



Umwelt-Campus  
Birkenfeld

H O C H  
S C H U L E  
T R I E R

Fachbereich Umweltplanung/Umwelttechnik

## **Modulhandbuch**

# **Bio-, Pharma- und Prozesstechnik**

## **Master of Engineering**

Stand März 2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Curriculum .....</b>	<b>1</b>
1.1	Bio-, Pharma- und Prozesstechnik – Vertiefungsrichtung Biotechnik .....	1
1.2	Bio-, Pharma- und Prozesstechnik – Vertiefungsrichtung Pharmatechnik .....	2
1.3	Bio-, Pharma- und Prozesstechnik – Vertiefungsrichtung Prozesstechnik.....	3
<b>2</b>	<b>Gemeinsame Pflichtmodule der drei Vertiefungsrichtungen .....</b>	<b>4</b>
2.1	Agglomerations- und Trocknungstechnik .....	4
2.2	Prozessleit- und Regelungstechnik.....	5
2.3	Höhere Analysis.....	5
2.4	Anlagenprojektierung .....	8
2.5	Grenzflächen, feste und flüssige Formulierungen.....	9
2.6	Prozess-Analytik .....	11
2.7	Verfahrenstechnische Prozesssimulation .....	13
2.8	3D-Anlagenplanung .....	14
2.9	Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master) .....	15
2.10	Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master) .....	17
2.11	Master-Thesis und Kolloquium .....	18
<b>3</b>	<b>Pflichtmodule der Vertiefungsrichtung Biotechnik .....</b>	<b>20</b>
3.1	Biotechnologie II und Technische Mikrobiologie.....	20
3.2	Zellkulturtechnik.....	21
3.3	Bioreaktionstechnik II und Hygienic Design.....	22
3.4	Systembiotechnologie .....	24
3.5	Gentechnik II .....	26
<b>4</b>	<b>Pflichtmodule der Vertiefungsrichtung Pharmatechnik.....</b>	<b>28</b>
4.1	Zerkleinern, Sichten und Staubabscheiden .....	28
4.2	Praktikum Feste Formen.....	29
4.3	Bioreaktionstechnik II und Hygienic Design.....	31
4.4	Minireaktionstechnik.....	31
4.5	Quality Assurance and Genetic Engineering .....	32
<b>5</b>	<b>Pflichtmodule der Vertiefungsrichtung Prozesstechnik.....</b>	<b>35</b>
5.1	Zerkleinern, Sichten und Staubabscheiden .....	35
5.2	Praktikum Feste Formen.....	35

5.3	Oberflächentechnik und Analyse dünner Filme.....	35
5.4	Chemische Verfahrenstechnik II.....	36
5.5	Computer Aided Design I.....	38
<b>6</b>	<b>Wahlpflichtmodule.....</b>	<b>40</b>
6.1	Spezielle Kapitel der Bioreaktionstechnik (WP).....	40
6.2	Biotechnologie III (WP).....	41
6.3	Angewandte Bioanalytik (WP).....	43
6.4	Brennstoffzellen- und Batterietechnik (WP).....	44
6.5	Elektrische Maschinen mit Praktikum.....	46
6.6	Physik M.....	47

Bitte beachten Sie, dass in einigen Fällen die Modulverantwortlichen nicht den Lehrenden des aktuellen Semesters entsprechen. Die Lehrenden des jeweiligen Semesters entnehmen Sie bitte dem semesteraktuellen Stundenplan.

### Abkürzungsverzeichnis Masterstudiengänge

Angewandte Informatik	I
Bio- und Prozess-Verfahrenstechnik	N
Bio-, Pharma- und Prozesstechnik	J
Business Administration and Engineering	B
Digitale Produktentwicklung - Maschinenbau	D
Medieninformatik	K
Umweltorientierte Energietechnik	E

# 1 Curriculum

Im Vertiefungs-Wahlpflichtmodul müssen zwei Module aus den beiden anderen Vertiefungsrichtungen nach eigenen Präferenzen gewählt werden.

