester
- WASTE, Ergänzungsfach, 3. Semester
- VERF (MSc), Vertiefungsmodul, Wahl, 3. Semester

### Lernziele:

Der Studierende hat die Fähigkeit zur selbständigen Durchführung einer wissenschaftlichen Arbeit erworben. Hierzu gehören: das Erkennen und die klare Formulierung der Aufgabenstellung, die Erfassung des Standes der Technik oder Forschung in einem begrenzten Bereich durch die Anfertigung und Auswertung einer Literaturrecherche, die Erstellung eines Versuchsprogramms, die praktische Durchführung von Versuchen oder die Anwendung eines Simulationsprogramms, die Auswertung und grafische Darstellung von Versuchsergebnissen und deren Beurteilung. Mit diesen Fähigkeiten besitzt der Studierende im Fachgebiet der Luftreinhaltung und Abgasreinigung die Kompetenz, Luftverunreinigungsprobleme zu erkennen, zu beschreiben und zu bewerten sowie entsprechende experimentelle oder modellhafte Ansätze zur Problemlösung selbständig zu planen und auszuführen. Generell hat der Studierende in der Studienarbeit das Rüstzeug zur selbständigen wissenschaftlichen Arbeit erworben.

### Inhalt:

Ein Thema aus dem Fachgebiet der Vorlesungen und Praktika des Masterfachs „Luftreinhaltung, Abgasreinigung“ (Modultitel):

- Messen von Luftverunreinigungen / Measurement of Air Pollutants
- Feuerungen und Abgasreinigung / Firing Systems and Flue Gas Cleaning
- Technik und Biologie der Abluftreinigung
- Emissionen aus Entsorgungsanlagen
- Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• abhängig von gewähltem Thema (individuell);</li><li>• Bestandteil einer Studienarbeit ist i. allg. am Anfang eine eigenständige Literaturrecherche.</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 154701 Studienarbeit zu "Luftreinhaltung, Abgasreinigung"</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 0 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 180 h Gesamt: 180 h
Prüfungsleistungen:	Studienarbeit, 1.0, schriftlich/mündlich, 60 min
Medienform:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ggf. praktische Versuche, auf die sich die Studienarbeit bezieht,</li><li>• Schriftliche Ausarbeitung,</li><li>• PPT-Präsentation</li></ul>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15471 Studienarbeit zu Luftreinhaltung und Abgasreinigung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>

**Modul 15480 Ambient Air Quality**

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	030701908
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.5
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Friedhelm Zabel

Dozenten:

- Günter Baumbach
- Friedhelm Zabel

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- WASTE, Elective for specialised area Air Quality Control, 2nd semester
- UMW (MSc), Kernfach im Masterfach Luftreinhaltung - Umgebungsluft und Innenraumluf
- Verf (MSc), Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele:

The graduates of the module know the physical and chemical behavior of air pollutants in the ambient air and in the global scale. They can classify and assess the air quality in a defined area. This is the basis for the understanding and justification of air pollution abatement measures.

Inhalt:

**I: Chemistry of the Atmosphere (Zabel):**

- Structure of the atmosphere
- Radiation balance of the Earth
- Global balances of trace gases
- OH radical
- Chemical degradation mechanisms
- Detection methods for trace gases
- Atmospheric transport mechanisms
- Deposition
- Stratospheric chemistry, ozone hole
- Tropospheric chemistry, photochemical smog, acid rain
- Aerosols
- Greenhouse effect, climate

**II: Air Pollutants in Urban and Rural Areas and Meteorological**

- **Influences (Baumbach):**
- Spatial distribution of air pollutants in urban and rural areas
- Temporal variation and trends in air quality
- Carbon compounds, sulfur dioxide, particulate matter, nitrogen oxides, tropospheric ozone



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Meteorological influences</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Textbook „Air Quality Control“ (Günter Baumbach, Springer Verlag)</li><li>• Lehrbuch „Luftreinhaltung“ (Günter Baumbach, Springer Verlag);</li><li>• Lehrbuch “ Chemie der Erdatmosphäre“ (T. E. Graedel, P. J. Crutzen, Spektrum Akadem. Verlag)</li><li>• Textbook “Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere“ (B. J. Finlayson-Pitts, J. N. Pitts, Jr., Academic Press)</li><li>• News on topics from internet (e.g. UBA, LUBW)</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 154801 Vorlesung Chemistry of the Atmosphere</li><li>• 154802 Vorlesung Air Pollutants in urban and rural areas and meteorological influences</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 26 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 64 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	None
Prüfungsleistungen:	Exam, 1.0, written, 60 minutes
Medienform:	Black board, PowerPoint Presentations, Demonstration of measurements
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15481 Ambient Air Quality</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15490 Air Quality Management

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041210011
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Rainer Friedrich

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rainer Friedrich</li><li>• Günter Baumbach</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• WASTE (M.Sc.), Elective, 2nd semester</li><li>• Umweltschutztechnik (M.Sc.), Kernfach im Masterfach Luftreinhaltung</li><li>• Verfahrenstechnik (M.Sc.) Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik, Wahlpflicht, 2</li></ul>
Lernziele:	Students can generate emission inventories and emission scenarios, operate atmospheric models, estimate health and environmental impacts and exceedances of thresholds and carry out cost-effectiveness and cost-benefit analyses to identify efficient air pollution control strategies.
Inhalt:	Sources of air pollutants and greenhouse gases, generation of emission inventories, atmospheric (chemistry-transport) models, impacts of air pollutants and global warming, integrated assessment, cost-effectiveness and cost benefit analyses, international policies, regulations and instruments for air pollution and climate control.
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Script, online-tutorial</li><li>• Baumbach, G., Air Quality Control, Springer 1996</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 154901 Vorlesung Air Quality Management</li><li>• 154902 Online Exercises Air Quality Management</li></ul>



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudium / Nacharbeit: 48 h Online exercises 21 h Gesamt: 90 h
Studienleistungen:	Exam pre-condition: Submission of results of the online exercises
Prüfungsleistungen:	Air Quality Management, 1.0, Exam: written, 60 minutes
Medienform:	PowerPoint Presentations, Online Exercises
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15491 Air Quality Management</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>

**Modul 15950 Kraftwerksabfälle**

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500032
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Helmut Seifert

Dozenten: • Roland Stütze

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- UMW (MSc), Ergänzungsfach, 2. Semester, (Studienrichtungen: Entsorgung - Abfalltechnik und Energie - Kraftwerks- und Feuerungstechnik)
- EnTech (MSc), Ergänzungsfach, 2. Semester
- WASTE (MSc): Elective, 2nd semester
- Master Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele:

Die Studierenden wissen, welche Reststoffe bei Kraftwerksprozessen anfallen und wie sie umweltfreundlich und den Vorschriften entsprechend zu entsorgen sind. Sie können die verschiedenen Kraftwerksprozesse bezüglich ihrer Abfallintensität und Gefahrstoffklassen beurteilen, das für die jeweilige Anwendung geeignetste Verfahren auswählen und die entsprechenden Entsorgungswege beurteilen und wählen. Des Weiteren sind sie mit den gesetzlichen Grundlagen der Entsorgung von Kraftwerksabfällen vertraut und wissen, wie die rechtlichen Bestimmungen anzuwenden sind.

Inhalt:

**Entsorgung von Stoffen aus energietechnischen Anlagen (Stütze):**

- Kraftwerksprozesse, Kraftwerksreinigungsprozesse, Reststoffanfall, Verwertungsmöglichkeiten, Qualitätsanforderungen, Qualitätstests, Beseitigung und rechtliche Aspekte.

**Exkursion (Seifert):**

- Exkursion zu einer Kraftwerksanlage

Literatur / Lernmaterialien:

- Vorlesungsmanuskript



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 159501 Vorlesung Entsorgung von Stoffen aus energietechnischen Anlagen
- 159502 Exkursion Besichtigung einer Kraftwerksanlage mit Reststoffmanagement

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 29 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 60 h

Gesamt: 89 h

Studienleistungen:

keine

Prüfungsleistungen:

Kraftwerksabfälle, 1.0, schriftlich, 60 min

Medienform:

Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Vorlesungsskript, Exkursion

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 15951 Kraftwerksabfälle

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Umweltschutztechnik
- MSc WASTE



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18120 Mischtechnik

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910012
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Steffen Schütz

Dozenten: • Steffen Schütz

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mechanische Mischprozesse bei gegebenen Fragestellungen geeignet auszulegen, zu konzipieren und bestehende Prozesse hinsichtlich ihrer Funktionalität zu beurteilen.

Inhalt: Mischtechnik:

- Strömungsmechanische Grundlagen von Mischprozessen in laminaren und turbulenten Strömungen
- Kennzahlen und Ähnlichkeitsgesetze
- Vermischung mischbarer Flüssigkeiten in Rührkesseln
- Statische Mischer
- Vermischung hochviskoser Medien
- Gegenstrom-Injektions-Mischer
- Begasen im Rührkessel
- Wärmeübergang im Rührkessel
- Suspendieren
- Scale-up bei Rührprozessen
- Experimentelle Methoden bei Mischprozessen
- Statistische Methoden
- Mikromischer

Literatur / Lernmaterialien:

- Kraume, M.: Mischen und Rühren, Wiley-VCH, 2003
- Schütz, S.: Berechnung und Analyse der Vermischung von Flüssigkeiten im Makro- und Mikromaßstab bei laminarer Strömung, Shaker Verlag, 2005



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 181201 Vorlesung Mischtechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt:90h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Mischtechnik, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien sowie Animationen

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18121 Mischtechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18130 Maschinen und Apparate der Trenntechnik

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910013
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mechanische Trennprozesse bei gegebenen Fragestellungen geeignet auszulegen, zu konzipieren und bestehende Prozesse hinsichtlich ihrer Funktionalität zu beurteilen.

Inhalt: Trenntechnik:

- Flüssig-Feststoff-Trennverfahren: Sedimentation im Schwerefeld, Filtration, Zentrifugation, Flotation
- Gas-Feststoff-Trennverfahren: Zentrifugation, Nassabscheidung, Filtration, Elektrische Abscheidung
- Beschreibung der in der Praxis gebräuchlichen Auslegungskriterien und Apparate zu den genannten Themengebieten
- Abhandlung zahlreicher Beispiele aus der Trenntechnik

Literatur / Lernmaterialien:

- Müller, E.: Mechanische Trennverfahren, Bd. 1 u. 2, Salle und Sauerlaender, Frankfurt, 1980 u. 1983
- Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik, Springer Verlag, 1994
- Gasper, H.: Handbuch der industriellen Fest-Flüssig-Filtration, Wiley-VCH, 2000

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 181301 Vorlesung Maschinen und Apparate der Trenntechnik
- 181302 Übung Maschinen und Apparate der Trenntechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Maschinen und Apparate der Trenntechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien sowie Animationen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18131 Maschinen und Apparate der Trenntechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18500 Mehrphasenströmungen**

zugeordnet zu: Modul 214 Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910010
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mathematisch-numerische Modelle von Mehrphasenströmungen zu erstellen. Sie kennen die mathematisch-physikalischen Grundlagen von Mehrphasenströmungen.

Inhalt: Mehrphasenströmungen:

- Transportprozesse bei Gas-Flüssigkeitsströmungen in Rohren
- Kritische Massenströme
- Blasendynamik
- Bildung und Bewegung von Blasen
- Widerstandsverhalten von Feststoffpartikeln
- Pneumatischer Transport körniger Feststoffe durch Rohrleitungen
- Kritischer Strömungszustand in Gas-Feststoffgemischen
- Strömungsmechanik des Fließbettes

Literatur / Lernmaterialien:

- Durst, F.: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2006
- Brauer, H.: Grundlagen der Ein- und Mehrphasenströmungen, Sauerlaender, 1971
- Bird, R.: Transport Phenomena, New York, Wiley, 2002

Lehrveranstaltungen und -formen: • 185001 Vorlesung Mehrphasenströmungen



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:69 h Gesamt: 84 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Mehrphasenströmungen, mündlich, 1.0, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien, Rechnerübungen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18501 Mehrphasenströmungen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 300 Wahlmodule**

zugeordnet zu: Studiengang

---

Zugeordnete Module:	301	technisches Wahlfach 1 anerkannt
	302	technisches Wahlfach 2 anerkannt
	303	technisches Wahlfach anerkannt
	10050	Bildverstehen
	11350	Grundlagen der Luftreinhaltung
	12260	Mehrgrößenregelung
	13690	Metabolic Engineering
	15370	Thermal Waste Treatment
	15430	Measurement of Air Pollutants
	15440	Firing Systems and Flue Gas Cleaning
	15460	Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen
	15470	Studienarbeit zu Luftreinhaltung und Abgasreinigung
	15480	Ambient Air Quality
	15490	Air Quality Management
	15570	Chemische Reaktionstechnik II
	15580	Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen
	15880	Thermodynamik der Gemische II
	15890	Thermische Verfahrenstechnik II
	15900	Diffusion und Stoffübertragung
	15950	Kraftwerksabfälle
	15960	Kraftwerksanlagen
	15970	Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen
	16020	Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme
	18020	Kunststofftechnologie
	18100	CAD in der Apparatechnik
	18110	Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatechnik
	18120	Mischtechnik
	18130	Maschinen und Apparate der Trenntechnik
	18140	Rechnergestützte Projektierungsübung
	18150	Konstruktion von Wärmeübertragern
	18160	Berechnung von Wärmeübertragern
	18190	Prinzipien der Stoffwechselregulation
	18200	Bioproduktaufarbeitung
	18210	Bioreaktionstechnik
	18220	Einführung in die Gentechnik
	18230	Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik
	18240	Systembiologie, Teil I und II
	18250	Bioanalytik in der Systembiologie
	18260	Polymer-Reaktionstechnik
	18270	Simulation solarthermischer Anlagen
	18280	Kältetechnik
	18290	Kraft-Wärme-Kältekopplung (BHKW)
	18300	Solartechnik I
	18310	Numerische Methoden in der Energietechnik
	18320	Solartechnik II
	18330	Thermophysikalische Stoffeigenschaften
	18340	Wärmepumpen
	18350	Optimale Energiewandlung
	18360	Rationelle Wärmeversorgung
	18380	Kunststoffverarbeitung 1
	18390	Kunststoffverarbeitung 2
	18400	Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen
	18410	Kunststoffverarbeitung und Kunststoffrecycling

**Modul 301 technisches Wahlfach 1 anerkannt**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810020
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

---

---

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- Dipl. Physik
- BSc Verfahrenstechnik
- BSc Elektrotechnik und Informationstechnik
- BSc Mathematik
- BSc Immobilientechnik und Immobilienwirtschaft
- BSc Technikpädagogik
- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Elektrotechnik und Informationstechnik

**Modul 302 technisches Wahlfach 2 anerkannt**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810020
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

---

---

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- LAGym Sportwissenschaft
- BSc Mathematik
- BSc Immobilientechnik und Immobilienwirtschaft
- BSc Technikpädagogik
- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 303 technisches Wahlfach anerkannt**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810020
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

---

---

Dozenten:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- LAGym Sportwissenschaft
- BSc Mathematik
- BSc Immobilientechnik und Immobilienwirtschaft
- BSc Technikpädagogik
- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 10050 Bildverstehen**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[MHB]	Modulkürzel:	051200035
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Paul Levi

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Paul Levi</li><li>• Viktor Avrutin</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bachelor Informatik, Ergänzungsmodul, Katalog Wahl-INF 2, 4. Semester</li><li>• Bachelor Softwaretechnik, Ergänzungsmodul, Katalog Wahl-INF 2, 4. Semester</li></ul>
Lernziele:	<p>Die Teilnehmer kennen und verstehen die Grundlagen der klassischen, verkörperten und verteilten Künstlichen Intelligenz. Ihnen wurden die dabei verwendeten Grundbegriffe so vorgestellt, dass sie als Bausteine von Architekturen intelligenter Systeme betrachtet werden. Dies bedeutet im Einzelnen, dass die Zuhörer am Beispiel des Bildverstehens die Wirkungsweise kognitiver Wahrnehmungsfähigkeiten kennengelernt haben, verstehen wie diese Fähigkeiten im Rahmen des Beobachtungs-, Planungs- und Aktionszyklus in einem Agenten eingesetzt werden und wie diese Fähigkeiten erweitert werden müssen, damit einzelne Agenten sich in einem Team kooperativ (Multiagenten-Systeme) verhalten können.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, nicht nur einzelne wesentliche Algorithmen der Künstlichen Intelligenz (einschließlich des Bildverstehens) zu verstehen, sondern auch die wechselseitigen Beziehungen von verschiedenen Methoden zu berücksichtigen, um eine Beurteilung der Konzeption und der Wirkungsweise von intelligenten (kognitiven) technischen Systemen selbst vornehmen zu können.</p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Einleitung in Problemstellungen und Definitionen</li><li>• Einführung in die Grundlagen der Bildverarbeitung</li><li>• (Künstliche) Neuronale Netze</li><li>• Bedingungsausbreitung (Constraints und ihre Propagierung)</li><li>• Probabilistische Inferenz mit Bayes-Netzwerke</li><li>• Verteilte Künstliche Intelligenz (VKI)</li><li>• Multiagentensysteme (MAS)</li></ul>



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• G. F. Luger, Künstliche Intelligenz, 2001</li><li>• Jähne, Bernd, Digitale Bildverarbeitung, 2005</li><li>• Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung</li><li>• S. Russell, P. Norvig, Künstliche Intelligenz, 2004</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 100501 Vorlesung Bildverstehen</li><li>• 100502 Übung Bildverstehen</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Nachbearbeitungszeit: 138 Stunden
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 10051 Bildverstehen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• BSc Informatik</li><li>• BSc Softwaretechnik</li><li>• BA (Komb) Informatik</li></ul>

**Modul 11350 Grundlagen der Luftreinhaltung**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500021
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Günter Baumbach

Dozenten:

- Rainer Friedrich
- Günter Baumbach
- Martin Reiser

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- UMW (BSc), Wahlfach, 6. Semester
- Master Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele:

Der Studierende hat die Entstehung und Emission, die Ausbreitung, das Auftreten und die Wirkung von Luftverunreinigungen verstanden und Kenntnisse über Vorschriften und Möglichkeiten zur Emissionsminderung erworben. Er besitzt damit die Fähigkeit, Luftverunreinigungsprobleme zu erkennen, zu bewerten und die richtigen Maßnahmen zu deren Minderung zu planen.

Inhalt:

**Luftreinhaltung I (Baumbach) und II (Friedrich, Theloke):**

- (betrachtet werden die Stoffe NH<sub>3</sub>, PM, SO<sub>2</sub>, NMVOC, CO, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, HM, POPs, FCKW, HFKW, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und deren Umwandlungsprodukte)
- Geschichte der Luftbelastung und Luftreinhaltung
- Emissionsentstehung, Emissionsquellen
- Erstellung von Emissionsinventaren und -szenarien
- Transport in der Atmosphäre
- Transportmodelle, Modellvalidierung
- Atmosphärische Umwandlungsprozesse, Luftchemie
- Depositionsprozesse
- Wirkungen auf menschliche Gesundheit, Ökosysteme, Nutzpflanzen, Materialien
- Klimaänderung und ihre Folgen
- Direktiven, Gesetze, Verordnungen, Protokolle, Grenzwerte zur Luftreinhaltung
- Minderungsmöglichkeiten, Strategien zur Luftreinhaltung

**Praktikum zur Vorlesung Luftreinhaltung I (Baumbach, Reiser):**

- Emissionen



- Immissionen
- Staub

## Exkursion zu einem Industriebetrieb (Baumbach)

Literatur / Lernmaterialien:

Luftreinhalung I:

- Lehrbuch "Luftreinhalung" (Günter Baumbach, Springer Verlag)
- Aktuelles zum Thema aus Internet (z.B. UBA, LUBW)

Luftreinhalung II:

- Online verfügbares Skript zur Vorlesung

Praktikum:

- Skript zum Praktikum

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 113501 Vorlesung Luftreinhalung I
- 113502 Vorlesung Luftreinhalung II
- 113503 Praktikum Luftreinhalung
- 113504 Exkursion Luftreinhalung

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 61 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 119 h

Gesamt: 180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Grundlagen der Luftreinhalung, 1.0, schriftlich, 120 min

Medienform:

Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Praktikum, Exkursion

Prüfungsnummer/n und -name:

- 11351 Grundlagen der Luftreinhalung

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Umweltschutztechnik
- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 12260 Mehrgrößenregelung

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810020
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Frank Allgöwer

Dozenten: • Frank Allgöwer

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Pflichtmodul, Studierende der Technischen Kybernetik (B.Sc.) im 6. Fachsemester

Lernziele: Der Studierende

- kann die Konzepte aus der „Einführung in die Regelungstechnik“ auf Mehrgrößensysteme anwenden,
- hat umfassende Kenntnisse zur Analyse und Synthese mehrschleifiger linearer Regelkreise im Zeit- und Frequenzbereich,
- kann auf Grund theoretischer Überlegungen Regler und Beobachter für dynamische Mehrgrößensysteme entwerfen und validieren.