## 1.1 Bio-, Pharma- und Prozesstechnik – Vertiefungsrichtung Biotechnik

Bio-, Pharma- und Prozesstechnik - Vertiefungsrichtung Biotechnik		SWS	ECTS	Gewichtung
1. Semester	Agglomerations- und Trocknungstechnik	4	5	5
	Prozessleit- und Regelungstechnik	4	5	5
	Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master)	2	5	5
	Wahlpflichtmodul	4	5	5
	Biotechnologie II und Technische Mikrobiologie	4	5	5
	Vertiefungs-Wahlpflichtmodul	4	5	5
	Summe	22	30	30
2. Semester	Höhere Analysis	4	5	5
	Anlagenprojektierung	4	5	5
	Grenzflächen (dt.), feste und flüssige Formulierungen (engl.)	4	5	5
	Prozess-Analytik	4	5	5
	Zellkulturtechnik	4	5	5
	Bioreaktionstechnik II und Hygenic Design	4	5	5
	Summe	24	30	30
3. Semester	Verfahrenstechnische Prozesssimulation	4	5	5
	3D-Anlagenplanung	4	5	5
	Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)	2	5	5
	Systembiotechnologie	4	5	5
	Gentechnik II	4	5	5
	Vertiefungs-Wahlpflichtmodul	4	5	5
	Summe	22	30	30
4. Semester	Abschlussarbeit und Kolloquium		30	30
	Abschlussarbeit Kolloquium			24 6
	Summe	0	30	30
<b>Insgesamt</b>		<b>68</b>	<b>120</b>	<b>120</b>

## 1.2 Bio-, Pharma- und Prozesstechnik – Vertiefungsrichtung Pharmatechnik

Bio-, Pharma- und Prozesstechnik - Vertiefungsrichtung Pharmatechnik		SWS	ECTS	Gewichtung
1. Semester	Agglomerations- und Trocknungstechnik	4	5	5
	Prozessleit- und Regelungstechnik	4	5	5
	Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master)	2	5	5
	Wahlpflichtmodul	4	5	5
	Zerkleinern, Sichten und Staubabscheiden	4	5	5
	Vertiefungs-Wahlpflichtmodul	4	5	5
	Summe	22	30	30
2. Semester	Höhere Analysis	4	5	5
	Anlagenprojektierung	4	5	5
	Grenzflächen (dt.), feste und flüssige Formulierungen (engl.)	4	5	5
	Prozess-Analytik	4	5	5
	Praktikum Feste Formen	4	5	5
	Bioreaktionstechnik II und Hygenic Design	4	5	5
	Summe	24	30	30
3. Semester	Verfahrenstechnische Prozesssimulation	4	5	5
	3D-Anlagenplanung	4	5	5
	Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)	2	5	5
	Minireaktionstechnik (engl.)	4	5	5
	Quality Assurance und Genetic Engineering (engl.)	4	5	5
	Vertiefungs-Wahlpflichtmodul	4	5	5
	Summe	22	30	30
4. Semester	Abschlussarbeit und Kolloquium		30	30
	Abschlussarbeit Kolloquium			24 6
	Summe	0	30	30
	<b>Insgesamt</b>	<b>68</b>	<b>120</b>	<b>120</b>

### 1.3 Bio-, Pharma- und Prozesstechnik – Vertiefungsrichtung Prozesstechnik

Bio-, Pharma- und Prozesstechnik - Vertiefungsrichtung Prozesstechnik		SWS	ECTS	Gewichtung
1. Semester	Agglomerations- und Trocknungstechnik	4	5	5
	Prozessleit- und Regelungstechnik	4	5	5
	Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master)	2	5	5
	Wahlpflichtmodul	4	5	5
	Zerkleinern, Sichten und Staubabscheiden	4	5	5
	Vertiefungs-Wahlpflichtmodul	4	5	5
	Summe	22	30	30
2. Semester	Höhere Analysis	4	5	5
	Anlagenprojektierung	4	5	5
	Grenzflächen (dt.), feste und flüssige Formulierungen (engl.)	4	5	5
	Prozess-Analytik	4	5	5
	Praktikum Feste Formen	4	5	5
	Oberflächentechnik und Analyse dünner Filme	4	5	5
	Summe	24	30	30
3. Semester	Verfahrenstechnische Prozesssimulation	4	5	5
	3D-Anlagenplanung	4	5	5
	Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)	2	5	5
	Chemische Verfahrenstechnik II	4	5	5
	Computer Aided Design I *	4	5	5
	Vertiefungs-Wahlpflichtmodul	4	5	5
	Summe	22	30	30
4. Semester	Abschlussarbeit und Kolloquium		30	30
	Abschlussarbeit Kolloquium			24 6
	Summe	0	30	30
	<b>Insgesamt</b>	<b>68</b>	<b>120</b>	<b>120</b>

\* Sollte dieses Modul bereits im Bachelorstudium erfolgreich abgeschlossen worden sein, muss in Absprache mit dem Studiengangbeauftragten ein alternatives Modul gewählt werden.

## 2 Gemeinsame Pflichtmodule der drei Vertiefungsrichtungen

### 2.1 Agglomerations- und Trocknungstechnik

Agglomerations- und Trocknungstechnik			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> AGGTRO	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: N, J Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden Bindemechanismen als Basis der Agglomerationsverfahren und werden dahingehend qualifiziert, dass für eine vorgegebene Problemstellung das geeignete Agglomerationsverfahren ausgewählt wird. Weiterhin ist es das Ziel, dass die Studierenden die physikalischen Grundlagen der Trocknungstechnik verstehen und auf industrielle Trocknungsprozesse übertragen können. Für ein gegebenes Edukt und entsprechendes Einsatzgebiet kann ein geeignetes Trocknungsverfahren ausgewählt werden.			
<b>Inhalte:</b> Das Modul beinhaltet eine Einführung in die Agglomerations- und die Trocknungstechnik. Die Vorlesung hat folgende Inhalte: Agglomerations- und Mischtechnik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Agglomerations- und Mischtechnik, Charakterisierung der Edukte/Produkte</li> <li>• Agglomerationsverfahren (Agglomeration in der flüssigen Phase, Feuchtagglomeration, Pressagglomeration)</li> <li>• Agglomerationsversuche im Labor</li> <li>• Auslegung von Agglomerationsanlagen</li> <li>• Beurteilung einer Mischung, Segregation</li> </ul> Trocknungstechnik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Trocknungstechnik</li> <li>• Bedeutung von Sorptionsisothermen</li> <li>• Dampfbewegung in Trocknungsgütern, Trocknungskurve</li> <li>• Gutsbeharrungstemperatur, Kühlgrenztemperatur</li> <li>• Trocknungsverfahren</li> <li>• Bauarten von Trocknern</li> </ul>			
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b>			

Die Studierenden sollten die Grundlagen der Physik, Chemie und der Verfahrenstechnik beherrschen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden aufgrund einer Klausur vergeben.
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 (4,17 %)
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Wintersemester)
<b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Ulrich Bröckel
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Pietsch (2005): Agglomeration in Industry, Wiley-VCH, Weinheim</li> <li>• O. Krischer, W. Kast (1978): Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Springer-Verlag GmbH</li> <li>• H. Uhlemann, L. Mörl (2000): Wirbelschicht-Sprühgranulation, Springer-Verlag GmbH</li> </ul>

## 2.2 Prozessleit- und Regelungstechnik

Prozessleit- und Regelungstechnik			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> PROLEIT	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Vorlesung b) Übungen	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h 15 h	<b>Selbststudium:</b> 90 Stunden	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: N, E, J Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen den Aufbau prozessleittechnischer Systeme. Sie können rechnergestützte Verfahren, die zur erfolgreichen Planung und Auslegung von Anlagen mit integrierten Regelkreisen gehören, selbständig anwenden.			
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafische Beschreibung von Prozessen</li> </ul>			



- Prozessvisualisierung, Steuerungs-Strukturen, Bussysteme, OPC Konzepte, SPS
- Modellbildung von Prozessen im Zeit-, Frequenz- und Bildbereich
- Systembeschreibung mit Zustandsmodellen und Entwurf von Zustandsregelungen
- Entwurf von Regelkreisen im Frequenz- und Bildbereich
- Stabilitätsnachweis von mechatronischen Systemen: Wurzelortkurvenverfahren, Nyquist Verfahren
- Systemidentifikation und Adaptive Regelung
- Modellbasierte prädiktive Regelung
- Beispiele: Druck-, Temperatur, Füllstands-, Volumenstromregelungen, Destillationskolonne, Reaktoren
- Übungen zur Simulation und Regelung mit Matlab/Winfact

**Lehrformen:**

Vorlesung mit Übungen

Die Vorlesung findet teilweise im Rechnerraum statt. Dabei werden Simulationen mechatronischer Systeme mit Matlab/Simulink/WINFACT durchgeführt.