Inhalt: **Modellierung von Mehrgrößensystemen:**

- Zustandsraumdarstellung, Übertragungsmatrizen,

**Analyse von Mehrgrößensystemen:**

- Ausgewählte mathematische Grundlagen aus der Funktionalanalysis und der Linearen Algebra, Pole und Nullstellen, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit,
- Stabilität von MIMO-Systeme: Small-Gain-Theorem, Nyquisttheorem, Singulärwertzerlegung, Regelgüte
- Reglerentwurfverfahren: Relative-Gain-Array-Verfahren, Polvorgabe, Eigenstrukturvorgabe, Direct/Inverse Nyquist Array, Innere Modell-Prinzip

Literatur / Lernmaterialien: Wird in der Vorlesung bekannt gegeben



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 122601 Vorlesung Mehrgrößenregelung mit Übung

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69h  
Gesamt: 90h

Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung 120min nach Vorlesungsende (PL)

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 12261 Mehrgrößenregelung

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Technische Kybernetik
- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 13690 Metabolic Engineering

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000004
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten: • Klaus Mauch

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele:

- Bilanzierungen von Metaboliten
- Methoden der Netzwerkkonstruktion
- Methoden für die Analyse metabolischer Netzwerke
- Kenntnisse der Anwendungen des ‚Metabolic Engineering‘ an ausgewählten Beispielen

Inhalt:

- Definitionen und Anwendungen des ‚Metabolic Engineering‘
- Metabolische Netzwerke (Bilanzierungen von Metaboliten, Freiheitsgrade)
- Topologische Analysen (‚Flux Balancing‘, Elementarmoden, optimale Ausbeuten, ‚Pathway Design‘)
- Metabolische Stoffflussanalysen (Prinzipien unter- und überbestimmter Netzwerke, 13-C Stoffflussanalyse)
- Metabolische Kontrollanalyse (MCA)

Literatur / Lernmaterialien:

- G. Stephanopoulos et al. Metabolic Engineering, Academic Press
- R. Heinrich, S. Schuster, Regulation of Cellular Systems, Verlag Chapman & Hall

Lehrveranstaltungen und -formen: • 136901 Vorlesung Metabolic Engineering

Abschätzung Präsenzzeit: 21 h

Arbeitsaufwand: Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt: 90h



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Metabolic Engineering, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multimedial</li><li>• Vorlesungsskript</li><li>• Übungsunterlagen</li><li>• kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien</li></ul>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 13691 Metabolic Engineering</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 15370 Thermal Waste Treatment**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500031
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Helmut Seifert

Dozenten: • Helmut Seifert

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- WASTE, mandatory for specialised area Solid Waste, 2nd semester
- UMW (MSc), Ergänzungsfach (Kernfach),
- EnTech (MSc), Ergänzungsfach
- Verf (MSc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele:

The students know about the different technologies for thermal waste treatment which are used in plants worldwide: The functions of the facilities of thermal treatment plant and the combination for an efficient planning are present. They are able to select the appropriate treatment system according to the given frame conditions. They have the competence for the first calculation and design of a thermal treatment plant including the decision regarding firing system and flue gas cleaning.

Inhalt:

In addition to an overview about the waste treatment possibilities, the students get a detailed insight to the different kinds of thermal waste treatment. The legal aspects for thermal treatment plants regarding operation of the plants and emission limits are part of the lecture as well as the basic combustion processes and calculations.

**I: Thermal Waste Treatment (Seifert):**

- Legal and statistical aspects of thermal waste treatment
- Development and state of the art of the different technologies for thermal waste treatment
- Firing system for thermal waste treatment
- Technologies for flue gas treatment and observation of emission limits
- Flue gas cleaning systems
- Calculations of waste combustion
- Calculations for thermal waste treatment
- Calculations for design of a plant

**II: Excursion:**



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Thermal Waste Treatment Plant</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture Script</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 153701 Vorlesung Thermal Waste Treatment</li><li>• 153702 Exkursion Thermal Waste Treatment Plant</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 29 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 61 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	none
Prüfungsleistungen:	Thermal Waste Treatment, 1.0, Exam written, 60 min
Medienform:	Black board, PowerPoint Presentations, Excursion
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15371 Thermal Waste Treatment</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>

**Modul 15430 Measurement of Air Pollutants**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500022
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	2.5
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Günter Baumbach

Dozenten:

- Günter Baumbach
- Martin Reiser

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- UMW (MSc), Core Course
- WASTE, mandatory for specialised area Air Quality Control, 2nd semester
- Verf (MSc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele:

The graduates of the module can identify and describe air quality problems, formulate the corresponding tasks and requirements for air quality measurements, select the appropriate measurement techniques and solve the measurement tasks with practical implementation of the measurements.

Inhalt: **I: Measurement of Air Pollutants Part I (Baumbach):**

**Measurement tasks:**

- Discontinuous and continuous measurement techniques, different requirements for emission and ambient air measurements,

**Measurement principles for gases:**

- IR- and UV Photometer, Colorimetry, UV fluorescence, Chemiluminescence, Flame Ionisation, Potentiometry,

**Measurement principle for Particulate Matter (PM):**

- Gravimetry, Optical methods, Particle size distribution, PM deposition, PM composition
- Assessment of measured values
- Set-up of data acquisition systems
- analogue and digital standards for data transmission
- data storage and processing
- evaluation software
- graphical presentation of data



**II: Measurement of Air Pollutants Part II (Reiser):**

- Gas Chromatography, Olfactometry

**III: Practical work on measurements (Baumbach/Reiser):**

- Measurement of NO<sub>x</sub>, PM, odour

**IV: Measurement Data Acquisition (Baumbach):**

- data acquisition and evaluation

**V: Planning of measurements (Baumbach):**

- Task description
- Measurement strategy
- Site of measurements, measurement period and measurement times
- Characterisation of plant parameters
- Parameters to be measured
- Used measurement technique calibration and uncertainties precision
- Personal and instrumental equipment
- Evaluation, quality control and quality assurance
- Documentation and report
- Measurement uncertainty

Literatur / Lernmaterialien:

- Text book "Air Quality Control" (Günter Baumbach, Springer Verlag);
- Scripts for practical measurements; News on topics from internet (e.g. UBA, LUBW)

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 154301 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part I
- 154302 Vorlesung Measurement of Air Pollutants Part II
- 154303 Praktikum Measurement of Air Pollutants
- 154304 Vorlesung Data Acquisition
- 154305 Seminar Planung von Messungen / Planning

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 43 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 137 h

Gesamt:180h

Studienleistungen:

none

Prüfungsleistungen:

- Measurement of Air Pollutants, 0,5, written exam, 60 min:
- Measurement of Air Pollutants, 0,5, oral, 30 min



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Medienform:	Black board, PowerPoint Presentations, Practical Measurements
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15431 Measurement of Air Pollutants Part I + II and Data Acquisition</li><li>• 15432 Planning of measurements project report</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>

**Modul 15440 Firing Systems and Flue Gas Cleaning**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500003
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Günter Scheffknecht

Dozenten:

- Günter Baumbach
- Helmut Seifert
- Günter Scheffknecht

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- WASTE, mandatory for specialised area „Air Quality Control“, 3rd semester
- UMW (MSc), Kernfach
- Energietechnik (MSc), Kernfach
- Verf (MSc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele:

The students of the module have understood the principles of heat generation with combustion plants and can assess which combustion plants for the different fuels - oil, coal, natural gas, biomass - and for different capacity ranges are best suited, and how furnaces and flames need to be designed that a high energy efficiency with low pollutant emissions could be achieved. In addition, they know which flue gas cleaning techniques have to be applied to control the remaining pollutant emissions. Thus, the students acquired the necessary competence for the application and evaluation of air quality control measures in combustion plants for further studies in the fields of Air Quality Control, Energy and Environment and, finally, they got the competence for combustion plants' manufactures, operators and supervisory authorities.

Inhalt:

**I: Combustion and Firing Systems I (Scheffknecht):**

- Fuels, combustion process, science of flames, burners and furnaces, heat transfer in combustion chambers, pollutant formation and reduction in technical combustion processes, gasification, renewable energy fuels.

**II: Exercise on Combustion and Firing Systems I (Scheffknecht):**

- Practical calculating examples supporting the lectures



**III: Flue Gas Cleaning for Combustion Plants  
(Baumbach/Seifert):**

- Methods for dust removal, nitrogen oxide reduction (catalytic/non-catalytic), flue gas desulfurisation (dry and wet), processes for the separation of specific pollutants. Energy use and flue gas cleaning; residues from thermal waste treatment.

**IV: Practical Work on Measurements:**

- Measurements on emission reduction from combustion plants (3 experiments)

**V: Excursion to an industrial firing plant**

All in winter semester

Literatur / Lernmaterialien:

**I + II:**

- Lecture notes „Combustion and Firing Systems“

**III:**

- Text book „Air Quality Control“ (Günter Baumbach, Springer publishers)
- News on topics from internet (for example UBA, LUBW)

**IV:**

- Lecture notes for practical work

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 154401 Lecture Combustion and Firing Systems I
- 154402 Übung Combustion and Firing Systems I
- 154403 Vorlesung Flue Gas Cleaning at Combustion Plants
- 154404 Practical Work on Measurements at Combustion and Firing Systems and Flue Gas Cleaning
- 154405 Excursion in Combustion and Firing Systems

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 59 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 121 h

Gesamt: 180 h

Studienleistungen:

none

Prüfungsleistungen:

Firing Systems and Flue Gas Cleaning, 1.0, Exam: written, 120 min



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Medienform: Black board, PowerPoint Presentations, Practical measurements

Prüfungsnummer/n und  
-name: • 15441 Firing Systems and Flue Gas Cleaning

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Umweltschutztechnik
- MSc WASTE

**Modul 15460 Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500023
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	3.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Günter Baumbach

Dozenten:

- 
- Günter Baumbach
- Herbert Kohler

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- UMW (MSc), Ergänzungsfach,
- WASTE, Elective, 2nd semester
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele:

Die Studenten besitzen vertiefte Kenntnisse über Primärmaßnahmen im Umweltschutz und Emissionsminderungsmöglichkeiten bei industriellen und gewerblichen Prozessen. Sie haben bei Exkursionen die praktischen Dimensionen der Abluftreinigung bei industriellen / gewerblichen Anlagen kennen gelernt und haben die Kompetenz zur selbständigen Lösung eines Emissionsminderungsproblems erlangt.

Inhalt:

**I: Primärtechnologien im Umweltschutz (Kohler):**

Emissionsminderung durch:

- Prozessumstellung
- Prozessoptimierung
- Abgasreinigung

**II: Emissionsminderung bei ausgewählten industriellen und gewerblichen Prozessen (Baumbach):**

- Beschreibung der Prozesse und ihrer Emissionsprobleme
- Emissionen und Abgasbehandlung bei ausgewählten industriellen und gewerblichen Prozessen
- Spezifische Emissionsminderung

**III: Exkursionen (Baumbach):**



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

- Beispiele: Zementwerke, Gießereien, Stahlwerke, Papierfabriken, Spanplattenherstellung, Textilherstellung, Lackieranlagen, Glasschmelzen

### IV: Hausarbeit:

- Erarbeitung der Emissionsminderungsmöglichkeiten für einen konkreten Fall aus Industrie oder Gewerbe

Literatur / Lernmaterialien:

- Lehrbuch "Luftreinhaltung" (Günter Baumbach, Springer Verlag;
- Aktuelles zum Thema aus Internet (z.B. UBA, LUBW)

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 154601 Vorlesung Primärtechnologien im Umweltschutz
- 154602 Vorlesung Emissionsminderung bei ausgewählten industriellen und gewerblichen Prozessen
- 154603 Exkursion in Abgasreinigung
- 154604 Hausarbeit und Anwesenheit bei Präsentationen

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 50 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 130h

Gesamt: 180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen:

- 0.5, schriftlich, 60 min;
- 0.5, mündlich, 30 min

Medienform:

Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Exkursionen, selbständige Hausarbeit

Prüfungsnummer/n und -name:

- 15461 Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Umweltschutztechnik
- MSc WASTE



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15470 Studienarbeit zu Luftreinhaltung und Abgasreinigung

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500024
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Nach Ankündigung	Modulverantwortlicher:	Günter Baumbach

**Dozenten:**

- Günter Baumbach
- Helmut Seifert
- Karl-Heinrich Engesser
- Martin Reiser
- Günter Scheffknecht

**Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:**

- UMW (MSc), Ergänzungsfach, 3. Semester
- Energietechnik (MSc), Ergänzungsfach, 3. Semester
- WASTE, Ergänzungsfach, 3. Semester
- VERF (MSc), Vertiefungsmodul, Wahl, 3. Semester

**Lernziele:**

Der Studierende hat die Fähigkeit zur selbständigen Durchführung einer wissenschaftlichen Arbeit erworben. Hierzu gehören: das Erkennen und die klare Formulierung der Aufgabenstellung, die Erfassung des Standes der Technik oder Forschung in einem begrenzten Bereich durch die Anfertigung und Auswertung einer Literaturrecherche, die Erstellung eines Versuchsprogramms, die praktische Durchführung von Versuchen oder die Anwendung eines Simulationsprogramms, die Auswertung und grafische Darstellung von Versuchsergebnissen und deren Beurteilung. Mit diesen Fähigkeiten besitzt der Studierende im Fachgebiet der Luftreinhaltung und Abgasreinigung die Kompetenz, Luftverunreinigungsprobleme zu erkennen, zu beschreiben und zu bewerten sowie entsprechende experimentelle oder modellhafte Ansätze zur Problemlösung selbständig zu planen und auszuführen. Generell hat der Studierende in der Studienarbeit das Rüstzeug zur selbständigen wissenschaftlichen Arbeit erworben.

**Inhalt:**

Ein Thema aus dem Fachgebiet der Vorlesungen und Praktika des Masterfachs „Luftreinhaltung, Abgasreinigung“ (Modultitel):

- Messen von Luftverunreinigungen / Measurement of Air Pollutants
- Feuerungen und Abgasreinigung / Firing Systems and Flue Gas Cleaning
- Technik und Biologie der Abluftreinigung
- Emissionen aus Entsorgungsanlagen
- Emissionsminderung bei Industrie- und Gewerbeanlagen



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• abhängig von gewähltem Thema (individuell);</li><li>• Bestandteil einer Studienarbeit ist i. allg. am Anfang eine eigenständige Literaturrecherche.</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 154701 Studienarbeit zu "Luftreinhaltung, Abgasreinigung"</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 0 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 180 h Gesamt: 180 h
Prüfungsleistungen:	Studienarbeit, 1.0, schriftlich/mündlich, 60 min
Medienform:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ggf. praktische Versuche, auf die sich die Studienarbeit bezieht,</li><li>• Schriftliche Ausarbeitung,</li><li>• PPT-Präsentation</li></ul>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15471 Studienarbeit zu Luftreinhaltung und Abgasreinigung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15480 Ambient Air Quality

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	030701908
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.5
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Friedhelm Zabel

Dozenten:

- Günter Baumbach
- Friedhelm Zabel

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- WASTE, Elective for specialised area Air Quality Control, 2nd semester
- UMW (MSc), Kernfach im Masterfach Luftreinhaltung - Umgebungsluft und Innenraumluf
- Verf (MSc), Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele:

The graduates of the module know the physical and chemical behavior of air pollutants in the ambient air and in the global scale. They can classify and assess the air quality in a defined area. This is the basis for the understanding and justification of air pollution abatement measures.

Inhalt:

### I: Chemistry of the Atmosphere (Zabel):

- Structure of the atmosphere
- Radiation balance of the Earth
- Global balances of trace gases
- OH radical
- Chemical degradation mechanisms
- Detection methods for trace gases
- Atmospheric transport mechanisms
- Deposition
- Stratospheric chemistry, ozone hole
- Tropospheric chemistry, photochemical smog, acid rain
- Aerosols
- Greenhouse effect, climate

### II: Air Pollutants in Urban and Rural Areas and Meteorological

- **Influences (Baumbach):**
- Spatial distribution of air pollutants in urban and rural areas
- Temporal variation and trends in air quality
- Carbon compounds, sulfur dioxide, particulate matter, nitrogen oxides, tropospheric ozone



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Meteorological influences</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Textbook „Air Quality Control“ (Günter Baumbach, Springer Verlag)</li><li>• Lehrbuch “Luftreinhaltung” (Günter Baumbach, Springer Verlag);</li><li>• Lehrbuch “ Chemie der Erdatmosphäre“ (T. E. Graedel, P. J. Crutzen, Spektrum Akadem. Verlag)</li><li>• Textbook “Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere“ (B. J. Finlayson-Pitts, J. N. Pitts, Jr., Academic Press)</li><li>• News on topics from internet (e.g. UBA, LUBW)</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 154801 Vorlesung Chemistry of the Atmosphere</li><li>• 154802 Vorlesung Air Pollutants in urban and rural areas and meteorological influences</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 26 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 64 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	None
Prüfungsleistungen:	Exam, 1.0, written, 60 minutes
Medienform:	Black board, PowerPoint Presentations, Demonstration of measurements
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15481 Ambient Air Quality</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>

**Modul 15490 Air Quality Management**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041210011
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Rainer Friedrich

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rainer Friedrich</li><li>• Günter Baumbach</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• WASTE (M.Sc.), Elective, 2nd semester</li><li>• Umweltschutztechnik (M.Sc.), Kernfach im Masterfach Luftreinhaltung</li><li>• Verfahrenstechnik (M.Sc.) Vertiefungsmodul Umweltverfahrenstechnik, Wahlpflicht, 2</li></ul>
Lernziele:	Students can generate emission inventories and emission scenarios, operate atmospheric models, estimate health and environmental impacts and exceedances of thresholds and carry out cost-effectiveness and cost-benefit analyses to identify efficient air pollution control strategies.
Inhalt:	Sources of air pollutants and greenhouse gases, generation of emission inventories, atmospheric (chemistry-transport) models, impacts of air pollutants and global warming, integrated assessment, cost-effectiveness and cost benefit analyses, international policies, regulations and instruments for air pollution and climate control.
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Script, online-tutorial</li><li>• Baumbach, G., Air Quality Control, Springer 1996</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 154901 Vorlesung Air Quality Management</li><li>• 154902 Online Exercises Air Quality Management</li></ul>



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudium / Nacharbeit: 48 h Online exercises 21 h Gesamt: 90 h
Studienleistungen:	Exam pre-condition: Submission of results of the online exercises
Prüfungsleistungen:	Air Quality Management, 1.0, Exam: written, 60 minutes
Medienform:	PowerPoint Presentations, Online Exercises
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15491 Air Quality Management</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15570 Chemische Reaktionstechnik II

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041110011
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Ulrich Nieken

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ulrich Nieken</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2;</li><li>• Umweltschutztechnik Master, Kernmodul, 2;</li><li>• Maschinenbau Master, 2;</li></ul>
Lernziele:	Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse auf dem Gebiet der Modellierung, Auslegung und Simulation von chemischen Reaktoren.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modellbildung und Betriebsverhalten von Mehrphasenreaktoren;</li><li>• Heterogen-katalytische Gasreaktionen;</li><li>• Einzelkornmodelle und Zweiphasenmodell des Festbettreaktors;</li><li>• Stofftransport und Reaktion in Gas-Flüssigkeitsreaktoren;</li><li>• Hydrodynamik von Gas-Flüssigkeits-Reaktoren;</li><li>• Polymerisationstechnik</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Skript</li><li>• Froment, Bischoff. Chemical Reactor Analysis and Design. John Wiley, 1990.</li><li>• Taylor, Krishna. Multicomponent Mass Transfer. Wiley-Interscience, 1993</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 155701 Vorlesung Chemische Reaktionstechnik II</li><li>• 155702 Übung Chemische Reaktionstechnik II</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsleistungen: Chemische Reaktionstechnik II, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform: Vorlesung: Tafelanschrieb, Beamer  
Übungen: Rechnerübungen

Prüfungsnummer/n und -name: • 15571 Chemische Reaktionstechnik II

Studiengänge die dieses Modul nutzen :  
• MSc Verfahrenstechnik  
• MSc Umweltschutztechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15580 Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041110012
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Jochen Kerres

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jochen Kerres</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2;</li><li>• Umweltschutztechnik Master, Ergänzungsmodul, Wahl, 2</li></ul>
Lernziele:	Die Studierenden kennen die Grundlagen auf dem Gebiet der Membrantechnik und kennen Arten und Kennzeichen der wichtigsten Membranprozesse, einschließlich Batterien und Brennstoffzellen.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Physikochemische Grundlagen der Membrantechnik, einschließlich Elektrochemie;</li><li>• Grundlagen der wichtigsten Membranprozesse;</li><li>• Membranmaterialien;</li><li>• Brennstoffzellen, Batterien und Materialien für Brennstoffzellen und Batterien</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• H. Strathmann und Enrico Drioli: An Introduction to Membrane Science and Technology</li><li>• Marcel Mulder: Basic Principles of Membrane Technology</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 155801 Vorlesung Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsleistungen:	Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesung: Tafelschrieb, Beamer
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15581 Membrantechnik und Elektromembran-Anwendungen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15880 Thermodynamik der Gemische II

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042100003
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Clemens Merten

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2;

Lernziele:

Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse über die thermodynamischen Eigenschaften von Mischungen. Die wichtigsten Modelle zur Beschreibung von Phasengleichgewichten und Stoffeigenschaften von Mischungen können theoretisch abgeleitet werden. Neben den in der Vorlesung „Thermodynamik der Gemische“ behandelten Stoffsystemen können auch Elektrolytlösungen behandelt werden. Durch Übungen wurde an ausgewählten Beispielen ein vertiefter Zugang zum Thema erreicht.