**Empfehlungen für die Teilnahme:**

Die Studierenden sollten Kenntnisse in Regelungstechnik, Mathematik und Elektrotechnik (wie z.B. Modellbildung über Differentialgleichungen, PID und unstetige Regelungen, Sensorik) besitzen.

**Vergabe von Leistungspunkten:**

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur (80%) und EDV-Praktikumsleistung (Abgabe und Präsentation von Aufgaben, 20%) vergeben.

**Umfang und Dauer der Prüfung:**

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

**Stellenwert der Note für die Endnote:**

5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge;  
5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge

**Häufigkeit des Angebotes:**

Jährlich (im Wintersemester)

**Modulverantwortliche/r:**

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Gerke

**Literatur:**

- M. Felleisen: Prozessleittechnik für die Verfahrensindustrie, Oldenbourg Verlag, 2001
- Strohrmann: Automatisierungstechnik 1+2, Oldenbourg Verlag 1998
- Bergmann: Automatisierungs- und Prozessleittechnik, Fachbuchverlag Leipzig, 1999
- R. Dittmar, B. Pfeiffer, Modellbasierte, prädiktive Regelung, Oldenbourg Verlag 2004

- G. Wellenreuther, D. Zastrow, Automatisieren mit SPS, Viewegs Fachbücher der Technik, 3. Auflage, 2005
- Kahlert, J.: Einführung in WINFACT, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2009
- J. Lunze, Regelungstechnik 1, Springer Verlag, 8. Auflage, 2010
- Mann, Schifflgen, Froriep: Einführung in die Regelungstechnik, 11. Auflage, 2009
- F. Tröster: Steuerungs- und Regelungstechnik für Ingenieure, Oldenbourg Verlag 2005
- Vorlesungsunterlagen „Prozessleit- und Regelungstechnik“

## 2.3 Höhere Analysis

Höhere Analysis			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> HA	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: I, D, E, N, B, J Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Durch diese Veranstaltung sind die Studierenden in die Lage versetzt, das Auftreten von Differentialgleichungen bzw. vektoranalytischer Problemstellungen in der Naturwissenschaft und Technik zu erkennen, einfache Prozessabläufe zu modellieren und mathematisch in einer Differentialgleichung abzubilden und diese zu lösen.			
<b>Inhalte:</b> Mathematische Modellbildung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektoranalysis</li> <li>• Differentialgleichungen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellen von Differentialgleichungen</li> <li>- Lineare und nichtlineare Differentialgleichungen n-ter Ordnung</li> <li>- Systeme von Differentialgleichungen</li> <li>- Stabilitätsuntersuchungen</li> </ul> </li> </ul>			
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung mit integrierter Übungsverstärkung und Nachbereitung durch Aufgabenblätter und Tutorien im Umfang von 15 h pro Semester.			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Keine			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.			
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b>			

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Sommersemester)
<b>Verantwortliche Dozenten:</b> Prof. Dr. Rita Spatz, Prof. Dr. Stephan Didas, Dipl.-Math. Natalie Didas
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 3, Vieweg Verlag Braunschweig/Wiesbaden (versch. Auflagen)</li> <li>• K. Meyberg, P. Vachenauer, Höhere Mathematik 2, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York 4. Aufl. 2001</li> <li>• R. Ansorge, H. J. Oberle, Mathematik für Ingenieure, Band 2, WILEY-VCH Verlag Berlin, 2. Aufl. 2000</li> </ul>

## 2.4 Anlagenprojektierung

<b>Anlagenprojektierung</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> ANLPRO	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: N, E, J Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben Kenntnisse zum Anfertigen von Fließbildern von Anlagen mittleren Komplexitätsgrades. Dabei werden verfahrenstechnische Baugruppen selbstständig unter Berücksichtigung von Sicherheits- und Umweltaspekten geplant und im RI-Fließbild dargestellt.			

<p><b><u>Inhalte:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektierung einfacher verfahrenstechnischer Anlagen</li> <li>• Planungs- und Berechnungsgrundlagen</li> <li>• Darstellung in Grund- und Verfahrensfließbild</li> <li>• Detaillierte Darstellung im RI-Fließbild</li> <li>• Sicherheitstechnische Kenngrößen</li> <li>• Anlagensicherheit</li> <li>• Auslegung und Planung verfahrenstechnischer Baugruppen.</li> </ul>
<p><b><u>Lehrformen:</u></b> Vorlesung mit Gruppenarbeiten</p>
<p><b><u>Empfehlungen für die Teilnahme:</u></b> Die Studierenden sollten die Grundlagen der Anlagenplanung und der Verfahrenstechnik beherrschen, z.B. Modul Strömungs-, Kolbenmaschinen und Anlagenplanung.</p>
<p><b><u>Vergabe von Leistungspunkten:</u></b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur oder Hausarbeit vergeben. Zu Semesterbeginn wird die jeweilige Prüfungsform durch den Dozenten bekannt gegeben</p>
<p><b><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u></b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert.</p>
<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u></b> 5/120 (4,17 %)</p>
<p><b><u>Häufigkeit des Angebotes:</u></b> Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p><b><u>Modulverantwortliche/r:</u></b> Prof. Dr. Ulrich Bröckel</p>
<p>Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Wegener (2003): Montagegerechte Anlagenplanung, Wiley-VCH, Weinheim</li> <li>• F. P. Helmus (2003): Anlagenplanung, Wiley-VCH, Weinheim</li> <li>• Walter Wagner, Vogel Verlag:</li> <li>• Rohrleitungstechnik</li> <li>• Planung im Anlagenbau</li> <li>• Strömung und Druckverlust</li> </ul>

## 2.5 Grenzflächen, feste und flüssige Formulierungen

Grenzflächen, feste und flüssige Formulierungen		5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> GRENZFORM	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester

<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: N, J Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften kolloidaler Systeme sowie ihre industriellen Anwendungen. Weiterhin werden die Studierenden dahingehend qualifiziert, dass grenzflächenphysikalische und chemische Eigenschaften bei der Entwicklung einer Formulierung berücksichtigt und verstanden werden. Ein weiteres Ziel ist es, die Erfahrung zu vermitteln, dass durch "Product Design" neue Produkteigenschaften erzeugt werden können, ohne die chemische Zusammensetzung des Wert- oder Wirkstoffes zu verändern.			
<b>Inhalte:</b> Teil „Grenzflächen“ und Kolloide: Das Modul beinhaltet eine Einführung in die grundlegenden Konzepte des Verhaltens von kolloidalen Systemen. Nach der Erläuterung der naturwissenschaftlichen Grundlagen werden wichtige industrielle Anwendungsgebiete behandelt. Die Vorlesung hat folgende Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Definition kolloidaler Systeme</li> <li>• Dispersionen und ihre Charakterisierung</li> <li>• Elektrokinetische Phänomene</li> <li>• Stabilität von Kolloiden, DLVO-Theorie</li> <li>• Rheologie</li> <li>• Anwendungen in der Umwelttechnik (z.B. Bodensanierung, Wasseraufbereitung)</li> <li>• Anwendungen für Bergbau und Erzaufbereitung</li> <li>• Anwendungen in der Erdölindustrie</li> <li>• Anwendungen in der Materialwissenschaft (z.B. Papierherstellung, Oberflächenbeschichtungen, Farben)</li> <li>• Anwendungen in der Lebensmittelproduktion und Landwirtschaft</li> <li>• Biologische und medizinische Anwendungen</li> <li>• Smart Colloids, Nanodispersionen</li> </ul> Teil „feste und flüssige Formulierungen“: Das Modul beinhaltet eine Einführung der Grundlagen des industriellen Product Designs. Die Vorlesung hat folgende Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterisierung der Edukte</li> <li>• Bestimmung von Produkteigenschaften</li> <li>• Hilfsstoffe und deren Wirkung</li> <li>• Herstellung von Formulierungen aus den Bereichen Pharma, Detergenzien, Kosmetik, Pigmente und Farbe, Feinchemikalien (Vitamine, Agrochemikalien), Lebensmittel</li> <li>• Laborversuche: Herstellung einer festen bzw. einer flüssigen Formulierung (z.B. einer Brausetablette oder eines Haargels).</li> </ul>			
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung (teilweise in englischer Sprache)			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b>			