Inhalt:

In der Vorlesung werden über Betrachtungen zu Energie und Struktur von Fluiden Modelle für die thermodynamischen Eigenschaften fluider Mischungen diskutiert. Beispiele sind: Gitter-Modelle der Gibbsschen Energie, COSMO-RS-Modell, Zustandsgleichungen, Kopplungen von Zustandsgleichungen und GE-Modellen. Unter Berücksichtigung von Elektrolytlösungen wird das chemische Potenzial, Theorien für Aktivitätskoeffizienten, Phasengleichgewichte, chemische Gleichgewichte, Säurestärken und Potenzialdifferenzen dargestellt. Schließlich wird der Einfluss von äußeren Feldern auf Phasengleichgewichte erläutert.

Literatur / Lernmaterialien:

- J.W. Tester, M. Modell: Thermodynamics and its Application, Prentice Hall
- J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E.G. de Azevedo: Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, Prentice Hall
- R.C. Reid, J.M. Prausnitz, B.E. Poling: The Properties of Gases and Liquids, McGraw-Hill



---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• K.S. Pitzer: Activity Coefficients in Electrolyte Solutions, CRC Press</li><li>• J.F. Zemaitis Jr.: Handbook of Aqueous Electrolyte Solutions, Design Institute for Physical Property Data</li><li>• G. Wedler: Lehrbuch der physikalischen Chemie, Wiley-VCH</li><li>• I.N. Levine: Physical Chemistry, McGraw-Hill</li><li>• A. Pfennig: Thermodynamik der Gemische, Springer</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 158801 Vorlesung und Übung Thermodynamik der Gemische II</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 80 h Gesamt: 101 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Thermodynamik der Gemische II, 1.0, schriftlich, 120 min
Medienform:	Entwicklung des Vorlesungsinhalts als Tafelanschrieb; Beiblätter werden als Ergänzung zum Tafelanschrieb ausgegeben; Übungen als Tafelanschrieb.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15881 Thermodynamik der Gemische II</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 15890 Thermische Verfahrenstechnik II

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042100005
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Clemens Merten

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3;

Lernziele:

Die Studierenden besitzen praxisnah vertiefte Kenntnisse gegenüber der Grundlagenvorlesung „Thermische Verfahrenstechnik“, insbesondere aus den Themenbereichen:

- Destillative Trennung von Mehrkomponentengemischen
- Azeotrop- und Extraktivdestillation
- Absorption/Desorption

Den Studenten sind die Methoden der Prozesssynthese und Energieintegration bekannt. Sie besitzen die Kenntnisse, um die Projekte rechnergestützt mit einem in der Industrie weit verbreiteten Prozesssimulationswerkzeug zu bearbeiten.

Inhalt:

In Mittelpunkt steht die Modellierung thermischer Trennverfahren in ihrer konkreten Umsetzung mittels Prozesssimulationswerkzeugen. Es werden spezielle Fälle behandelt, wie destillative Trennung azeotroper Mischungen ohne Hilfsstoff; destillative Trennung zeotroper Mehrkomponentenmischungen, Reaktivdestillation, Entrainerdestillation, Heteroazeotropdestillation, Extraktivdestillation und Trennungen bei unendlichem Rücklauf. Diskutiert werden Begriffe wie Destillationslinie, Rückstandslinie, Konzentrationsprofile, erreichbare Trennschnitte, ¥¥-Analyse. Die Prozessoptimierung anhand energetischer Kriterien wird vermittelt.

Literatur / Lernmaterialien:

- E. Blaß: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse: Methoden, Zielsuche, Lösungssuche, Lösungsauswahl, Springer
- M.F. Doherty, M.F. Malone: Conceptual design of distillation systems, McGraw-Hill



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

- H.G. Hirschberg: Handbuch Verfahrenstechnik und Anlagenbau: Chemie, Technik, Wirtschaftlichkeit, Springer
- H.Z. Kister: Distillation Operation, McGraw-Hill
- H.Z. Kister: Distillation Design, McGraw-Hill
- K. Sattler: Thermische Trennverfahren: Grundlagen, Auslegung, Apparate, Weinheim VCH.
- H. Schuler: Prozesssimulation, Weinheim VCH
- W.D. Seider, J.D., Seader, D.R. Lewin: Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis, and Evaluation, Wiley
- J.G. Stichlmair, J.R. Fair: Distillation: Principles and Practice, Wiley-VCH.
- Prozesssimulatoren: Aspen Plus

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 158901 Vorlesung Thermische Verfahrenstechnik II
- 158902 Übung Thermische Verfahrenstechnik II

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 126 h

Gesamt: 168 h

Studienleistungen:

keine

Prüfungsleistungen:

Thermische Verfahrenstechnik II, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Entwicklung des Vorlesungsinhalts als Tafelanschrieb; Beiblätter werden als Ergänzung zum Tafelanschrieb ausgegeben; Die rechnergestützte Prozessauslegung wird in Gruppen von 4-6 Studierenden vom Betreuer direkt unterstützt.

Prüfungsnummer/n und -name:

- 15891 Thermische Verfahrenstechnik II

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Umweltschutztechnik

**Modul 15900 Diffusion und Stoffübertragung**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042100006
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Clemens Merten

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3;

Lernziele:

Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis für diffusive Stoffübertragungsprozesse. Diese spielen in der Verfahrenstechnik, insbesondere in der thermischen Trenntechnik, der Reaktionstechnik, aber auch in der Bioverfahrens- und Polymertechnik, eine wichtige Rolle. Die Teilnehmer sind in der Lage selbständige Lösungen von Diffusions- und Stoffübergangsproblemen zu erarbeiten (auch: Mehrkomponentendiffusion, Diffusion im Druck- und elektrischen Feld, Kopplung mit anderen Prozessen). Dazu dienen Beispiele aus verschiedenen verfahrenstechnischen Anwendungsfeldern, die in integrierten Übungen behandelt werden.

Inhalt:

Zunächst werden die Grundlagen der Diffusionsmodellierung nach Maxwell-Stefan und Fick sowie ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede vermittelt. Außerdem wird ein Überblick über die Ermittlung von Diffusionskoeffizienten für gasförmige und flüssige Mischungen gegeben. Ferner wird auf die Kopplung der Diffusionsmodellierung mit den Massenbilanzen und verschiedenen Stoffübergangsmodellen eingegangen. Abgerundet wird die Lehrveranstaltung mit Modellierungsansätzen zur Diffusion im Druck- und elektrischen Feld sowie rotierenden Systemen.

Literatur / Lernmaterialien:

- E.L. Cussler: Diffusion, Mass Transfer in Fluid Systems, Cambridge University Press
- R. Taylor, R. Krishna: Multicomponent Mass Transfer, John Wiley & Sons
- J.A. Wesselingh, R. Krishna: Mass Transfer, Ellis Horwood



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• R. Haase: Thermodynamik der irreversiblen Prozesse, Dr. Dietrich Steinkopff Verlag</li><li>• B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'Connell: The Properties of Gases and Liquids, McGraw-Hill</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 159001 Vorlesung Diffusion und Stoffübertragung</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 80 h Gesamt: 101 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Diffusion und Stoffübertragung, 1.0, schriftlich, 120 min
Medienform:	Entwicklung des Vorlesungsinhalts als Tafelanschrieb; Beiblätter werden als Ergänzung zum Tafelanschrieb ausgegeben; Übungen als Tafelanschrieb.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15901 Diffusion und Stoffübertragung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>

**Modul 15950 Kraftwerksabfälle**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500032
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Helmut Seifert

Dozenten: • Roland Stütze

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- UMW (MSc), Ergänzungsfach, 2. Semester, (Studienrichtungen: Entsorgung - Abfalltechnik und Energie - Kraftwerks- und Feuerungstechnik)
- EnTech (MSc), Ergänzungsfach, 2. Semester
- WASTE (MSc): Elective, 2nd semester
- Master Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele:

Die Studierenden wissen, welche Reststoffe bei Kraftwerksprozessen anfallen und wie sie umweltfreundlich und den Vorschriften entsprechend zu entsorgen sind. Sie können die verschiedenen Kraftwerksprozesse bezüglich ihrer Abfallintensität und Gefahrstoffklassen beurteilen, das für die jeweilige Anwendung geeignetste Verfahren auswählen und die entsprechenden Entsorgungswege beurteilen und wählen. Des Weiteren sind sie mit den gesetzlichen Grundlagen der Entsorgung von Kraftwerksabfällen vertraut und wissen, wie die rechtlichen Bestimmungen anzuwenden sind.

Inhalt:

**Entsorgung von Stoffen aus energietechnischen Anlagen (Stütze):**

- Kraftwerksprozesse, Kraftwerksreinigungsprozesse, Reststoffanfall, Verwertungsmöglichkeiten, Qualitätsanforderungen, Qualitätstests, Beseitigung und rechtliche Aspekte.

**Exkursion (Seifert):**

- Exkursion zu einer Kraftwerksanlage

Literatur / Lernmaterialien:

- Vorlesungsmanuskript



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 159501 Vorlesung Entsorgung von Stoffen aus energietechnischen Anlagen</li><li>• 159502 Exkursion Besichtigung einer Kraftwerksanlage mit Reststoffmanagement</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 29 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 60 h Gesamt: 89 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Kraftwerksabfälle, 1.0, schriftlich, 60 min
Medienform:	Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Vorlesungsskript, Exkursion
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15951 Kraftwerksabfälle</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>

**Modul 15960 Kraftwerksanlagen**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500011
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	5.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Uwe Schnell

Dozenten:

- Uwe Schnell
- Arnim Wauschkuhn

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- Master Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht
- UMW (MSc), Ergänzungsfach
- Energietechnik (MSc), Kernfach

Lernziele:

Die Studierenden des Moduls haben die Energieerzeugung mit Kohle und/oder Erdgas in Kraftwerken verstanden. Sie kennen die verschiedenen Kraftwerks-, Kombiprozesse und CO<sub>2</sub>-Abscheideprozesse. Sie sind in der Lage, die Klimawirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Kraftwerksprozesse zu ermitteln, zu beurteilen und für den jeweiligen Fall die optimierte Technik anzuwenden.

Inhalt:

**Kraftwerksanlagen I (Schnell):**

- Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen, Energiebedarf und -ressourcen, CO<sub>2</sub>-Anreicherungs- und Abscheideverfahren, Referenzkraftwerk auf der Basis von Stein- und Braunkohle, Wirkungsgradsteigerung durch fortgeschrittene Dampfparameter, Prinzipien des Gas- und Dampfturbinenkraftwerks.

**Kraftwerksanlagen II (Schnell):**

- Erdgas-/Kohle-Kombi- und Verbundkraftwerke, Kohle-Kombi-Kraftwerksprozesse (Druckvergasung und Druckfeuerung), Vergleich von Kraftwerkstechnologien.

**Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik (Wauschkuhn):**

- Grundlagen und Methoden der Investitionsrechnung, Investitions- und Betriebskosten von Kraftwerken, Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von Kraftwerken und Beispiele zur Anwendung der Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik.



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsmanuskript „Kraftwerksanlagen I“</li><li>• Vorlesungsmanuskript „Kraftwerksanlagen II“</li><li>• Vorlesungsmanuskript „Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik“</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 159601 Vorlesung Kraftwerksanlagen I</li><li>• 159602 Vorlesung Kraftwerksanlagen II</li><li>• 159603 Vorlesung Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Kraftwerkstechnik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 53 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 127 h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Kraftwerksanlagen, 1.0, schriftlich (eine gemeinsame Prüfung über alle drei Vorlesungen), 120 min
Medienform:	PPT-Präsentationen, Tafelanschrieb, Skripte zu den Vorlesungen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15961 Kraftwerksanlagen</li></ul>
Exportiert durch:	
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li><li>• MSc WASTE</li></ul>

**Modul 15970 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042500012
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Uwe Schnell

Dozenten:

- Dietmar Schmidt
- Uwe Schnell
- Benedetto Risio

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- UMW (MSc), Ergänzungsfach, 3. Semester,
- Energietechnik (MSc), Ergänzungsfach, 3. Semester
- WASTE (MSc), Elective, 3rd semester
- Master Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele:

Die Studierenden des Moduls haben die Prinzipien und Möglichkeiten der Modellierung und Simulation von Feuerungsanlagen sowie insbesondere der Turbulenzmodellierung verstanden. Sie können beurteilen für welchen Verwendungszweck, welche Simulationsmethode am besten geeignet ist. Sie können erste einfache Anwendungen der Verbrennungs- und Feuerungssimulation realisieren und verfügen über die Basis zur vertieften Anwendung der Methoden, z.B. in einer Studien- oder in der Masterarbeit.

Inhalt:

**I: Verbrennung und Feuerungen II (Schnell) [159701], 1 SWS:**

- Strömung, Strahlungswärmeaustausch, Brennstoffabbrand und Schadstoffentstehung in Flammen und Feuerräumen: Grundlagen, Berechnung und Modellierung.

**II: Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik (Risio) [159702], 2 SWS:**

- Einsatzfelder für technische Flammen in der Energie- und Verfahrenstechnik, Techniken zur Abbildung industrieller Feuerungssysteme, Aufbau und Funktion moderner Höchstleistungsrechner, Vorstellung des Stuttgarter Supercomputers NEC-SX8 am HLFS, Algorithmen und Programmierertechnik für die Beschreibung von technischen Flammen auf Höchstleistungsrechnern, Besuch des Virtual-Reality (VR)-Labors des HLRS und Demonstration



der VR-Visualisierung für industrielle Feuerungen, Methoden zur Bestimmung der Verlässlichkeit feuerungstechnischer Vorhersagen (Validierung) an Praxis-Beispielen, Optimierung in der Feuerungstechnik: Gradientenverfahren, Evolutionäre Verfahren und Genetische Algorithmen

### III: Technische Verbrennung III (Schmidt) [159703], 1 SWS:

- Homogene Reaktoren
- 1D Laminare Flammen

### IV: Praktikum „Numerische Simulation von Kraftwerksfeuerungen“ (Schnell) [159704]:

- 2 Versuche je 3 Stunden

Literatur / Lernmaterialien:

- Vorlesungsmanuskript „Verbrennung & Feuerungen II“
- Vorlesungsmanuskript „Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik“
- Vorlesungsmanuskript „Technische Verbrennung III“
- Skript zum Praktikum „Numerische Simulation einer Kraftwerksfeuerung“

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 159701 Vorlesung Verbrennung und Feuerungen II
- 159702 Vorlesung Simulations- und Optimierungsmethoden für die Feuerungstechnik
- 159703 Vorlesung Technische Verbrennung III
- 159704 Praktikum Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 48 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 132 h

Gesamt: 180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen, 1.0, schriftlich (eine gemeinsame Prüfung über alle drei Vorlesungen), 120 min

Medienform:

Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, Skripte zu Vorlesungen und Praktikum, Computeranwendungen



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 15971 Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik
- MSc Umweltschutztechnik
- MSc WASTE



## Modul 16020 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410042
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Andreas Friedrich

Dozenten: • Andreas Friedrich

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: MSc. verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2/3

Lernziele: Die Teilnehmer/-innen verstehen das Prinzip der elektrochemischen Energiewandlung und können aus thermodynamischen Daten Zellspannungen und theoretische Wirkungsgrade ermitteln. Die Teilnehmer/-innen kennen die wichtigsten Werkstoffe und Materialien in der Brennstoffzellentechnik und können die Funktionsanforderungen benennen. Die Teilnehmer/innen beherrschen die mathematischen Zusammenhänge, um Verluste in Brennstoffzellen zu ermitteln und technische Wirkungsgrade zu bestimmen. Sie kennen die wichtigsten Untersuchungsmethoden für Brennstoffzellen und Brennstoffzellensystemen. Die Teilnehmer/-innen können die wichtigsten Anwendungsbereiche von Brennstoffzellensystemen und ihre Anforderungen benennen. Sie besitzen die Fähigkeit, typische Systemauslegungsaufgaben zu lösen. Die Teilnehmer/-innen verstehen die grundlegenden Veränderungen und Triebkräfte der relevanten Märkte, die zu der Entwicklung von Brennstoffzellen und der Einführung einer Wasserstoffinfrastruktur führen.