Die Studierenden sollten die Grundlagen der Physik, Chemie und der Verfahrenstechnik beherrschen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden aufgrund einer Klausur vergeben.
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 (4,17 %)
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Sommersemester)
<b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Heike Bradl, Prof. Dr. Ulrich Bröckel
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner (2013) Product Design and Engineering: Formulation of Gels and Pastes, Wiley- VCH, Weinheim</li> <li>• W. Rähse (2014) Industrial Product Design of Solids and Liquids, Wiley- VCH, Weinheim</li> <li>• Hiemenz, P.C. &amp; Rajagopalan, R. (1997): Principles of Colloid and Surface Chemistry, 3rd Ed. Marcel Dekker, New York.</li> <li>• G. Lagaly, O. Schulz &amp; Zimehl, R. (1997): Dispersionen und Emulsionen Steinkopff, Darmstadt.</li> <li>• Schramm, L.L. (2005): Emulsions, Foams, and Suspensions – Fundamentals and Applications.- Wiley-VCH, Weinheim.</li> <li>• U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner (2007): Product Design and Engineering: Best Practices, 2 Volume Set, Wiley-VCH, Weinheim</li> <li>• E. L. Cussler, G. D. Moggridge (2001): Chemical Product Design, Cambridge University Press</li> </ul>

## 2.6 Prozess-Analytik

<b>Prozess-Analytik</b>			<b>5 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b> PROZAN	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 15 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: J			

Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden Prinzipien, die bei modernen Verfahren der Prozessmesstechnik zum Einsatz kommen. Sie wissen, welches Analysenverfahren im konkreten Fall mit Erfolg angewendet werden kann und was die physikalischen, (bio)chemischen und mathematischen Hintergründe der Messtechniken sind. Ziel ist die Fähigkeit, die Eignung von Messprinzipien in späteren Aufgabenfeldern selbständig abschätzen zu können.
<b>Inhalte:</b> Die Veranstaltung vermittelt die physikalischen, (bio)chemischen und mathematischen Grundlagen folgender Messmethoden: <ul style="list-style-type: none"><li>• Volumenstrommessungen (Ultraschall, Corioliskraft, Magnetisch-induktiv, Differenzdruck)</li><li>• Potentiometrische und optische pH-Messung</li><li>• Turbidimetrie, Nephelometrie</li><li>• UV/Vis-Spektroskopie</li><li>• Fluoreszenz-Spektroskopie</li><li>• Mikrowellen-Spektroskopie</li><li>• FT-IR- und IR-Spektroskopie</li><li>• Optische, paramagnetische und amperimetrische O<sub>2</sub>-Messung</li><li>• In-Situ Mikroskopie</li><li>• Focused Beam Reflectance Measurement (FBRM)</li><li>• Massenspektrometrie</li><li>• Optisch-enzymatische Sensoren</li></ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesungen
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Die Studierenden sollten Grundlagen aus den Bereichen Chemie, Biologie und Mathematik beherrschen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 (4,17 %)
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Sommersemester)
<b>Modulverantwortliche/r:</b>

Prof. Dr.-Ing. Percy Kampeis
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gundelach, V.; Litz, L.: Moderne Prozeßmeßtechnik, 1. Auflage, Springer, 1999</li> <li>• Atkins, P.W.: Physikalische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim, 2001</li> <li>• Lottspeich, F.; Engels, J.W.: Bioanalytik, Springer Spektrum, 2012</li> </ul>