Inhalt:

- **Einführung in die Energietechnik**, Entwicklung nachhaltiger Energietechnologien, Erscheinungsformen der Energie; Energie-Umwandlungsketten, Elektrochemische Energieerzeugung: - Systematik -
- **Thermodynamische Grundlagen** der elektrochemischen Energieumwandlung, Chemische Thermodynamik: Grundlagen und Zusammenhänge, Elektrochemische Potentiale und die freie Enthalpie  $\Delta G$ , Wirkungsgrad der elektrochemischen Stromerzeugung, Druckabhängigkeit der elektrochemischen



Potentiale / Zell-span-nun-gen, Temperatur-abhängig-keit der elektrochemischen Potentiale

- **Aufbau und Funktion von Brennstoffzellen** , Komponenten: Anforderungen und Eigenschaften, Elektrolyt: Eigenschaften verschie-de-ner Elektrolyte, Elektrochemische Reaktionsschicht von Gasdiffu-sions-elektroden, Gasdiffusions-schicht, Stromkollektor und Gasver-teiler, Stacktechnologie
- Technischer Wirkungsgrad, Strom-Spannungskennlinien von Brennstoffzellen; U(i)-Kennlinien, Transporthemmungen und Grenz-ströme, Zweidimensionale Betracht-ung der Transporthemmungen, Ohm`scher Bereich der Kennlinie, Elektrochemische Überspannun-gen: Reaktionskinetik und Katalyse, Experimentelle Bestimmung einzel-ner Verlustanteile

#### Technik und Systeme (SS):

- Überblick: Einsatzgebiete von Brenn-stoff-zellensystemen, statio-när, mobil, portabel
- **Brennstoffzellensysteme** , Niedertemperaturbrennstoffzellen, Alkalische Brennstoffzellensysteme, Phosphorsaure Brennstoffzellen-systeme, Polymerelektrolyt-Membran Brennstoffzellensysteme, Direktmethanol-Brennstoffzellen, Hochtemperatur-Brennstoffzellen, Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen-systeme, Oxidkeramische Brenn-stoff-zellen-systeme,
- **Einsatzbereiche von Brennstoff-zellen-systemen**, Verkehr: Auto-mobil BZ-System, auxiliary power unit (APU), Luftfahrt, Stationäre Anwendung: Dezentrale Blockheiz-kraftwerke, Hausenergie-ver-sor-gung, Portable Anwendung: Elektronik, Tragbare Stromver-sorgung, Netzunabhängige Strom-ver-sorgung
- **Brenngasbereitstellung und Systemtechnik** , Wasserstoff-herstellung: Methoden, Reformie-rung, Systemtechnik und Wärme-bilanzen,
- **Ganzheitliche Bilanzierung** , Umwelt, Wirtschaftlichkeit, Perspek-tiven der Brennstoffzellen-techno-logien

Literatur / Lernmaterialien:

- Vorlesungszusammenfassungen,

empfohlene Literatur:

- P. Kurzweil, Brennstoffzellen-technik, Vieweg Verlag Wiesbaden, ISBN 3-528-03965-5

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 160201 Vorlesung Grundlagen Bennisstoffzellentechnik
- 160202 Vorlesung Bennisstoffzellentechnik, Technik und Systeme



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Brennstoffzellentechnik Grundlagen, Technik und Systeme, 1.0, schriftlich, 120 min
Medienform:	Kombination aus Multimedia-präsentation, Tafelanschrieb und Übungen.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 16021 Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li><li>• MSc Umweltschutztechnik</li></ul>

**Modul 18020 Kunststofftechnologie**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	047501001
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten: • Hans-Gerhard Fritz

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Verfahrenstechnik Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl,5
- Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl,5
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 1
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 1

Lernziele:

Die Studierenden sind mit der Klassifikation und der Herstellung von Kunststoffen vertraut. Sie kennen den molekularen Aufbau der Polymerwerkstoffe und die daraus resultierenden mechanischen, thermischen und rheologischen Stoffeigenschaften. Die Studierenden wissen um die stoffspezifischen Kunststoffaufbereitungs- und Formgebungsverfahren sowie um die für die Verarbeitung erforderliche Maschinen- und Werkzeugtechnik. Grundlagenbasiert arbeitend eignen sie sich Methoden und Techniken zur analytischen/numerischen Beschreibung der bei diesen Verfahren ablaufenden rheologischen und thermischen Grundvorgänge an. Nach Abschluss der Lehrveranstaltung sind sie in der Lage einfache Aufbereitungs- und Formgebungsprozesse stoffadaptiert zu gestalten und die wesentlichen Verfahrensschritte analytisch zu beschreiben.

Inhalt:

**Klassifikation, Herstellung und Eigenschaften hochpolymerer Werkstoffe:** Makromolekularer Aufbau, Morphologie und Struktur der Kunststoffe, mechanisch/thermisches Stoffverhalten; Rheologie von Kunststoffschmelzen und plastischen Medien. Übersichtliche Darstellung aller heute praktizierten Kunststoffverarbeitungsverfahren, untergliedert nach den Technologien des Ur- und Umformens, des Trennens und Fügens sowie des Beschichtens und Veredelns unter besonderer Berücksichtigung der Verfahrens-, Anlagen- und Werkzeugtechnik.

**Physikalische Grundgleichungen zur Beschreibung und Simulation von Elementarprozessen der Kunststoffaufbereitung und -verarbeitung:** Kontinuitäts-, Impuls- und Energiegleichung, rheologische und thermische



Zustandsgleichungen. Formale Beschreibungsmöglichkeiten des viskosen, viskoelastischen und viskoplastischen Stoffverhaltens von Kunststoffschmelzen und gefüllten Systemen. Beschreibung von Geschwindigkeits- und Temperaturfeldern bei einfachen und zusammengesetzten, in der Kunststofftechnik vorkommenden Strömungsformen. Behandlung von Anlaufvorgängen.

**Grundlagen des Dispergierens sowie des laminaren und distributiven Mischens. Mechanisch/thermische Grundprozesse:** Plastifizieren von Kunststoffen sowie Abkühlen von Kunststoffhalbzeugen und -formteilen. Darstellung der in Bezug auf rheologische und thermische Vorgänge in der Kunststoffverarbeitung wichtigsten dimensionslosen Modellkennzahlen.

Literatur / Lernmaterialien:

- Detailliertes Skript
- Hensen, Knappe, Potente: Handbuch der Extrusionstechnik, C.Hanser Verlag München
- Agassant, Avenas, Carreau: Polymer Processing, C.Hanser Verlag München
- Manas, Tadmor: Mixing and Compounding of Polymer, C.Hanser Verlag München

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 180201 Vorlesung Kunststofftechnologie

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 h

Selbststudium / Nacharbeitszeit: 138 h

Gesamt:180 h

Prüfungsleistungen:

Kunststofftechnologie 1,0 schriftlich 120 min

Medienform:

- Beamer-Präsentation
- OHF
- Tafelanschriebe

Prüfungsnummer/n und -name:

- 18021 Kunststofftechnologie

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- BSc Verfahrenstechnik
- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18100 CAD in der Apparatetechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041111016
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Clemens Merten

Dozenten: • Clemens Merten

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2  
• Umweltschutztechnik Master, Ergänzungsmodul, 2

Lernziele: Die Studierenden

- kennen die Anwendungsgebiete von Software zur rechnergestützten Konstruktion von Maschinen, Apparaten und Anlagen,
- kennen Anforderungen und Grundlagen der räumlichen Darstellung und normgerechter technischer Zeichnungen,
- beherrschen die grundlegenden Methodiken und die Handhabung eines CAD-Programms zum Entwurf von Bauteilen und Baugruppen sowie für die Erstellung technischer Zeichnungen und Dokumentationen,
- kennen und beherrschen die Nutzung der CAD-Programme in einer integrierten Entwicklungs-umgebung.

Inhalt: Das Modul erweitert Lehrinhalte der Maschinen- und Apparatekonstruktion - der Einsatz der rechnergestützten Konstruktion beim Bauteil- und Baugruppentwurf wird behandelt.

Einführung und Anleitung zum konstruktiven Entwurf und der Darstellung verfahrenstechnischer Apparate. Überblick zu allgemeinen und branchen-spezifischen CAD-Systemen. Integration und Schnittstellen des CAD im Produktentwicklungs-prozess (Berechnungsprogramme, CAE). Gruppenübung mit CAD-Programm Pro/ENGINEER: Übersicht zu Programmaufbau und Grundbefehlen für typische Konstruktionselemente. Eigenständige Konstruktion eines Apparates mit CAD.

Literatur / Lernmaterialien: • Merten, C.: Skript zu Vorlesung, Übungsunterlagen  
• Nutzerhandbuch Pro/ENGINEER



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Ergänzende Lehrbücher:

- Köhler, P.: Pro/ENGINEER Praktikum. Vieweg-Verlag

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 181001 Vorlesung CAD in der Apparatetechnik
- 181002 Übung CAD in der Apparatetechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h

Gesamt:180h

Prüfungsleistungen:

CAD in der Apparatetechnik, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Vorlesungsskript, Übungsunterlagen, kombinierter Einsatz von  
Tafelanschrieb und Präsentationsfolien

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18101 CAD in der Apparatetechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18110 Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041111016
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Clemens Merten

Dozenten: • Clemens Merten

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3  
• Umweltschutztechnik Master, Ergänzungsmodul, 1/3

Lernziele: Die Studierenden

- kennen Aufgabenstellungen und Anforderungen an die Festigkeitsanalyse verfahrenstechnischer Apparate.
- kennen die Anwendungsmöglichkeiten und Grundlagen der Finite-Elemente-Methode,
- beherrschen grundlegende Berechnungsaufgaben und die Handhabung eines FEM-Programms zur Bauteilanalyse und -bewertung bei mechanischer und thermischer Beanspruchung,
- kennen und beherrschen die Nutzung des FEM-Programms in einer integrierten Entwicklungsumgebung.

Inhalt: Das Modul erweitert Lehrinhalte der Maschinen- und Apparatekonstruktion - der Einsatz der Finite-Elemente-Methode beim Bauteilentwurf wird behandelt.

Übersicht zur Festigkeitsberechnung verfahrenstechnischer Apparate. Anwendungsbereich bauteilunabhängiger Berechnungsverfahren.

**Finite-Elemente-Methode:** Grundlagen, Einführung in FEM-Programm ANSYS, FEM-Analyseschritte (Erstellen von Geometrie-, Werkstoff- und Belastungsmodell, Berechnung und Ergebnisbewertung), Datenaustausch mit CAD, Bauteil-Optimierung. Gruppenübung mit FEM-Programm für eigenständige Festigkeitsberechnung.

Literatur / Lernmaterialien: • Merten, C.: Skript zu Vorlesung, Übungsunterlagen  
• Nutzerhandbuch ANSYS CFX



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	Ergänzende Lehrbücher:
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klein, B.: FEM. Grundlagen und Anwendungen der Finite-Element-Methode. Vieweg-Verlag</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 181101 Vorlesung Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatetechnik</li><li>• 181102 Übung Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatetechnik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180h
Prüfungsleistungen:	Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatetechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Übungsunterlagen, kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18111 Festigkeitsberechnung (FEM) in der Apparatetechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18120 Mischtechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910012
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Steffen Schütz

Dozenten: • Steffen Schütz

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mechanische Mischprozesse bei gegebenen Fragestellungen geeignet auszulegen, zu konzipieren und bestehende Prozesse hinsichtlich ihrer Funktionalität zu beurteilen.

Inhalt: Mischtechnik:

- Strömungsmechanische Grundlagen von Mischprozessen in laminaren und turbulenten Strömungen
- Kennzahlen und Ähnlichkeitsgesetze
- Vermischung mischbarer Flüssigkeiten in Rührkesseln
- Statische Mischer
- Vermischung hochviskoser Medien
- Gegenstrom-Injektions-Mischer
- Begasen im Rührkessel
- Wärmeübergang im Rührkessel
- Suspendieren
- Scale-up bei Rührprozessen
- Experimentelle Methoden bei Mischprozessen
- Statistische Methoden
- Mikromischer

Literatur / Lernmaterialien:

- Kraume, M.: Mischen und Rühren, Wiley-VCH, 2003
- Schütz, S.: Berechnung und Analyse der Vermischung von Flüssigkeiten im Makro- und Mikromaßstab bei laminarer Strömung, Shaker Verlag, 2005



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 181201 Vorlesung Mischtechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt:90h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Mischtechnik, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien sowie Animationen

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18121 Mischtechnik

Exportiert durch:

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18130 Maschinen und Apparate der Trenntechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910013
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mechanische Trennprozesse bei gegebenen Fragestellungen geeignet auszulegen, zu konzipieren und bestehende Prozesse hinsichtlich ihrer Funktionalität zu beurteilen.

Inhalt: Trenntechnik:

- Flüssig-Feststoff-Trennverfahren: Sedimentation im Schwerfeld, Filtration, Zentrifugation, Flotation
- Gas-Feststoff-Trennverfahren: Zentrifugation, Nassabscheidung, Filtration, Elektrische Abscheidung
- Beschreibung der in der Praxis gebräuchlichen Auslegungskriterien und Apparate zu den genannten Themengebieten
- Abhandlung zahlreicher Beispiele aus der Trenntechnik

Literatur / Lernmaterialien:

- Müller, E.: Mechanische Trennverfahren, Bd. 1 u. 2, Salle und Sauerlaender, Frankfurt, 1980 u. 1983
- Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik, Springer Verlag, 1994
- Gasper, H.: Handbuch der industriellen Fest-Flüssig-Filtration, Wiley-VCH, 2000

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 181301 Vorlesung Maschinen und Apparate der Trenntechnik
- 181302 Übung Maschinen und Apparate der Trenntechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Maschinen und Apparate der Trenntechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien sowie Animationen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18131 Maschinen und Apparate der Trenntechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18140 Rechnergestützte Projektierungsübung

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041110014
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Ulrich Nieken

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ulrich Nieken</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 3;</li><li>• Umweltschutztechnik Master, Kernmodul, 3</li></ul>
Lernziele:	Die Studierende haben erste Erfahrungen im Umgang mit dem Prozesssimulator Aspen Plus <sup>®</sup> und erwerben die Fähigkeit, Projekte selbstständig und effizient zu bearbeiten.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Literaturrecherche über die Synthese von Methyltertiärbutylether (MTBE)</li><li>• Bilanzierung für Stoff- und Energieströme</li><li>• Thermodynamische Gleichgewichtsbetrachtungen</li><li>• Einführung in Aspen Plus<sup>®</sup></li><li>• Reaktorauslegung am Beispiel der Synthese von MTBE</li><li>• Kühlkonzepte bei Festbettreaktoren am Beispiel der exothermen Synthese</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Handouts</li><li>• Aspen-Plus Handbook</li><li>• A. Rhefing, U. Hoffmann "Kinetics of Methyl Tertiary Butyl Ether in Liquid Phase"</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 181401 Übung Rechnergestützte Projektierungsübung</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90h



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsleistungen: Rechnergestützte Projektierungsübung, 1.0, mündlich, 20 min

Medienform: Tafelanschrieb, Beamer, Betreutes Arbeiten am Rechner

Prüfungsnummer/n und  
-name: • 18141 Rechnergestützte Projektierungsübung

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen : • MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18150 Konstruktion von Wärmeübertragern

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410035
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans Müller-Steinhagen

Dozenten:

- Klaus Spindler
- Wolfgang Heidemann

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Ergänzungsmodul

- MSc Maschinenbau
- MSc Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2
- MSc Fahrzeug- und Motorentechnik
- MSc Technologiemanagement

Lernziele:

Erworbene Kompetenzen:

- Kenntnis der verschiedenen Bauformen von Wärmeübertragern und deren Einsatzmöglichkeiten
- Kenntnis der Werkstoffe Kupfer, Stähle, Aluminium, Glas, Kunststoffe, Graphit hinsichtlich Verarbeitbarkeit, Korrosion, Temperatur- und Druckbereich, Verschmutzung
- Konstruktive Detaillösungen für Rohrverbindungen, Mantel, Stutzen, Dichtungen, Dehnungsausgleich, etc.
- Kenntnis der Fertigungsverfahren
- Vorgehensweise für Auslegungen
- Kenntnis einschlägiger Normen und Standards

Inhalt:

- Glatt- und Rippenrohre für Wärmeübertrager
- Rohrbündelwärmeübertrager
- Kupfer als Werkstoff im Apparatebau
- Technologie und Einsatzbereiche von Plattenwärmeübertrager
- Aussen- und innenberippte Aluminiumrohre für Wärmeübertrager
- Spezialwärmeübertrager für hochkorrosive Anwendungen
- Wärmeübertrager aus Kunststoff
- Graphit-Wärmeübertrager
- Auslegung und Anwendung von Lamellenrohrverdampfern
- Regenerative Wärmerückgewinnung
- Wärmeübertrager in Fahrzeugen
- Auslegung und Wirtschaftlichkeit von Kühltürmen
- Fertigung von Wärmeübertragern
- Verschmutzung und Reinigung von Wärmeübertragern



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsunterlagen</li><li>• VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 181501 Vorlesung Konstruktion von Wärmeübertragern</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 70 h Gesamt: 91 h
Prüfungsleistungen:	Konstruktion von Wärmeübertragern, 1.0, schriftlich, 60 min
Medienform:	Powerpoint-Präsentation ergänzt um Tafelskizzen und Overheadfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18151 Konstruktion von Wärmeübertragern</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18160 Berechnung von Wärmeübertragern

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410030
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans Müller-Steinhagen

Dozenten:

- Wolfgang Heidemann
- Hans Müller-Steinhagen

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Kern/Ergänzungsmodul

- MSc Maschinenbau
- MSc Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2
- MSc Fahrzeug- und Motorentechnik
- MSc Technologiemanagement

Lernziele:

Erworbene Kompetenzen:

Die Studierenden

- kennen die Grundgesetze der Wärmeübertragung und der Strömungen
- sind in der Lage die Grundlagen in Form von Bilanzen, Gleichgewichtsaussagen und Gleichungen für die Kinetik zur Auslegung von Wärmeübertragern anzuwenden
- kennen unterschiedliche Methoden zur Berechnung von Wärmeübertragern
- kennen die Vor- und Nachteile verschiedener Wärmeübertragerbauformen

Inhalt:

Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieursausbildung durch Vermittlung von Fachwissen für die Berechnung von Wärmeübertragern zu leisten.

Die Lehrveranstaltung

- zeigt unterschiedliche Wärmeübertragerarten und Strömungsformen der Praxis,
- vermittelt die Grundlagen zur Berechnung (Temperaturen, k-Wert, Kennzahlen, NTU-Diagramm, Zellenmethode)
- behandelt Sonderbauformen und Spezialprobleme (Wärmeverluste),



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• vermittelt Grundlagen zur Wärmeübertragung in Kanälen und im Mantelraum (einphasige Rohrströmung, Plattenströmung, Kondensation, Verdampfung),</li><li>• führt in Fouling ein (Verschmutzungsarten, Foulingwiderstände, Maßnahmen zur Verhinderung/ Minderung, Reinigungsverfahren),</li><li>• behandelt die Bestimmung von Druckabfall und die Wärmeübertragung durch berippte Flächen</li><li>• vermittelt die Berechnung von Rekuperatoren</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	Vorlesungsmanuskript,  empfohlene Literatur:  VDI: VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 181601 Vorlesung Berechnung von Wärmeübertragern</li><li>• 181602 Übung Berechnung von Wärmeübertragern</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h  Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 140 h  Gesamt: 182 h
Prüfungsleistungen:	Berechnung von Wärmeübertragern, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesung: Beamerpräsentation  Übung: Overhead-Projektoranschrieb, Online-Demonstration von Berechnungssoftware
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18161 Berechnung von Wärmeübertragern</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18190 Prinzipien der Stoffwechselregulation

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000005
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Martin Siemann-Herzberg</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2</li><li>• Technische Biologie, Diplom, Wahl, 6</li><li>• Technische Kybernetik, Diplom, 6</li></ul>
Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kenntnis stoffwechselphysiologischer Regulations-mechanismen, insbesondere auch Begriffsschärfung (Stimulon, Regulon, Modulon, Operon)</li><li>• Kenntnis moderner bioanalytischer Verfahren (OMICS) zur wissenschaftlichen Erfassung dieser Regulations-mechanismen</li><li>• Strategiemangement zur Entwicklung moderner Produktionsstämme auf der Basis des vermittelten biologischen Grundwissens</li><li>• Fähigkeit zur Beurteilung prozesstechnischer Randbedingungen (Interaktion zwischen dem biologischen System und der umgebene Prozesstechnik)</li></ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Koordination der Reaktionen im Metabolismus/Enzymregulation</li><li>• <b>Regulation durch Kontrolle der Genexpression:</b></li><li>• Individuelle Operone: Regulationsprinzipien der Transkription</li><li>• Multiple Systeme und globale Regulation</li><li>• <b>Analytische Methoden der Stoffwechselphysiologie:</b></li><li>• Reaktorkultivierungen und Probenvorbereitung,</li><li>• Bioanalytik und Systembiologie</li><li>• <b>Aspekte der globalen Regulation bei Produktions-prozessen:</b></li><li>• Globale Regulation der Stress Antwort</li><li>• <b>Metabolite aus Mikroorganismen/Produktionsprozesse:</b></li><li>• Aminosäuren, organische Säuren, Vitamine, Antibiotika</li><li>• Strategien zur Optimierung der heterologen Genexpression</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• J.W. Lengeler, G. Drews, H.G. Schlegel. Biology of the Prokaryotes. Thieme Verlag</li><li>• F.C. Neidhardt, J.L. Ingraham, M. Schaechter. Physiology of the Bacterial Cell, A Molecular Approach. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts</li></ul>



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

	<ul style="list-style-type: none"><li>• P.M. Rhodes and P.F. Stanbury. Applied Microbial Physiology. A Practical Approach. IRL Press.</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 181901 Vorlesung Prinzipien der Stoffwechselregulation</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Stoffwechselregulation, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multimedial</li><li>• Vorlesungsskript</li><li>• Übungsunterlagen</li><li>• kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien</li></ul>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18191 Prinzipien der Stoffwechselregulation</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18200 Bioproduktaufarbeitung

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000003
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Christine Falkner</li><li>• Matthias Reuß</li><li>• Martin Siemann-Herzberg</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3</li><li>• Technische Biologie (Diplom)</li></ul>
Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundoperationen zur Aufarbeitung biotechnologischer Produkte</li><li>• Sie kennen die Maßnahmen zur prozesstechnischen Auslegung und Beurteilung relevanter Aufbereitungsverfahren</li></ul>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bedeutung der Produktaufarbeitung für die Wirtschaftlichkeit des Bioprozesses mit den Teilasketen:</li><li>• Zellabtrennung, Zentrifugation, Filtration;</li><li>• Zellaufschluss: Rührwerkskugelmühlen, Homogenisatoren, chemische und enzymatische Methoden;</li><li>• Produktkonzentrierung: Präzipitation, Membrantrennverfahren, Extraktion;</li><li>• Produktreinigung: Chromatographie, elektrokinetische Trennverfahren; Beispiele für Aufbereitungsprozesse; Integrierte Prozessführungen.</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript ‚Bioproduktaufarbeitung‘; M. Reuss, IBVT Stuttgart</li><li>• A. Shukla et al., Process Scale Bioseparations for the Biopharmaceutical Industry, Taylor &amp; Francis</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 182001 Vorlesung Bioproduktaufarbeitung</li></ul>



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Bioproduktaufarbeitung, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	Multimedial: Vorlesungsskript, Übungsunterlagen, kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18201 Bioproduktaufarbeitung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18210 Bioreaktionstechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000006
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Matthias Reuß</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2</li><li>• Technische Biologie (Diplom)</li><li>• Umweltschutztechnik (Diplom)</li></ul>
Lernziele:	<p>Die Studierenden kennen die wesentlichen mathematischen Modellansätze zur Erfassung des mikrobiellen Wachstums und der Produktbildung</p> <p>Sie verfügen über die Möglichkeit zur prozesstechnischen Beschreibung, Auslegung und Überwachung von mikrobiellen Produktionsverfahren</p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Strukturierte Modelle zur Kennzeichnung des Wachstums mikrobieller Populationen, kinetische Analyse von Mischpopulationen;</li><li>• Kopplung von Stofftransport und biologischer Reaktion;</li><li>• Reaktionstechnische Analyse von Bioreaktoren;</li><li>• Einsatz mathematischer Modelle für die Überwachung von Bioprozessen.</li></ul>
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript ‚Bioreaktionstechnik‘; M. Reuss, IBVT Stuttgart</li><li>• I.J. Dunn et al., ‚Biological Reaction Engineering‘ Wiley-VCH</li><li>• W. Storhas ‚Bioverfahrensentwicklung‘, Wiley-VCH</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 182101 Vorlesung Bioreaktionstechnik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 21 h</p> <p>Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h</p> <p>Gesamt: 90h</p>



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Bioreaktionstechnik, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	Multimedial: Vorlesungsskript, Übungsunterlagen, kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18211 Bioreaktionstechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18220 Einführung in die Gentechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	040510001
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Ralf Mattes

Dozenten: • Ralf Mattes

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele: Kenntnisse der wesentlichen Werkzeuge und Methoden der Gentechnik

Inhalt:

- Allgemeines, Mutation und Genneukombination
- Genetik und Gentechnik
- Restriktionsenzyme, Kartierungen
- Änderung von Schnittstellen
- Vektoren
- Phagen und Cosmide
- cDNA und Eukaryontensysteme
- Hybridisierung und Immunoassays
- Expression
- Beispiele

Literatur / Lernmaterialien:

- T.A. Brown, Gentechnologie für Einsteiger, Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag, 5. Aufl. 2007
- Kück, Praktikum der Molekulargenetik (978-3-540-26469-9; online), Springer Verlag

Lehrveranstaltungen und -formen: • 182201 Vorlesung Einführung in die Gentechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 21 h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h  
Gesamt: 90h



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Gentechnik, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	Multimedial: <ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript</li><li>• Übungsunterlagen</li><li>• kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien</li></ul>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18221 Einführung in die Gentechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18230 Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000007
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten: • Martin Siemann-Herzberg

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele: Die Studierenden kennen die bioverfahrens- und bioreaktionstechnischer Grundlagen für die Auslegung und Betrieb biotechnischer Prozesse. Die Studierenden erlernen:

- den technischen Umgang mit Bioreaktoren
- die Prinzipien und prozesstechnischen Möglichkeiten zur gezielten Kultivierung von Mikroorganismen
- die wesentlichen bioanalytischen Methoden zur quantitativen Erfassung von Wachstumsvorgängen

Inhalt: • Absatzweise Kultivierung in Bioreaktoren  
• Kontinuierliche Prozessführung zur Untersuchung metabolischer Flüsse („Metabolic Flux Analysis“)  
• Prinzipien der quantitative Bestimmung von extra- und intrazellulären Metaboliten

Literatur / Lernmaterialien: • W. Storhas, Bioverfahrensentwicklung. Wiley-VCH  
• F. Lottspeich, H. Zorbas, Bioanalytik, Spektrum Akademischer Verlag

Lehrveranstaltungen und -formen: • 182301 Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik

Abschätzung Präsenzzeit: 40h

Arbeitsaufwand: Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 50 h

Gesamt: 90h



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Material: <ul style="list-style-type: none"><li>• on-line Vorlesungsskript</li><li>• Übungsunterlagen</li><li>• kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien</li><li>• Interaktiv</li></ul>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18231 Laborpraktikum Bioverfahrenstechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18240 Systembiologie, Teil I und II

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000008
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	2 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten: • Matthias Reuß

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2/3

Lernziele:

- Kenntnisse unterschiedlicher Modellierungsstrategien in der Systembiologie,
- Methoden der Rekonstruktion von Netzwerken aus Hochdurchsatzexperimenten,
- Kenntnisse der dynamischen Modellierung von Netzwerken des Metabolismus, der Stoffwechselregulation und der Signaltransduktion,
- Anwendung der stochastischen Modellierung in der Biologie,
- Konzepte der mehrskaligen Modellierung zur Simulation von Multiorgan- und Ganzkörpermodellierung.

Inhalt:

- Methoden der Rekonstruktion von Netzwerken aus Hochdurchsatzexperimenten,
- Dynamische Modelle für den Metabolismus, Stoffwechselregulation und Signalnetzwerke
- Ausgewählte Beispiele für die Anwendung systembiologischer Modellierung und Simulation
- Einführung in die stochastische Modellbildung in der Biologie
- Räumlich-zeitliche Modelle - Probleme der Diffusion in der Zelle
- Einführung in Multiorganmodelle und mehrskalige Modellierungskonzepte
- Sensitivitätsanalysen, Parameteridentifikation, Stabilität und Experimental Design

Literatur / Lernmaterialien: E. Klipp et al. Systems Biology in Practice, Wiley-VCH

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 182401 Vorlesung Systembiologie Teil 1
- 182402 Vorlesung Systembiologie Teil 2



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 126 h Gesamt: 188h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Systembiologie, 1.0, schriftlich, 90 min
Medienform:	Multimedial: <ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript</li><li>• Übungsunterlagen</li><li>• kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien</li></ul>
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18241 Systembiologie, Teil I und II</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18250 Bioanalytik in der Systembiologie

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041000010
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Matthias Reuß

Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Martin Siemann-Herzberg</li></ul>
Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:	Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3
Lernziele:	Die Studierenden kennen die wesentlichen (bio)analytischen Verfahren, die zur ganzheitlichen Beschreibung von Lebensvorgängen (bioanalytische Methoden in der Systembiologie) notwendig sind.
Inhalt:	Ausgewählte Kapitel aus den Bereichen der Genom-, Metabolit-, Transkriptom- und Proteom Forschung (OMICS)
Literatur / Lernmaterialien:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript Bioanalytik</li><li>• F. Lottspeich, H. Zorbas, Bioanalytik, Spektrum Akademischer Verlag</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 182501 Vorlesung Bioanalytik in der Systembiologie</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Bioanalytik in der Systembiologie, 1.0, schriftlich, 45 min



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Medienform:

Multimedial:

- Vorlesungsskript
- Übungsunterlagen
- kombinierter Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18251 Bioanalytik in der Systembiologie

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18260 Polymer-Reaktionstechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041110013
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Ulrich Nieken

Dozenten:

- Ulrich Nieken
- Jochen Kerres

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele: Die Studierenden haben detaillierte theoretische und praktische Kenntnisse auf dem Gebiet der Durchführung von Polymerreaktionen

Inhalt: Polymerreaktionstechnik bei verschiedenen Polymerisationstypen:

- radikalisch, ionisch, kationisch
- Polymerisationen, Polykondensationen, Polyadditionen
- Copolymerisation
- Emulsionspolymerisation, Lösungspolymerisation
- Polymeranaloge Reaktionen (z. B. Sulfonierung, Lithierung und Folgereaktionen, Nitrierung)
- Charakterisierung von Polymeren (z. B. Berechnung und experimentelle Ermittlung von Molekularmasse und Molekularmassenverteilungen, Berechnung thermischer Eigenschaften, Ermittlung Ionenleitfähigkeit)
- Markov-Ketten
- Monte-Carlo-Simulation bei Polymerisationen

Literatur / Lernmaterialien:

- Skript
- H. G. Elias: "Makromoleküle"
- P. J. Flory: "Principles of Polymer Chemistry"

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 182601 Vorlesung Polymer-Reaktionstechnik
- 182602 Übung Polymer-Reaktionstechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h

Gesamt: 180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Polymer-Reaktionstechnik, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

- Tafelschrieb
- Beamer
- Praktische Übungen (Versuche) zur Polymerherstellung und -charakterisierung im Labor

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18261 Polymer-Reaktionstechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18270 Simulation solarthermischer Anlagen

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410026
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Henner Kerskes

Dozenten: • Henner Kerskes

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: M.Sc. verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele: Erworbene Kompetenzen:

Die Studierenden

- beherrschen die energetische Bilanzierung von solarthermischen Anlagen und deren Komponenten
- kennen numerischen Lösungsverfahren und Simulationsprogramme zur Berechnung energiewandelnder Systeme

Die Studierenden haben die Fähigkeit gegebene Problemstellungen mit Hilfe von numerischen Simulationen zu analysieren. Sie sind in der Lage thermische Solaranlagen rechnergestützt auszulegen und Konzepte für einen effizienten Einsatz der thermischen Solarenergie zu erarbeiten.

Die Studierenden haben Erfahrungen im praktischen Umgang mit Simulationsprogrammen für energetische Analysen

Inhalt: Die Vorlesung zeigt an ausgewählten Beispielen die Anwendung und den Nutzen von Simulationsrechnungen in der Solartechnik.

Im theoretischen Teil der Vorlesung wird die Vorgehensweise bei der Behandlung von Problemstellungen mit Hilfe von Simulationsrechnungen dargestellt. Anschließend werden die in der Solartechnik üblichen Simulationsprogramme vorgestellt. Da ein sinnvoller und effektiver Einsatz von Simulationsprogrammen ein Grundverständnis bestimmten mathematischen Methoden voraussetzt, ist die Behandlung numerischer Grundlagen und die mathematische Modellbildung der wichtigsten Bauteile (Kollektor Speicher, Gebäude, etc.) ein wesentlicher Bestandteil



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

der Vorlesung. Die Rechnerübungen bestehen aus aufeinander aufbauenden Aufgaben, die während der Übungsstunden bearbeitet werden. So wird schrittweise, ausgehend von einem allgemeinen Beispiel einer solaren Trinkwassererwärmungsanlage, eine konkrete, physikalisch korrekt beschriebene Anlage zur solaren Heizungsunterstützung untersucht.

Literatur / Lernmaterialien: Powerpoint-Folien der Vorlesung, Daten- u. Arbeitsblätter

Lehrveranstaltungen und -formen: • 182701 Vorlesung Simulation solarthermischer Anlagen

Abschätzung Präsenzzeit: 21 h

Arbeitsaufwand:

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt: 90h

Studienleistungen: Keine

Prüfungsleistungen: Simulation solarthermischer Anlagen, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

- Vorlesung als powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Anwendung des Stoffes
- ergänzend Tafelanschrieb u. Overhead-Folien
- Rechnerübungen

Prüfungsnummer/n und -name:

- 18271 Simulation solarthermischer Anlagen

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18280 Kältetechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410034
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Harald Kaiser

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: M.Sc. Verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele: Die Studierenden

- kennen die Grundlagen der Kälteerzeugung
- können Kälte- und (Klima-) Anlagen berechnen und bewerten
- kennen alle Komponenten einer Kälteanlage
- verstehen die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kältetechnik und die Zusammenhänge zwischen Umweltpolitik und Kälteanwendung

Inhalt: Es wird die Anwendung der Kältetechnik im globalen Umfeld erläutert. Der Einfluss der Kälteerzeugung auf die Umwelt wird betrachtet und Folgen und Maßnahmen besprochen. Die Verfahren zur Kälteerzeugung werden vorgestellt. Kennzahlen und Wirkungsgrade erklärt, Anlagenbeispiele gezeigt und Anlagenkomponenten erklärt. Auf die Kältemittel und die Verdichter wird besonders eingegangen. Der Abschluss bildet eine Übersicht über alternative Kälteerzeugungsverfahren, wie z.B. Absorptionstechnik.

Literatur / Lernmaterialien: • Vorlesungsskript  
• H.L. von Cube u.a.: Lehrbuch der Kältetechnik Bd. 1 u. 2, C.F. Müller Verlag, 4. Aufl. 1997

Lehrveranstaltungen und -formen: • 182801 Vorlesung Kältetechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 70 h

Gesamt: 91h

Prüfungsleistungen:

Kältetechnik, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Vorlesung als Powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Erläuterung und Anwendung des Vorlesungsstoffes, ergänzend Tafelanschrieb u. Overhead-Folien

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18281 Kältetechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18290 Kraft-Wärme-Kältekopplung (BHKW)

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410036
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Klaus Spindler

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: M.Sc. verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht,

Lernziele:

- Die Studierenden haben Kenntnis über verschiedene Koppelprozesse zur Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung und deren Bewertungsgrößen.
- Sie können KWK-Anlagen auslegen und energetisch, ökologisch und ökonomisch bewerten.
- Sie kennen die entsprechenden Regeln und Normen.
- Sie beherrschen die Verfahren und Methoden für die Projektierung und kennen den prinzipiellen Ablauf der Inbetriebnahme und Abnahme von Anlagen zur Kraft-Wärme- und Kältekopplung.

Inhalt: Aufbau und Funktion eines BHKWs, Motorische Antriebe, Brennstoffe, Wärmeauskopplung, Hydraulische Integration des BHKW, Generatoren, Leistung, Wirkungsgrade, Nutzungsgrade, Emissionen und Immissionen, TA Luft, Verfahren zur Emissionsminderung, TA Lärm, Verfahren zur Minderung von Schallemissionen, Umweltaspekte, Primärenergieeinsparung, Emissionsentlastung durch BHKW, Kälteerzeugung mit BHKW, Wärme-Kälte-Kopplung, Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, Wirtschaftlichkeitsrechnungen, Steuerliche Aspekte, Planung, Auslegung und Genehmigung, Fahrweisen, Bedarfsanalyse und Auslegung, Genehmigung und Rahmenbedingungen, Ausschreibung, Angebotsvergleich, Auftragsvergabe, Verträge, Inbetriebnahme, Abnahme, Contracting, Einsatzfelder und Anwendungsbeispiele

Literatur / Lernmaterialien: Powerpoint-Folien der Vorlesung, Daten- u. Arbeitsblätter



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 182901 Vorlesung Kraft-Wärme-Kältekopplung mit integrierten  
Übungen und Besichtigungen eines BHKWs

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt: 90h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Kraft-Wärme-Kältekopplung (BHKW), 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

Vorlesung als powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur  
Anwendung des Stoffes , ergänzend Tafelanschrieb u.  
Overhead-Folien

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18291 Kraft-Wärme-Kältekopplung (BHKW)

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18300 Solartechnik I**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410024
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Harald Drück

Dozenten:

- Harald Drück
- Hans Müller-Steinhagen

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: M.Sc. Verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele: Erworbene Kompetenzen:

Die Studierenden

- können die auf unterschiedlich orientierte Flächen auf der Erdoberfläche auftreffende Solarstrahlung berechnen
- kennen Methoden zur aktiven und passiven thermischen Solarenergie-nutzung im Nieder-temperaturbereich
- kennen Solaranlagen und deren Komponenten zur Trinkwasser-erwärmung, Raumheizung und solaren Kühlung
- kennen unterschiedliche Technologien zur Speicherung von Solarwärme.

Inhalt: Es wird Fachwissen zum Aufbau und Funktion der Sonne sowie zur Solarstrahlung vermittelt. Wärmeübertragungsvorgänge an Sonnenkollektoren, Bauformen von Sonnenkollektoren, Wärmespeicher (Technologien, Bauformen, Beurteilung) werden ausführlich hinsichtlich Grundlagen und Anwendung behandelt. Der Einsatz sowie der Aufbau von Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung, zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung, zur Erwärmung von Freibädern und zur solaren Kühlung wird ausführlich diskutiert. Zusätzlich zur aktiven Solarenergienutzung sind die Grundlagen passiver Solarenergie-nutzung Gegenstand der Lehrveranstaltung

Literatur / Lernmaterialien:

- J.A. Duffie, W.A. Beckman: Solar Engineering of Thermal Processes, Wiley-Interscience, ISBN 0-471-51056



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Norbert Fisch / Bruno Möws / Jürgen Zieger: Solarstadt Konzepte, Technologien, Projekte, W. Kol-hammer, 2001 ISBN 3-17-015418-4</li><li>• Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafelanschrieb und Aufgabenblättern</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 183001 Vorlesung Solartechnik I mit integrierten Übungen</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:70 h Gesamt: 91h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Solartechnik I, 1.0, schriftlich (nach jedem Vorlesungssemester), 60 min;  alternativ Solartechnik I, 1.0, mündlich (Prüfung nach jedem Nicht-Vorlesungssemester), 45 min
Medienform:	Vorlesung als Powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Erläuterung und Anwendung des Vorlesungsstoffes, ergänzend Tafelanschrieb und Overhead-Folien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18301 Solartechnik I</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18310 Numerische Methoden in der Energietechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410032
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans Müller-Steinhagen

Dozenten: • Wolfgang Heidemann

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Ergänzungsmodul

- MSc Maschinenbau
- MSc Verfahrenstechnik, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3
- MSc Fahrzeug- und Motorentechnik

Lernziele:

Erworbene Kompetenzen:

Die Studierenden

- beherrschen die energetische Bilanzierung zur Aufstellung von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen
- kennen die numerischen Lösungsverfahren zur Behandlung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen
- kennen die Unterschiede zwischen Finite Differenzen, Finite Volumen und Finite Elemente-Verfahren
- sind in der Lage Berechnungsblätter für einfache mehrdimensionale Wärmeleitprobleme selbst zu erstellen und auszuwerten
- kennen Standard-CFD Berechnungsprogramme und können diese für energietechnische Problemstellungen einsetzen.