## 2.7 Verfahrenstechnische Prozesssimulation

Verfahrenstechnische Prozesssimulation			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> VTPROZSIM	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Vorlesung b) Übungen	<b>Präsenzzeit:</b> 2 SWS / 22,5 h 2 SWS / 22,5 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: N, J Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Nach einem erfolgreichen Abschluss der Lehrveranstaltung können eigenständig verfahrenstechnische Simulationsrechnungen durchgeführt werden.			
<b>Inhalte:</b> Thermodynamische Grundlagen zur verfahrenstechnischen Prozesssimulation: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Potentiale,</li> <li>• Eigenschaften reiner Fluide und homogener Mischungen,</li> <li>• Phasengleichgewichte,</li> <li>• Chemisches Gleichgewicht,</li> <li>• Nichtideale Mischung realer Fluide.</li> </ul> Einführung in das Prozesssimulationsprogramm Chemcad™ durch praxisorientierte Übungen.			
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übungen mit dem Programm Chemcad™			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Die Studierenden sollten die Grundlagen der technischen Thermodynamik und der Verfahrenstechnik beherrschen.			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden aufgrund einer Klausur vergeben.			
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und			



Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 [4,17 %]
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich [im Wintersemester]
<b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr.-Ing. Hans-Ulrich Ponto
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handbuch Chemcad, Fa. Chemstations</li> <li>• Thermodynamik, Gmehling, J., B. Kolbe, Georg-Thieme-Verlag</li> <li>• Thermodynamik, Lüdecke, C., D. Lüdecke, Springer-Verlag</li> </ul>

## 2.8 3D-Anlagenplanung

3D-Anlagenplanung			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> 3DANPLA	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 24 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: J Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind in der Lage, verfahrenstechnische Anlagen unter Nutzung der Planungssoftware E3D (Fa. AVEVA) zu erzeugen, zu manipulieren, einen Stahlbau zu erstellen und Bauteile mit Rohrleitungen zu verbinden.			
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die 3-D Anlagenplanungssoftware E3D im Rahmen von PDMS (Plant Design Management Software) der Fa. AVEVA <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipulieren von Anlagenelementen</li> <li>- Generieren von Bauteilen</li> <li>- Positionieren von Bauteilen nach Vorgaben</li> <li>- Grundlagen des Stahlbaus in E3D</li> <li>- Erstellen einer Anlage nach Plan</li> </ul> </li> <li>• Piping <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planung von Rohrleitungen</li> <li>- Erzeugen von Rohrleitungsbauteilen</li> <li>- Manipulieren von Rohrleitungsbauteilen</li> <li>- Erstellen einer Rohrleitungsisometrie</li> </ul> </li> </ul>			

<b>Lehrformen:</b> Seminar mit Übungen am Rechner
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Die Studierenden sollten die Grundlagen der Anlagenplanung beherrschen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer rechnergestützten Klausur mit dem Softwarepaket E3D vergeben.
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich im Wintersemester als Blockveranstaltung
<b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Ulrich Bröckel
<b>Literatur:</b> Handbuch der Fa. AVEVA <a href="https://www.aveva.com/de-DE/">https://www.aveva.com/de-DE/</a>

## 2.9 Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master)

Interdisziplinäre Projektarbeit I (Master)		5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> IP I (Master)	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Projektarbeit	<b>Präsenzzeit/Selbststudium:</b> 150 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 1 Studierende / Studierender
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: K, I, D, E, N, B, J Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)		
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden wenden die verschiedenen, praxis- und/ oder theorieorientierten Techniken und Methoden zur selbständigen und systematischen Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben an. Sie erlangen methodisch insbesondere das Gefühl für das notwendige Maß an geistiger Strenge und selbstkritischer gedanklicher Disziplin (Objektivität). Daneben ist die Fähigkeit, konstruktiv und unter Zeitdruck im Team zu arbeiten, ein weiteres wichtiges Qualifikationsziel.		