Inhalt:

Ziel der Vorlesung und Übung ist es einen wichtigen Beitrag zur Ingenieurausbildung zu leisten durch Vermittlung von grundlegenden Numerikkenntnissen für die Behandlung energetischer Problemstellungen. Die Lehrveranstaltung

- zeigt die Vorgehensweise beim numerischen Rechnen
- zeigt die numerischen Lösungsverfahren gewöhnlicher Differentialgleichungen (Euler-, Adams-Bashforth-, Crank-Nicolson-, Runge-Kutta-Verfahren)
- verdeutlicht die Behandlung partieller Differentialgleichungen, deren Lösung mit Programmeigenentwicklungen sowie mit kommerzieller CFD-Software



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Literatur / Lernmaterialien:	Vorlesungsmanuskript
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 183101 Vorlesung Numerische Methoden in der Energietechnik</li><li>• 183102 Übung Numerische Methoden in der Energietechnik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 82 h Gesamt: 103h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Numerische Methoden in der Energietechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesung: Beamerpräsentation Übung: Online-Demonstration von Berechnungssoftware, Online-Anwendung/Erstellung von Berechnungsprogrammen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18311 Numerische Methoden in der Energietechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18320 Solartechnik II

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410025
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	1.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans Müller-Steinhagen

Dozenten: • Rainer Tamme

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

Wahlmodul ab 5. Semester für

Studiengänge umw, aer, tema, mach, verf, kyb, bauing, Studium  
Generale

Lernziele:

Die Studenten besitzen Grundkenntnisse der Funktion  
konzentrierender Solartechnik zur Erzeugung von Strom und  
Hochtemperaturwärme, Kenntnisse der Auslegungskonzepte,  
Werkstoffe und Bauweisen der solarspezifischen Subkomponenten:  
Kollektoren, Heliostat, Absorber, Receiver und Speicher.

Inhalt:

Einführung und allgemeine Technikübersicht

- Potential und Markt solarthermischer Kraftwerke
- Grundlagen der Umwandlung konzentrierter Solarstrahlung
- Übersicht zur Parabol-Rinnen Kraftwerkstechnik
- Übersicht zur Solar Turm Kraftwerkstechnik
- Auslegungskonzepte für Rinnenkollektoren und Absorber
- Auslegungskonzepte für Receiver
- Grundlagen von Hochtemperatur-Wärmespeicher
- Auslegungskonzepte ausgewählter Speichertechniken
- Übersicht zu aktuellen Kraftwerksprojekten

Literatur / Lernmaterialien:

Kopie der Powerpoint-Präsentation

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 183201 Vorlesung Solartechnik II
- 183202 Laborversuche beim DLR
- 183203 Seminar Solarkraftwerke



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 31 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:59 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Solartechnik II, 1.0, schriftlich, 120 min
Medienform:	Vorlesung Powerpoint-Präsentation mit ergänzendem Tafel Anschrieb
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18321 Solartechnik II</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18330 Thermophysikalische Stoffeigenschaften

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410029
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Klaus Spindler

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Verf (M.Sc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3  
• Umw (M.Sc) Kernmodul

Lernziele: Die Teilnehmer kennen die Methoden zur Berechnung der Stoffeigenschaften von reinen Stoffen und Gemischen in ihren Aggregatzuständen (fest, flüssig, gasförmig). Sie beherrschen das Theorem der korrespondierenden Zustände und die Methode der Strukturgruppenbeiträge. Sie können entsprechende Berechnungen für thermische Eigenschaften und Transporteigenschaften durchführen. Die Teilnehmer können die Temperatur- und Druckabhängigkeit der Stoffeigenschaften berechnen oder aus Moleküldaten abschätzen. Sie beherrschen die Verfahren nach dem geltenden Stand der Technik. Sie können damit Komponenten und Anlagen strömungs- und wärmetechnisch projektieren und auslegen.

Sie beherrschen die Grundlagen der genauen Bestimmung thermophysikalischer Stoffeigenschaften für Prozesse mit vollständiger stofflicher Ausnutzung durch hohe Anforderungen des Umweltschutzes.

Inhalt: • Thermische Eigenschaften  
• Dampfdruck  
• Theorem der übereinstimmenden Zustände  
• Dichte von Gasen, überhitztem Dampf und Flüssigkeiten  
• Dichte auf der Grenzkurve  
• kritische Temperatur, kritischer Druck, kritisches Volumen  
• Verdampfungsenthalpie  
• spezifische Wärmekapazität  
• ideale, reale Gase und Flüssigkeiten  
• Temperatur- und Druckabhängigkeit  
• Methode der Gruppenbeiträge  
• Verfahren mit der Zusatzwärmekapazität



- in der Nähe der Grenzkurve
- im überkritischen Gebiet
- Differenz der spezifischen Wärmekapazität auf der Grenzkurve
- Näherungsverfahren
- Transporteigenschaften
- Viskosität von Gasen und Flüssigkeiten
- Druck- und Temperaturabhängigkeit
- Theorem der übereinstimmenden Zustände
- Flüssigkeiten auf der Siedelinie
- Wärmeleitfähigkeit
- Gase bei niedrigem u. hohem Druck
- Temperatur- und Druckabhängigkeit
- Flüssigkeiten
- Gemische
- Diffusionskoeffizient
- Gasgemische bei niedrigem und hohem Druck
- Flüssigkeiten
- Oberflächenspannung
- Thermophysikalische Eigenschaften von Festkörpern, Metalle und Legierungen, Kunststoffe, Wärmedämmstoffe, feuerfeste Materialien, Baustoffe, Erdreich, Holz, Schüttstoffe

Literatur / Lernmaterialien:

- B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'Connell: The Properties of Gases and Liquids. 5th edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 2000
- D. Lüdecke, C. Lüdecke: Thermodynamik - Physikalisch-chemische Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik
- Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2000
- VDI-Wärmeatlas: Berechnungsblätter für den Wärmeübergang. 10. Aufl. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006
- Manuskript und Arbeitsblätter

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 183301 Vorlesung Thermophysikalische Stoffeigenschaften
- 183302 Übung Thermophysikalische Stoffeigenschaften

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h  
Gesamt:180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Thermophysikalische Stoffeigenschaften, 1.0, schriftlich, 120 min

Medienform:

Powerpoint, Overhead, Tafel



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18331 Thermophysikalische Stoffeigenschaften

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18340 Wärmepumpen**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410028
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Klaus Spindler

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum: Verf (M.Sc), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der verschiedenen Wärmepumpenprozesse. Die Teilnehmer haben einen Überblick über die verwendeten Anlagenkomponenten und deren Funktion. Sie können Wärmepumpenanlagen mit unterschiedlichen Wärmequellen auslegen. Sie können die Wärmepumpen energetisch, ökologisch und ökonomisch bewerten. Sie kennen die geltenden Regeln und Normen zur Prüfung von Wärmepumpenanlagen.

Sie haben Grundkenntnisse zur hydraulischen Integration und zur Regelung der Wärmepumpe.

Inhalt: Wärmepumpen:

- Thermodynamische Grundlagen, Ideal-Prozess, Theoretischer Vergleichsprozess der Kompressionswärmepumpe
- Realer Prozess der Kaltdampfkompansionswärmepumpe, Idealisierter Absorptionsprozess, Dampfstrahlwärmepumpe, Thermoelektrische Wärmepumpe
- Bewertungsgrößen, Leistungszahl COP, Jahresarbeitszahl JAZ, exergetischer Wirkungsgrad
- Arbeitsmittel und Komponenten für Kompressionswärmepumpen und Absorptionswärmepumpen
- Auslegungsbeispiele für Wärmepumpen
- Wirtschaftlichkeit und Vergleich mit anderen Wärmeerzeugungsanlagen
- Heiz-/Kühlbetrieb von Wärmepumpen, Kühlen mit Erdsonden

Literatur / Lernmaterialien: Manuskript



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 183401 Vorlesung Wärmepumpen

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt: 90h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Wärmepumpen, 1.0, mündlich, 30 min

Medienform:

- Vorlesung als powerpoint-Präsentation
- ergänzend Tafelanschrieb und Overhead-Folien
- Begleitendes Manuskript

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18341 Wärmepumpen

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18350 Optimale Energiewandlung**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410033
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Klaus Spindler

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: M.Sc. Verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 3

Lernziele: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der optimalen Energiewandlung. Sie können, energetische und exergetische Analysen von technisch wichtigen Energiewandlungsprozessen durchführen. Sie kennen die Ansätze zur Optimierung von Wärmeübertragern, Wärmepumpen- und Kältekreisläufen, Dampf- und Gasturbinen-Prozessen. Sie können Niedrig-Exergie-Heizsysteme auslegen und bewerten. Sie haben Kenntnis über verschiedene Koppelprozesse zur Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung und deren Bewertungsgrößen. Sie kennen die Verfahren zur geothermischen Energiewandlung.

Inhalt: Energiewandlungskette, Exergieverlust-analysen für Wärmepumpen und Kältemaschinen nach dem Kompressions- und Absorptionsverfahren, Brennstoffzelle, Dampfkraftprozess, offener Gasturbinenprozess, Gas-turbinen-Dampfturbinen-Anlage, Wärme-Kraft- bzw. Kraft-Wärme-kopplung, Wärme-Kälte-Kopplung, ORC- und Kalina-Prozess

Literatur / Lernmaterialien: Powerpoint-Folien der Vorlesung, Daten- u. Arbeitsblätter

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 183501 Vorlesung Optimale Energiewandlung mit integrierten Übungen
- 183502 Besichtigung einer KWK-Anlage



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Optimale Energiewandlung, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesung als powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Anwendung des Stoffes , ergänzend Tafelanschrieb u. Overhead-Folien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18351 Optimale Energiewandlung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18360 Rationelle Wärmeversorgung

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042410031
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Klaus Spindler

Dozenten: • Klaus Spindler

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • M.Sc. verf, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2  
• mach  
• tema

Lernziele: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur energieeffizienten Wärmeversorgung von Gebäuden. Sie sind mit den aktuellen Normen und Standards vertraut. Sie können den Wärme- und Feuchtetransport durch Wände berechnen und Dämmstärken durch Wirtschaftlichkeitsberechnungen optimieren. Sie können verschiedene Wärmeversorgungsanlagen energetisch, wirtschaftlich und ökologisch bewerten. Sie kennen die Vorgänge bei Verbrennungsprozessen und die Bewertungsgrößen von Heizkesseln. Sie haben einen Überblick über verschiedene Wärmeerzeugungs- und Wärmerückgewinnungssysteme und deren Effizienz. Sie können wärmetechnische Komponenten und Systeme bilanzieren und Vorschläge für einen geeigneten ressourcenschonenden Einsatz machen.

Inhalt: Energiewandlungskette, Aufteilung des Endenergieeinsatzes, Treibhaus-Problematik, Klimabeeinflussung, Wärmedurchgang, Formkoeffizient, negative Isolierwirkung, Wasserdampfdiffusion, Diffusionswiderstandsfaktor, Dampfdiffusion durch geschichtete ebene Wand, Feuchtigkeitsausscheidung, Glaser-Verfahren, feuchte Luft, h,x- Diagramm, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Wärme-kosten einer Zentralheizung, Kosten-rechnung für Wärmedämmung, Verbrennungsprozesse, Heizwert, Brennwert, Brennstoffe, Luftüber-schuss, Zusammensetzung des feuchten und trockenen Rauchgases, Rechenbeispiel für Gasheizkessel, Kennwerte für Heizkessel, Kessel-wirkungsgrad, Betriebsbereitschafts-verluste, Jahresnutzungsgrad, Teil-lastnutzungsgrad, Wärmeer-zeugungsanlagen, Brennwerttechnik, Holzpelletfeuerung, Wärme-Kraft-kopplung, Wärmepumpen, Jahres-heizwärme- und Jahresheizenergie-bedarf, Wärmedurchgang durch Bau-teile, Luftwechsel,



---

	Lüftungswärme-bedarf, Fugendurchlasskoeffizient, solare Wärmegewinne, Gesamtenergiedurchlassgrad, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen, Wärme-dämmstandards, Wärmeschutzver-ordnung, Energieeinsparung in Gebäuden, Energieeinspar-verordnung, Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung, Rekuperatoren, Regeneratoren, Wärme-rohr, kreislaufverbundene Systeme, Rückwärmzahl, Rück-feuchtezahl, Rationelle Energie-nutzung in Schwimmbädern, Zentrale Wärmeversorgungskonzepte, Fern-wärmeversorgung, Nahwärme-versorgung
Literatur / Lernmaterialien:	Powerpoint-Folien der Vorlesung, Daten- u. Arbeitsblätter
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 183601 Vorlesung Rationelle Wärmeversorgung</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Rationelle Wärmeversorgung, 1.0, mündlich, 60 min
Medienform:	Vorlesung als powerpoint-Präsentation mit Beispielen zur Anwendung des Stoffes , ergänzend Tafelanschrieb u. Overhead-Folien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18361 Rationelle Wärmeversorgung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• BSc Erneuerbare Energien</li><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18380 Kunststoffverarbeitung 1

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075010003
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten: • Hans-Gerhard Fritz

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Verfahrenstechnik Master, 2  
• Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Pflicht, 2

Lernziele: Die Studierenden sind mit den bei den wichtigsten Kunststoff-Urformprozessen ablaufenden rheologischen und thermischen Detailvorgängen vertraut und in der Lage, diese auch modellmäßig zu beschreiben. Ferner kennen sie den prinzipiellen Aufbau und die Betriebstechnik der beim Extrudieren, Kalandrieren, Kompressionsformen und Spritzgießen eingesetzten Anlagen. Sie besitzen zudem ein Basiswissen in Bezug auf die Prozess- und Qualitätsüberwachung bei den genannten Formgebungsverfahren.

Inhalt: Behandlung und Modellierung der wichtigsten Formgebungsverfahren unter anlagen- und verfahrenstechnischen Gesichtspunkten.

**Extrusion:** Analyse der mechanisch/thermischen Vorgänge in Extrudersystemen. Extruder und Werkzeug als Funktionseinheit, Prozesssteuerung und -regelung, Entwurf von Extruderbaureihen (Modellgesetz)

**Kalandrieren:** Aufbau und Funktionsweise kompletter Kalandranlagen, Beschreibung der rheologischen Vorgänge im Walzenspalt; Maschinenbauliche Problemstellungen und deren Lösung.

**Kompressionsformen:** Werkstoffauswahl und -aufbereitung; Vorgänge beim Formgebungs- und Vernetzungsschritt; Produktcharakterisierung

**Spritzgießen:** Analyse des Plastifizier- und Formfüllvorgangs unter Einbeziehung rheologischer und thermischer Aspekte; Zusammenwirken von Plastifizieraggregat, Werkzeug und



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Schließeinheit; Mehrkomponentenspritzgießen sowie Spritzgießen von schäumbaren und reaktionsfähigen Polymerwerkstoffen

Literatur / Lernmaterialien:

- Detailliertes Skript
- Hensen; Knappe, Potente: Handbuch der Extrusionstechnik, C.Hanser Verlag München
- Agassant, Avenas, Carreau: Polymer Processing, C.Hanser Verlag München
- Manas, Tadmor: Mixing and Compounding of Polymers, Hanser Verlag München

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 183801 Vorlesung Kunststoffverarbeitung 1

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 53 h

Gesamt: 74 h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Kunststoffverarbeitung 1 1.0 mündlich 30 min

Medienform:

Beamer-Präsentation, OHF, Tafelanschriebe

Prüfungsnummer/n und -name:

- 18381 Kunststoffverarbeitung 1

Studiengänge die dieses Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18390 Kunststoffverarbeitung 2**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075010004
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten:

- Hans-Gerhard Fritz
- Kalman Geiger

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul , Wahl, 2
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul , Wahl, 2

Lernziele:

Die Studierenden haben umfassende Kenntnisse über das Leichtbaupotential von Polymerwerkstoffen, im speziellen von Polyurethan- und Thermoplastschäumen, sowie von Faser/Kunststoff-Verbunden. Sie sind vertraut mit den Möglichkeiten, das den Kunststoffen innewohnende Festigkeitspotential durch molekulare Orientierungsprozesse optimal auszuschöpfen. Ferner beherrschen die Studierenden die Verarbeitungstechniken dieser Werkstoffe und kennen die dafür einsetzbaren Anlagen und Werkzeugsysteme.

Inhalt:

Die Vorlesung behandelt weitere gängige Ur- und Umformungsprozesse unter verfahrens-, betriebs- und anlagentechnischen Gesichtspunkten.

**Technologien des Schäumens:** Stoffliche und prozesstechnische Aspekte der Polyurethantechnologie; Spritzgießen und Extrudieren thermoplastischer Schaumstrukturen. Leichtbaupotential derartiger Werkstoffe, Halbzeuge und Formteile.

**Orientierungstechniken:** Formgebungsprozesse unter gezielter Einbringung von Molekülorientierungen (Mono- und Multifilamente, biaxial gereckte Folien und Hohlkörper).

**Faser/Kunststoff-Verbunde:** Auswahl von Matrixwerkstoffen und Verstärkungsmedien; chemisch-technologische Grundlagen zur Vernetzung und Faser/Matrix-Kopplung. Gebräuchliche Formgebungsverfahren und deren Anwendungsfelder.

Literatur / Lernmaterialien:

Detailliertes Skript



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 183901 Vorlesung Kunststoffverarbeitung 2

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 53 h

Gesamt: 74 h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Kunststoffverarbeitung 2, 1,0 mündlich 30 min

Medienform:

Beamer-Präsentation, OHF, Tafelanschriebe

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18391 Kunststoffverarbeitung 2

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18400 Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075010005
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten:

- Hans-Gerhard Fritz
- Kalman Geiger

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- Verfahrenstechnik Master, 2
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele:

Die Studierenden beherrschen die gebräuchlichen Techniken zur Konzipierung und Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen unter mechanischen, thermischen und rheologischen Aspekten. Sie sind in der Lage, dafür einsetzbare Softwarepakete handzuhaben und sie für einfache Fälle zu modifizieren.

Inhalt:

Vorgestellt werden Grundprinzipien des Aufbaus und der rheologischen Gestaltung von **Extrusionswerkzeugen**. Erläutert werden die Strömungsvorgänge in derartigen Anlagenkomponenten, sowie deren festigkeitsmäßige Dimensionierung. Beschrieben werden ferner Werkzeugsysteme zur Herstellung von Mehrschichtverbunden sowie Kalibrier- und Kühlvorrichtungen zur Geometriefixierung bei der Rohr- und Profilextrusion.

Grundprinzipien des Aufbaus und der rheologischen Gestaltung von **Spritzgießwerkzeugen**. Numerische Beschreibung des Werkzeugfüllvorgangs sowie der sich zeitabhängig einstellenden Temperatur- und Druckfelder; Dimensionierung und Betriebsweise der Werkzeugkühlsysteme.

Literatur / Lernmaterialien:

- Umfangreiches Skript
- W.Michaeli: Extrusionswerkzeuge für Kunststoffe und Kautschuk, C.Hanser Verlag München

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 184001 Vorlesung Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 53 h Gesamt:74 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen , 1.0 , 30 min
Medienform:	Bearmer-Präsentation, OHF, Tafelanschriebe
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18401 Auslegung von Extrusions- und Spritzgießwerkzeugen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18410 Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075010006
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten:

- Hans-Gerhard Fritz
- Eberhard Grünschloss

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- Verfahrenstechnik Master,2, Vertiefungsmodul, Wahl, 2
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele:

Die Studierenden sind mit den Grundoperationen der Kunststoffaufbereitung vertraut. Sie beherrschen die aufgabenspezifische Anlagenauswahl und deren Betriebsweise. Sie kennen die vielfältigen Möglichkeiten aus nachwachsenden Rohstoffen hochpolymere Werkstoffe zu generieren. Gängige Kunststoffrecyclingprozesse sowie die dabei realisierten Unitoperations des Additivierens, Blendens und Granulierens sind ihnen vertraut.

Inhalt:

Darstellung und formale Beschreibung der kontinuierlichen und diskontinuierlichen Grundoperationen der Kunststoffaufbereitung (Zerteilen, Verteilen, Homogenisieren, Entgasen, Granulieren). Modifikation von Polymeren durch Einarbeitung von Additiven (Pigmente, Stabilisatoren, Gleitmittel, Füll- und Verstärkungsstoffen, Schlagzähmacher, etc.). Dargestellt werden ferner die Grundlagen der reaktiven Kunststoffaufbereitung und darauf aufbauend, die Generierung neuer Werkstoffeigenschaftenprofile durch Funktionalisieren, Blenden und Legieren. Behandelt werden ferner theoretische Ansätze zur Beschreibung der Morphologieausbildung bei Mehrphasensystemen sowie Konzepte zur Herstellung von Kunststoffen auf der Basis nachwachsender Rohstoffe.

Übersicht über gängige Kunststoffrecyclingprozesse; Verfahrens- und Anlagenkonzepte; Eigenschaften und Einsatzfelder von Rezyklaten.

Literatur / Lernmaterialien:

- Umfangreiches Skript
- I.Manas, Z. Tadmor: Mixing and Compounding of Polymers, C.Hanser Verlag, München



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 184101 Vorlesung Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:53 h Gesamt: 74 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling, 0,13 mündlich 30 min
Medienform:	Beamer-Präsentation, OHF, Tafelanschriebe
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18411 Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling</li></ul>
Exportiert durch:	Fakultät für Geo- und Biowissenschaften
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18420 Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075010007
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Hans-Gerhard Fritz

Dozenten:

- Hans-Gerhard Fritz
- Kalman Geiger

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum:

- Verfahrenstechnik Master, vertiefungsmodule wahl3
- Maschinenbau Master, vertiefungsmodule wahl2

Lernziele:

Die Studierenden kennen die unterschiedlichen, für Polymerwerkstoffe relevanten rheologischen Stoffklassen (Viskose und viskoelastische Fluide, plastische Massen), sowie die dafür gültigen rheologischen Zustandsgleichungen. Die Definitionen sowie die Messtechnik zur Bestimmung darin enthaltener rheologischer Stoffwertfunktionen sind ihnen geläufig. Sie beherrschen im Sinne der Angewandten Rheologie die Anwendung rheologischer Daten zur Beschreibung von Strömungs- und Dissipationsvorgängen in der Kunststoffaufbereitung und -verarbeitung

Inhalt:

Aufgabe und Bedeutung der Rheologie und Rheometrie in der Kunststofftechnik; Aufbau und Struktur rheologischer Zustandsgleichungen. Definition und messtechnische Ermittlung darin enthaltener Stoffwertfunktionen.

Darstellung stoffspezifischer Rheometersysteme, ihre Messprinzipien und Auswertetechniken. Anwendung rheologischer Stoffwerte bei der Maschinen- und Werkzeugauslegung auf dem Gebiet der Kunststoffverarbeitung.

Literatur / Lernmaterialien:

- Umfassendes Skript
- Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, VDI-Verlag

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 184201 Vorlesung Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 53 h Gesamt: 74 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe, 1.0 30 min.
Medienform:	Beamer-Präsentation, OHF, Tafelanschriebe
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18421 Rheologie und Rheometrie der Kunststoffe</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18430 Thermografie

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075011012
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 4
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele:

Die Studierenden sind mit dem Prinzip und den typischen Anwendungsbereichen der einzelnen Thermografieverfahren vertraut. Sie kennen die Gesetzmäßigkeiten dynamischer Wärmeausbreitungsvorgänge und deren Relevanz für moderne Thermografieverfahren. Sie haben die Vorteile der Phasenwinkel-Thermografie verstanden und können die mit thermografischen Verfahren erzielten Ergebnisse zuverlässig bewerten und interpretieren.

Inhalt:

Spektrum thermischer Strahler. Transparenz der Atmosphäre im infraroten Spektralbereich. Infraroteigenschaften von Werkstoffen. Aufbau thermografischer Systeme, ihre technischen Kenngrößen und deren Messung. Bewertungskriterien für Thermografiekameras. Gesetzmäßigkeiten thermischer Wellen. Signalverarbeitung, Wechselsignalfilterung, Bildstapelanalyse. Prinzip und Anwendung dynamischer Phasenwinkel-Thermografie: Lockin-Thermografie mit verschiedenen Anregungsarten (Optisch, Ultraschall, Wirbelstrom), Puls. Einsatzkriterien.

Literatur / Lernmaterialien:

Detailliertes Vorlesungsskript

Spezielle Veröffentlichungen, die im Laufe der Vorlesung verteilt werden.

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 184301 Vorlesung Thermografie



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:63 h Gesamt: 84h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Thermografie 1.0 mündlich 30 Minuten
Medienform:	Overhead-Projektor, Tafelanschiebe.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18431 Thermografie</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



## Modul 18440 Material Characterization with Elastic Waves

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075011014
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

Dozenten: • Igor Solodov

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 4  
• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2  
• Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele: The students understand the physical phenomena which accompany elastic wave propagation. They are familiar with the experimental methods for characterization of mechanical properties. The students are able to apply these modern methods to non-destructive evaluation (NDE) of engineering materials.

Inhalt: **Physical principles:** Fundamentals of theory of elasticity. Elastic waves in isotropic materials. Properties of elastic waves in anisotropic materials. Determination of elastic modulus matrix from velocity measurements. Dynamic boundary problems in solid-state materials.

**Practical methods for characterization mechanical properties of materials:** Wave reflection and transmission at solid interfaces. Elastic waves in plates and topographic structures. Interfacial waves. Experimental methods of elastic wave excitation-detection and opportunities for applications in nondestructive testing and quality management in industrial applications.

Literatur / Lernmaterialien: Detailed Script. Publications and Handouts.

Lehrveranstaltungen und -formen: • 184401 Vorlesung Material Characterization with Elastic Waves



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 63 h Gesamt: 84 h
Studienleistungen:	None
Prüfungsleistungen:	Material Characterization with Elastic Waves. 1.0 oral 30 min
Medienform:	Overhead-Projektor, Tafelanschriebe, vereinzelt auch Beamer.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18441 Material Characterization with Elastic Waves</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18450 Keramische Werkstoffe

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075011015
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 5
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 3
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 1

Lernziele:

Die Studierenden verstehen die besonderen Eigenschaften von Keramik auf der Basis des Periodensystems und einfacher Festkörperphysik. Sie kennen die Vor- und Nachteile des Werkstoffs, wissen, wie er produziert wird und was beim Anfertigen von Bauteilen zu beachten ist. Sie wissen, bei welchen bekannten Fragestellungen die Keramik der optimale Werkstoff ist und in welchen technischen Bereichen er warum und mit welchem Erfolg eingesetzt wird. Sie sind anschließend in der Lage, auch bei neuen Fragestellungen den Einsatz von Keramik zu beurteilen.

Inhalt:

Zusammenhang zwischen Bindungskräften und Werkstoffbesonderheiten. Daraus resultierende Eigenschaften keramischer Werkstoffe: Hoher E-Modul, Temperaturfestigkeit, geringe thermische Ausdehnung sowie Spröbruch und Weibull-Statistik. Keramikarten, Herstellungsverfahren. Zu beachtende Besonderheiten in der Bauteilkonstruktion und in der Bearbeitung. Einsatzspektrum von Keramik: Ausnutzung der Werkstoffeigenschaften für den Einsatz in Elektronik, Motorentchnik, Fahrzeugwesen, Luft und Raumfahrt usw.

Literatur / Lernmaterialien:

Detailliertes Vorlesungsskript

Weiterführende Literaturhinweise.

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 184501 Vorlesung Keramische Werkstoffe



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 63 h Gesamt: 84h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Keramische Werkstoffe1,0 mündlich 30 min
Medienform:	Overhead-Projektor und Tafelanschriften
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18451 Keramische Werkstoffe</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18460 Zerstörungsfreie Prüfung

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075011016
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes Semester
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 4/5
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2/3
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 1/2

Lernziele:

Die Studierenden sind mit dem Prinzip und den typischen Anwendungsbereichen der einzelnen zerstörungsfreien Prüfverfahren vertraut, sie kennen die Besonderheiten, so daß sie die am besten geeigneten Verfahren für spezifische Anwendungen auswählen und die damit erzielten Ergebnisse zuverlässig interpretieren können.

Inhalt:

Nach der Aufbereitung der Grundlagen von Schwingungen und Wellen werden die modernen zerstörungsfreien Prüfverfahren (ZfP) vorgestellt, und zwar geordnet nach elektromagnetischen Wellen, elastischen Wellen (linear und nichtlinear) und dynamischem Wärmetransport (z.B. Lockin-Thermografie). Zu jedem Verfahren wird das zugrunde liegende physikalische Prinzip erläutert, Vorteile und Einschränkungen und schließlich typische Anwendungsbeispiele an industrierelevanten Bauteilen.

Literatur / Lernmaterialien:

- Detailliertes Vorlesungsskript
- Spezielle und aktuelle Veröffentlichungen, die im Laufe der Vorlesungen verteilt werden.
- Weiterführende Literaturzitate.

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 184601 Vorlesung Zerstörungsfreie Prüfung



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 63 h

Gesamt: 84 h

Studienleistungen:

keine

Prüfungsleistungen:

Zerstörungsfreie Prüfung (Vorlesung) 1.0 mündlich 30 min

Medienform:

Overhead-Projektor, Tafelanschriebe, vereinzelt auch Beamer.

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18461 Zerstörungsfreie Prüfung

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18470 Zerstörungsfreie Prüfung (Übungen)

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	075011018
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes Semester
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Maschinenbau Bachelor, Ergänzungsmodul, Wahl, 4/5
- Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2/3
- Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 1/2

Lernziele:

Die Studierenden können für die einzelnen zerstörungsfreien Prüfverfahren (ZfP) den Zusammenhang zwischen Werkstoffeigenschaft und Bauteilfehler qualitativ und quantitativ herstellen. Sie können bei den einzelnen ZfP-Verfahren aus dem Meßergebnis theoretisch auf den Werkstoff, die Bauteilgeometrie und Eigenschaften verborgener Bauteilfehler rückschließen. Sie wissen, worauf es bei dem Verfahren ankommt (Meßtechnikaspekt), sie verstehen die wesentlichen Leistungsmerkmale der zur Messung benötigten einzelnen meßtechnischen Komponenten und können sie im Hinblick auf die jeweilige Aufgabenstellung auswählen.

Inhalt:

Die Übungen folgen inhaltlich dem Aufbau der Vorlesung. Demzufolge werden konkrete Beispiele aus dem Grundlagenbereich der Schwingungen und Wellen gerechnet. Anschließend werden zu jedem Verfahren aus dem Bereich der elektromagnetischen und elastischen Wellen und dem dynamischen Wärmetransport Beispiele quantitativ detailliert und behandelt. Hierbei wird nicht nur der Vorlesungsstoff vertieft, sondern inhaltlich Vorbereitungsarbeit für das anspruchsvolle ZfP-Praktikum geleistet.

Literatur / Lernmaterialien:

- Detailliertes Vorlesungsskript
- Übungsaufgaben
- Weiterführende Literaturhinweise.

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 184701 Übung Zerstörungsfreie Prüfung



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 63 h Gesamt: 84 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Zerstörungsfreie Prüfung Vorlesung und Übungen können gemeinsam geprüft werden: 1,0 mündlich, 45 min
Medienform:	Overhead-Projektor, Tafelanschriften, vereinzelt auch Beamer.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18471 Zerstörungsfreie Prüfung (Übungen)</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18500 Mehrphasenströmungen**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910010
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mathematisch-numerische Modelle von Mehrphasenströmungen zu erstellen. Sie kennen die mathematisch-physikalischen Grundlagen von Mehrphasenströmungen.

Inhalt: Mehrphasenströmungen:

- Transportprozesse bei Gas-Flüssigkeitsströmungen in Rohren
- Kritische Massenströme
- Blasendynamik
- Bildung und Bewegung von Blasen
- Widerstandsverhalten von Feststoffpartikeln
- Pneumatischer Transport körniger Feststoffe durch Rohrleitungen
- Kritischer Strömungszustand in Gas-Feststoffgemischen
- Strömungsmechanik des Fließbettes

Literatur / Lernmaterialien:

- Durst, F.: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2006
- Brauer, H.: Grundlagen der Ein- und Mehrphasenströmungen, Sauerlaender, 1971
- Bird, R.: Transport Phenomena, New York, Wiley, 2002

Lehrveranstaltungen und -formen: • 185001 Vorlesung Mehrphasenströmungen



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:69 h Gesamt: 84 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Mehrphasenströmungen, mündlich, 1.0, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien, Rechnerübungen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18501 Mehrphasenströmungen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18510 Modellbildung und Simulation von Strömungen**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910011
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Steffen Schütz

Dozenten: • Steffen Schütz

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 3. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, mathematisch-numerische Modelle von Strömungen zu erstellen und in Simulationsprogrammen numerisch umzusetzen. Durch die Vermittlung mathematisch-physikalischer Grundlagen der numerischen Strömungsmechanik können die Studierenden Simulationsergebnisse kritisch beurteilen und bewerten.

Inhalt: Modellbildung und Simulation von Strömungsvorgängen:

- Grundgleichungen der Strömungsmechanik
- Klassifikation von Differentialgleichungen zweiter Ordnung
- Spezielle Lösungsverfahren für Differentialgleichungen zweiter Ordnung
- Modellierung turbulenter Strömungen
- Diskretisierung der Modellgleichungen mit der Finite-Volumen-Methode
- Algorithmen zur Lösung parabolischer und elliptischer Gleichungen
- Rechnerübungen
- High Performance Computing in der Strömungssimulation

Literatur / Lernmaterialien:

- Durst, F.: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2006
- Patankar, S.: Numerical heat transfer and fluid flow, New York, Hemisphere Publ. Corp., 1980
- Ferziger, J.: Computational methods for fluid dynamics, Springer Verlag, 2002



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 185101 Vorlesung Modellbildung und Simulation von Strömungsvorgängen</li><li>• 185102 Rechnerübungen</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 25 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:65 h Gesamt: 80 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Modellbildung und Simulation von Strömungsvorgängen, mündlich, 1.0, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien, Rechnerübungen
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18511 Modellbildung und Simulation von Strömungen</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18520 Numerische Berechnung mehrphasiger Strömungen

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910014
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Steffen Schütz

Dozenten: • Steffen Schütz

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verf (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 2. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind in der Lage Rechenmodelle zur Beschreibung von mehrphasigen Strömungen gezielt einzusetzen und können diese numerisch lösen.

Inhalt: Numerische Berechnung von Mehrphasenströmungen:

- Grundgleichungen der Strömungsmechanik
- Beschreibung von Strömungskräften auf feste Partikel, Tropfen und Blasen
- Modellierung von Mehrphasenströmungen nach dem Euler-Euler und dem Euler-Lagrange-Modell
- Berechnung von Strömungen mit freier Oberfläche
- Beschreibung von mehrphasigen Strömungen mit Hilfe von Populationsbilanzen
- Rechnerübungen

Literatur / Lernmaterialien:

- Brauer, H.: Grundlagen der Ein- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau und Frankfurt/Main, 1971
- Nichols, B.D., Hirt, C.W. und Hotchkiss, R.S.: SOLA-VOF: A Solution Algorithm for Transient Fluid Flow with Multiple Free Boundaries. Los Alamos National Laboratory, LA-8355, 1980
- Sommerfeld, M.: Modellierung und numerische Berechnung von partikelbeladenen turbulenten Strömungen mit Hilfe des Euler/Lagrange-Verfahrens, Shaker Verlag, 1996



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 185201 Vorlesung Numerische Berechnung von Mehrphasenströmungen
- 185202 Übung Numerische Berechnung von Mehrphasenströmungen

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 21 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h

Gesamt: 80 h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Numerische Berechnung von Mehrphasenströmungen: Prüfung,  
mündlich, 1.0, 30 min

Medienform:

Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten  
Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18521 Numerische Berechnung mehrphasiger Strömungen

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18530 Strömungs- und Partikelmesstechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910015
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: VERF (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 2. Semester

Lernziele: Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen für Partikelmessungen im Online- und Laborbetrieb. Sie sind in der Lage, aufgabenspezifisch geeignete Messgeräte auszuwählen und die resultierenden Messergebnisse in Bezug auf ihr Zustandekommen kritisch zu beurteilen.

Inhalt: Strömungs- und Partikelmesstechnik:

- Modellgesetze bei Strömungsversuchen
- Aufbau von Versuchsanlagen
- Messung der Strömungsgeschwindigkeit nach Größe und Richtung (mechanische, pneumatische, elektrische und magnetische Verfahren)
- Druckmessungen
- Temperaturmessungen in Gasen
- Turbulenzmessungen
- Sichtbarmachung von Strömungen
- Optische Messverfahren (Schatten-, Schlieren-, Interferenzverfahren, LDA-Verfahren, Durchlichttomografie)
- Kennzeichnung von Einzelpartikeln
- Darstellung und mathematische Auswertung von Partikelgrößenverteilungen
- Sedimentations-, Beugungs- und Streulicht-, Zählverfahren
- Siebanalyse
- PDA-Verfahren
- Tropfengrößenmessungen

Literatur / Lernmaterialien:

- Müller, R.: Teilchengrößenmessung in der Laborpraxis, Wiss. Verl.-Ges., 1996
- Allen, T.: Particle size measurement, Chapman + Hall, 1968.



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ruck, B.: Lasermethoden in der Strömungsmechanik, AT-Fachverlag, 1990</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 185301 Vorlesung Strömungs- und Partikelmesstechnik</li><li>• 185302 Laborpraktikum Strömungs- und Partikelmesstechnik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 25 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 65 h Gesamt: 90 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Strömungs- und Partikelmesstechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18531 Strömungs- und Partikelmesstechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18540 Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910016
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Manfred Piesche

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verf (M.Sc.), Vertiefungsmodul, 2. Semester

Lernziele: Die Studierenden sind am Ende der Lehrveranstaltung in der Lage, die Entstehung und den Transport von Partikeln sowie die unter den Partikeln auftretenden Wechselwirkungen zu beschreiben.

Inhalt: Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik:

- Physikalische Grundlagen der Zerkleinerung
- Maschinen zur Grob-, Fein- und Feinstzerkleinerung
- Grundlagen der Tropfenbildung
- Laminarer und turbulenter Strahl- und Lamellenzerfall
- Zerstäubungsvorrichtungen (Zerstäuberdüsen, Rotationszerstäuber, Ultraschallzerstäuber, etc.)
- Tropfengrößenmessungen
- Herstellung, Stabilisierung und Verarbeitung von Emulsionen
- Emulgiermaschinen

Literatur / Lernmaterialien:

- Wozniak, G.: Zerstäubungstechnik, Springer Verlag, 2003
- Troesch, H.: Mechanische Verfahrenstechnik, VDI-Verlag, 1999
- Stang, M.: Zerkleinern und Stabilisieren von Tropfen beim mechanischen Emulgieren, VDI-Fortschrittsbericht, 1998.

Lehrveranstaltungen und -formen: • 185401 Vorlesung Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 69 h Gesamt: 90 h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Vorlesungsskript, Entwicklung der Grundlagen durch kombinierten Einsatz von Tafelanschrieb und Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18541 Zerkleinerungs-, Zerstäubungs- und Emulgiertechnik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18550 F&E Management und kundenorientierte Produktentwicklung**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	041910017
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Manfred Piesche

Dozenten: • Michael Durst

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: • Maschinenbau Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2;  
• Umweltschutztechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2;  
• Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2;  
• Verfahrenstechnik Master, Wahlpflichtmodul, Wahl, 2;

Lernziele: Die Studierenden kennen Techniken und Vorgehensweisen, um Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowie Aufgabenstellungen in diesem Bereich effizient und effektiv zu planen und die notwendigen Entwicklungsprozesse zu erstellen und zu organisieren. Sie kennen Konzepte zur Produktentwicklung und zum Produktmanagement wie Simultaneous Engineering. Die Studierenden beherrschen Techniken für eine kreative Produktentwicklung und ein effizientes Zeitmanagement.

Inhalt: • Grundlagen zu F&E Management  
• Grundlegende Vorgehensweisen und Entwicklungsprozesse  
• Arten von F&E Projekten und F&E Strategien  
• Planung und Durchsetzen von Entwicklungsprojekten  
• Umsetzung von Ideen in Produkte  
• Struktur des Produktentstehungsprozesses  
• Kreativitätstechniken  
• Spannungsfeld Entwicklungsingenieur und Kunde  
• Benchmarking und „Best Practices“  
• Portfoliotechniken  
• Lastenheft/Pflichtenheft  
• F&E Roadmap  
• Beispiele aus der Praxis im Bereich Automotive Filtration & Separation

Literatur / Lernmaterialien: • Skript in Form der Präsentationsfolien  
• Drucker, P.F.: Management im 21. Jahrhundert. Econ Verlag München, 1999.



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Durst, M.; Klein, G.-M.; Moser, N.: Filtration in Fahrzeugen. verlag moderne industrie, Landsberg/Lech, 2. Aufl. 2006.</li><li>• Fricke, G.; Lohse, G.: Entwicklungsmanagement. Springer Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1997</li><li>• Higgins, J. M.; Wiese, G. G.: Innovationsmanagement. Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1996</li><li>• Imai, M.: KAIZEN. McGraw-Hill Verlag New York, 1986</li><li>• Imai, M.: Gemba Kaizen. McGraw-Hill Verlag New York, 1997</li><li>• Kroslid, D. et a.l: Six Sigma. Hanser Verlag München, 2003</li><li>• Pepels, W.: Produktmanagement. 3. Aufl. Oldenbourg Verlag München Wien, 2001</li><li>• Ribbens, J.A.: Simultaneous Engineering for New Product Development - Manufacturing Applications. John Wiley &amp; Sons New York, 2000</li><li>• Saad, K.N.; Rousel, P.A.; Tiby,C.: Management der F&amp;E-Strategie. Arthur D. Little (Hrsg.), Gabler Verlag, 1991</li><li>• Schröder, A.: Spitzenleistungen im F&amp;E Management. verlag moderne industrie, Landsberg/Lech 2000</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 185501 Vorlesung F&amp;E Management und kundenorientierte Produktentwicklung</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 62 h Gesamt: 83 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	F&E Management & kundenorientierte Produktentwicklung, 1,0, mündlich, 20 min
Medienform:	Präsentationsfolien
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18551 F&amp;E Management und kundenorientierte Produktentwicklung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>

**Modul 18570 Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme (für Verfahrenstechniker)**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074710005
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Oliver Sawodny

Dozenten: • Oliver Sawodny

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 3

Lernziele: Der Student beherrscht Methoden, mit denen ein unbekanntes dynamisches System über einen Modellansatz und dessen Parametrierung charakterisiert werden kann.

Inhalt: Vorlesung Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme:

In der Vorlesung „Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme“ werden im ersten Abschnitt der Vorlesung die grundlegenden Verfahren der theoretischen Modellbildung eingeführt und wichtige Methoden zur Vereinfachung dynamischer Modelle erläutert. Nach dieser Einführung wird der überwiegende Teil der Vorlesung sich mit der Identifikation dynamischer Systeme beschäftigen. Hier werden zunächst Verfahren zur Identifikation nichtparametrischer Modelle sowie parametrischer Modelle besprochen. Hierbei werden die klassischen Verfahren kennwertlinearer Probleme sowie die numerische Optimierung zur Parameterschätzung verallgemeinerter nichtlinearer Probleme diskutiert. Parallel zur Vorlesung werden mittels der Identification Toolbox von Matlab die Inhalte der Vorlesung verdeutlicht.

Literatur / Lernmaterialien:

- Vorlesungsumdrucke
- Nelles: Nonlinear system identification: from classical approaches to neural networks and fuzzy models, Springer-Verlag, 2001
- Pentelon/Schoukens: System identification: a frequency domain approach, IEEE, 2001



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen und  
-formen:

- 185701 Vorlesung Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme
- 185702 Übung Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 140 h

Gesamt: 182h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme, 1,0,  
mündlich, 30 min

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18571 Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18580 Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung (für Verfahrenstechniker)

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074710006
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Oliver Sawodny

Dozenten: • Eckhard Arnold

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele: Die Studenten sind in der Lage, Problemstellungen der Analyse und der Steuerung dynamischer Systeme als Optimierungsproblem zu formulieren und die Optimierungsaufgabe zu klassifizieren. Geeignete numerische Verfahren können ausgewählt und eingesetzt werden. Der praktische Umgang mit entsprechenden Softwarewerkzeugen wird anhand von Übungsaufgaben vermittelt.

Inhalt: Vorlesung Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung

Inhalt der Vorlesung sind numerische Verfahren zur Lösung von Aufgaben der linearen und nichtlinearen Optimierung sowie von Optimalsteuerungsproblemen. Besonderer Wert wird auf die Anwendung zur Lösung von Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Regelungs- und Systemtechnik gelegt. Wesentliche Softwarepakete werden vorgestellt und an Beispielen deren Anwendung demonstriert.

Literatur / Lernmaterialien:

- Vorlesungsumdrucke
- NOCEDAL, J. und S. J. WRIGHT: Numerical Optimization. Springer, New York, 1999.
- PAPAGEORGIOU, M.: Optimierung: statische, dynamische, stochastische Verfahren für die Anwendung. Oldenbourg, München, 1996.
- SPELLUCCI, P.: Numerische Verfahren der nichtlinearen Optimierung. Birkhäuser, Basel, 1993.
- WILLIAMS, H. P.: Model Building in Mathematical Programming. Wiley, Chichester, 4. Auflage, 1999.



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• BETTS, J. T.: Practical methods for optimal control using nonlinear programming. SIAM, Philadelphia, 2001.</li><li>• BRYSON, A. E., JR. und Y.-C. HO: Applied Optimal Control. Taylor&amp;Francis, 2. Auflage, 1975.</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 185801 Vorlesung Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung</li><li>• 185802 Übung Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:140 h Gesamt:182h
Prüfungsleistungen:	Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung, 1,0, mündlich, 30 min
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18581 Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18590 Simulationstechnik (für Verfahrenstechniker)

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074710007
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Oliver Sawodny

Dozenten: • Oliver Sawodny

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 3

Lernziele: Die Studenten kennen und beherrschen die gängigen Methoden zur rechnergestützten Simulation von dynamischen Systemen zu beherrschen.

Inhalt: Vorlesung Simulationstechnik:  
Stationäre und dynamische Analyse von Simulationsmodellen; numerische Lösungen von gewöhnlichen Differentialgleichungen mit Anfangs- oder Randbedingungen; Stückprozesse als Warte-Bedien-Systeme; Simulationswerkzeug Matlab/Simulink und SimarenaLiteratur / Lernmaterialien:

- Vorlesungsumdrucke
- Kramer, U.; Neculau, M.: Simulationstechnik. Carl Hanser 1998
- Stoer, J.; Burlirsch, R.: Einführung in die numerische Mathematik II. Springer 1987, 1991
- Hoffmann, J.: Matlab und Simulink - Beispielorientierte Einführung in die Simulation dynamischer Systeme. Addison-Wesley 1998
- Kelton, W.D.: Simulation mit Arena. 2nd Edition, McGraw-Hill 2001

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 185901 Vorlesung Simulationstechnik
- 185902 Übung Simulationstechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42 h

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 140h

Gesamt: 182 h

Studienleistungen:

keine

Prüfungsleistungen:

Simulationstechnik, 1,0, schriftlich, 120 min

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18591 Simulationstechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18600 Prozessführung in der Verfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074710008
Leistungspunkte:	3.0	SWS:	2.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Oliver Sawodny

Dozenten: • Hans Schuler

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahl, 2

Lernziele: Die Studenten können komplexe Problemstellungen der Analyse und Steuerung von dynamischen Systemen an verfahrenstechnischen Anlagen mit den in diesem Modul vorgestellten Methoden lösen.

Inhalt: Prozessführung in der Verfahrenstechnik:  
In dieser Vorlesung werden die spezifischen Methoden für die Prozessführung in der Verfahrenstechnik behandelt. Hierzu zählen der Betrieb von Batchprozessen sowie die Steuerung kontinuierlicher Anlagen. Es werden die verschiedenen Methoden für die Steuerung und Regelung hierzu erläutert.Literatur / Lernmaterialien:

- Skript („Tafelanschrieb“)
- H. Schuler: Prozessführung, Oldenbourg Verlag, München 2000

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 186001 Vorlesung Prozessführung in der Verfahrenstechnik
- 186002 Übung Prozessführung in der Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 21 h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 70 h  
Gesamt: 91 h

Studienleistungen: Keine



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Prüfungsleistungen: Prozessführung in der Verfahrenstechnik, 1,0, mündlich, 30 min

Prüfungsnummer/n und  
-name: • 18601 Prozessführung in der Verfahrenstechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen : • MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18610 Konzepte der Regelungstechnik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810110
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	6.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Frank Allgöwer

Dozenten: • Frank Allgöwer

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik (M.Sc.), Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2

Lernziele: Der Studierende

- kennt die relevanten Methoden zur Analyse linearer und nichtlinearer dynamischer Systeme und ist in der Lage diese an realen Systemen anzuwenden
- kann Regler für lineare und nichtlineare Dynamische Systeme entwerfen und validieren
- kennt und versteht die Grundbegriffe wichtiger Konzepte der Regelungstechnik, insbesondere der nichtlinearen, optimalen und robusten Regelungstechnik

Inhalt:

- Erweiterte Regelkreisstrukturen
- Struktureigenschaften linearer und nichtlinearer Systeme
- Lyapunov - Stabilitätstheorie
- Reglerentwurf für lineare und nichtlineare Systeme

Literatur / Lernmaterialien:

- H.P. Geering. Regelungstechnik. Springer Verlag, 2004.
- J. Lunze. Regelungstechnik 1. Springer Verlag, 2006.
- J. Lunze. Regelungstechnik 2. Springer Verlag, 2006.
- J. Slotine und W. Li. Applied Nonlinear Control. Prentice Hall, 1991.
- H. Khalil. Nonlinear Systems. Prentice Hall, 2001.

Lehrveranstaltungen und -formen:

- 186101 Vorlesung und Übung Konzepte der Regelungstechnik
- 186102 Zusätzliche Übung Konzepte der Regelungstechnik



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung  
Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 63h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 117h  
Gesamt: 180h

Studienleistungen:

Keine

Prüfungsleistungen:

Regelungstechnik II, 1.0, schriftlich, 120 min

Prüfungsnummer/n und  
-name:

- 18611 Konzepte der Regelungstechnik

Studiengänge die dieses  
Modul nutzen :

- MSc Verfahrenstechnik

**Modul 18620 Optimal Control**

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810120
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Christian Ebenbauer

---

---

Dozenten:

Verwendbarkeit /  
Zuordnung zum  
Curriculum:

- Kybernetik (M.Sc.), E, SS
- Maschinenbau (M.SC.), E, SS
- Automatisierungstechnik (M.SC.), E, SS
- Verfahrenstechnik (M.Sc.), Vertiefungsmodul, Wahl, SS

Lernziele:

The students are able to solve static and dynamic optimization problems (optimal control problems) and have a basic knowledge about optimization-based control methods like nonlinear model predictive control and moving-horizon state estimation. The students have a solid foundation of optimal control theory and can apply their knowledge on a specified project.

Inhalt:

The goal of the lecture is threefold:

- Understanding of the key ideas of static and dynamic optimization methods.
- Communication of both analytic and numeric solution methods for such problems.
- Derivation of optimal control strategies for nonlinear systems.

In the first part of the lecture basic methods for static (finite-dimensional) optimization problems are presented and illustrated via simple examples. The main part of the lecture focuses on solution methods for nonlinear optimal control problems including the following topics:

- Dynamic Programming
- Hamilton-Jacobi-Bellman Theory
- Calculus of Variations, Geodesics
- Pontryagin Maximum Principle
- Optimal Control of Manifolds
- Numerical Algorithms
- Model Predictive Control and Moving Horizon State Estimation
- Application examples from various fields such as chemical engineering, robotics and aeronautics.



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

The exercises contain a group work mini project in which the students apply their knowledge to solve the given specified optimal control problem in a predefined time period.

Literatur / Lernmaterialien:	Vollständiger Tafelanschrieb, teilweise Vorlesungsunterlagen. Material für die Übungen wird in den Übungen ausgeteilt.
Lehrveranstaltungen und -formen:	• 186201 Vorlesung Optimal Control
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 142 h Gesamt: 184 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Optimal Control, 1.0, mündlich/schriftlich (wird zu Beginn des jeweiligen Semesters festgelegt)
Prüfungsnummer/n und -name:	• 18621 Optimal Control
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	• MSc Verfahrenstechnik



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18630 Robust Control

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810130
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 4. Semester, WiSe
Sprache:	Englisch	Modulverantwortlicher:	Frank Allgöwer

Dozenten: • Frank Allgöwer

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik (MSc), Vertiefungsmodul, Wahl

Lernziele: Der Studierende

- kann Regelsysteme mit Unsicherheiten mathematisch beschreiben,
- kann die Stabilität und Regelgüte von unsicheren Systemen analysieren,
- beherrscht diverse moderne Reglerentwurfsverfahren für unsichere Systeme
- ist in der Lage moderne Verfahren der robusten Regelung auf praktische Probleme anzuwenden,
- hat vertiefte Kenntnisse zur Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit im Bereich der robusten Regelung.

Inhalt: • Ausgewählte mathematische Grundlagen der robusten Regelung  
• Analyse von unsicheren Regelkreisen  
• Moderne robuste Reglerentwurfsverfahren wie Hinf- und H<sub>2</sub>-optimale Regelung,  $\mu$ -Synthese und Mehrzielregelung

Literatur / Lernmaterialien: • Skript zur Vorlesung  
• Frank Allgöwer, „Robuste Regelung“, Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik

Lehrveranstaltungen und -formen: • 186301 Vorlesung mit Übung und Miniprojekt Robust Control



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Robust Control, 1.0, schriftlich, 120 min
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18631 Robust Control</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18640 Nonlinear Control

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	074810140
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Frank Allgöwer

Dozenten: • Frank Allgöwer

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik (M.Sc.), Vertiefungsmodul, Wahl, 3

Lernziele: Der Studierende

- kennt die mathematischen Grundlagen der nichtlinearen Regelungstechnik,
- hat einen Überblick über die Eigenschaften und Besonderheiten nichtlinearer Systeme,
- ist geübt in der Analyse nichtlinearer Systeme bezüglich systemtheoretischer Eigenschaften,
- hat Kenntnisse über den Entwurf nichtlinearer Regler und Beobachter,
- ist in der Lage moderne Verfahren der nichtlinearen Regelung auf praktische Probleme anzuwenden,
- hat vertiefte Kenntnisse zur Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit im Bereich der nichtlinearen Regelungstechnik und Systemtheorie.

Inhalt: Vorlesung „Nonlinear Control“:

Mathematische Grundlagen nichtlinearer Systeme, Eigenschaften nichtlinearer Systeme, Lyapunovstabilität, Ein-/Ausgangsstabilität, ISS, Control Lyapunov Functions, Backstepping, Dissipativität, Passivität, Absolute Stabilität, Beobachterentwurf, Passivitätsbasierter Reglerentwurf

Literatur / Lernmaterialien: Khalil, H.: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2000

Lehrveranstaltungen und -formen: • 186401 Vorlesung Nonlinear Control



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138h Gesamt: 180h
Studienleistungen:	Keine
Prüfungsleistungen:	Nonlinear Control, 1.0, schriftlich, 120 min
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18641 Nonlinear Control</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



# Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

## Modul 18680 Molekulare Thermodynamik

zugeordnet zu: Modul 300 Wahlmodule

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	042100008
Leistungspunkte:	6.0	SWS:	4.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
Sprache:	Deutsch	Modulverantwortlicher:	Jadran Vrabec

Dozenten: • Jadran Vrabec

Verwendbarkeit / Zuordnung zum Curriculum: Verfahrenstechnik Master, Vertiefungsmodul, Wahlpflicht, 2;

Lernziele: Die Studierenden kennen die grundlegenden Arbeitsmethoden der molekularen Thermodynamik. Ihnen sind die Ansätze der molekularen Modellierung bekannt, welche die verschiedenen Wechselwirkungstypen abdecken, wie Repulsion, Dispersion und Elektrostatik. Sie verstehen die molekularen Simulationen Methoden Molekulardynamik und Monte-Carlo zur Berechnung von thermodynamischen Größen. Durch die Übungen haben die Studierenden gelernt selbst einfache molekulare Simulationsprogramme zu erstellen.

Inhalt: Ausgangspunkt sind Modelle der zwischenmolekularen Wechselwirkungen, wie Hartkörper-, Square-Well-, und Lennard-Jones-Potential sowie elektrostatische Potentiale. Die Grundlagen der molekularen Simulation werden diskutiert: periodische Randbedingungen, Minimum-Image-Konvention, Abschneideradien, Langreichweitige Korrekturen. Eine Einführung in die beiden grundlegenden Simulationen Methoden Molekulardynamik und Monte-Carlo-Technik wird gegeben. Zur Berechnung thermodynamischer Zustandsgrößen aus der Simulation werden die Begriffe Ensemble und Zustandssumme eingeführt. Es wird dargestellt, wie die Zustandsgrößen aus Ableitungen der Zustandssumme erhalten werden können. Die Paarkorrelationsfunktionen werden als strukturelle Eigenschaften diskutiert. Spezielle Methoden zur simulativen Berechnung von Phasengleichgewichten werden eingeführt

Literatur / Lernmaterialien:

- M.P. Allen, D.J. Tildesley: Computer Simulation of Liquids, Oxford University Press
- D. Frenkel, B.J. Smit: Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications, Academic Press



## Modulhandbuch Master of Science Verfahrenstechnik

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• D.C. Rapaport: The Art of Molecular Dynamics Simulation, Cambridge University Press</li></ul>
Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 186801 Vorlesung Molekulare Thermodynamik</li><li>• 186802 Übung Molekulare Thermodynamik</li></ul>
Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 130 h Gesamt: 172 h
Studienleistungen:	keine
Prüfungsleistungen:	Molekulare Thermodynamik, 1.0, mündlich, 30 min
Medienform:	Entwicklung des Vorlesungsinhaltes als Tafelanschrieb; Beiblätter werden als Ergänzung zum Tafelanschrieb ausgegeben. Die Übung wird als Rechnerübung gehalten.
Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 18681 Molekulare Thermodynamik</li></ul>
Studiengänge die dieses Modul nutzen :	<ul style="list-style-type: none"><li>• MSc Verfahrenstechnik</li></ul>



**Modul 900 Schlüsselqualifikationen fachübergreifend**

zugeordnet zu: Studiengang

---

Zugeordnete Module:	901	Kompetenzbereich 1: Methodische Kompetenzen
	902	Kompetenzbereich 2: Soziale Kompetenzen
	903	Kompetenzbereich 3: Kommunikative Kompetenzen
	904	Kompetenzbereich 4: Personale Kompetenzen
	905	Kompetenzbereich 5: Recht, Wirtschaft, Politik
	906	Kompetenzbereich 6: Naturwissenschaftlich-technische Grundlagen

---

---

**Modul 901 Kompetenzbereich 1: Methodische Kompetenzen**

zugeordnet zu: Modul 900 Schlüsselqualifikationen fachübergreifend

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

---

---

Dozenten:



**Modul 902 Kompetenzbereich 2: Soziale Kompetenzen**

zugeordnet zu: Modul 900 Schlüsselqualifikationen fachübergreifend

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

---

---

Dozenten:



**Modul 903 Kompetenzbereich 3: Kommunikative Kompetenzen**

zugeordnet zu: Modul 900 Schlüsselqualifikationen fachübergreifend

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

---

---

Dozenten:



---

**Modul 904 Kompetenzbereich 4: Personale Kompetenzen**

zugeordnet zu: Modul 900 Schlüsselqualifikationen fachübergreifend

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:

**Modul 905 Kompetenzbereich 5: Recht, Wirtschaft, Politik**

zugeordnet zu: Modul 900 Schlüsselqualifikationen fachübergreifend

---

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

---

---

Dozenten:



---

## **Modul 906 Kompetenzbereich 6: Naturwissenschaftlich-technische Grundlagen**

zugeordnet zu: Modul 900 Schlüsselqualifikationen fachübergreifend

Studiengang:	[033]	Modulkürzel:	-
Leistungspunkte:	0.0	SWS:	0.0
Moduldauer:	1 Semester	Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Sprache:	-	Modulverantwortlicher:	

Dozenten:



**Modul 19480 Industriepraktikum**

zugeordnet zu: Studiengang

---

---

---