<p><b><u>Inhalte:</u></b> Das Modul vermittelt wissenschaftliche Methodik und Fähigkeiten unter Anleitung eines betreuenden Professors. Es wird eine komplexere, interdisziplinäre Arbeit mit Bezug zum gewählten Studiengang durchgeführt. Es soll eine anwendungsbezogene Problemstellung unter Anleitung so bearbeitet werden, dass die/der Studierende exemplarisch Techniken und Methoden erlernt, welche für die spätere selbständige Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erforderlich sind. In diesem Modul steht die Anwendung wissenschaftlicher Methodik im Vordergrund. Hierbei kann auch ein Projekt mit externen Partnern aus Instituten, Hochschulen und Industrie durchgeführt werden.</p>
<p><b><u>Lehrformen:</u></b> Projektarbeit</p>
<p><b><u>Empfehlungen für die Teilnahme:</u></b> Keine</p>
<p><b><u>Vergabe von Leistungspunkten:</u></b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage der Projektarbeit in Kombination mit einer mündlichen Projektpräsentation vergeben.</p>
<p><b><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u></b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p>
<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u></b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge</p>
<p><b><u>Häufigkeit des Angebotes:</u></b> Jedes Semester</p>
<p><b><u>Verantwortliche Dozenten:</u></b> alle Dozenten des Umwelt-Campus Birkenfeld</p>
<p><b><u>Literatur:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fachliteratur in Abhängigkeit von der Themenstellung (Beratung durch Projektbetreuer)</li><li>• Sandberg, Berit (2012): „Wissenschaftliches Arbeiten von Abbildung bis Zitat. Lehr- und Übungsbuch für Bachelor, Master und Promotion“.</li><li>• Weitere Informationen unter:<ul style="list-style-type: none"><li>○ <a href="http://www.umwelt-campus.de/campus/organisation/verwaltung-service/bibliothek/service/arbeitshilfen/">www.umwelt-campus.de/campus/organisation/verwaltung-service/bibliothek/service/arbeitshilfen/</a></li><li>○ <a href="http://www.umwelt-campus.de/studium/informationen-service/studieneinstieg/schreibwerkstatt/">www.umwelt-campus.de/studium/informationen-service/studieneinstieg/schreibwerkstatt/</a></li></ul></li></ul>

## 2.10 Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)

Interdisziplinäre Projektarbeit II (Master)		5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> IP II (Master)	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Projektarbeit	<b>Präsenzzeit/Selbststudium:</b> 150 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 1 Studierende / Studierender
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: B, D, N, E, J Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)		
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden wenden die verschiedenen, praxis- und/ oder theorieorientierten Techniken und Methoden zur selbständigen und systematischen Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben an. Sie erlangen methodisch insbesondere das Gefühl für das notwendige Maß an geistiger Strenge und selbstkritischer gedanklicher Disziplin (Objektivität). Daneben ist die Fähigkeit, konstruktiv und unter Zeitdruck im Team zu arbeiten, ein weiteres wichtiges Qualifikationsziel.		
<b>Inhalte:</b> Das Modul vermittelt wissenschaftliche Methodik und Fähigkeiten unter Anleitung eines betreuenden Professors. Es wird eine komplexere, interdisziplinäre Arbeit mit Bezug zum gewählten Studiengang durchgeführt. Es soll eine anwendungsbezogene Problemstellung unter Anleitung so bearbeitet werden, dass die/der Studierende exemplarisch Techniken und Methoden erlernt, welche für die spätere selbständige Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erforderlich sind. In diesem Modul steht die Anwendung wissenschaftlicher Methodik im Vordergrund. Hierbei kann auch ein Projekt mit externen Partnern aus Instituten, Hochschulen und Industrie durchgeführt werden.		
<b>Lehrformen:</b> Projektarbeit		
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Keine		
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage der Projektarbeit in Kombination mit der mündlichen Projektpräsentation vergeben.		
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.		
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/90 (5,56 %) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge		

<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jedes Semester
<b>Verantwortliche Dozenten:</b> alle Dozenten des Umwelt-Campus Birkenfeld
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachliteratur in Abhängigkeit von der Themenstellung (Beratung durch Projektbetreuer)</li> <li>• Sandberg, Berit [2012]: „Wissenschaftliches Arbeiten von Abbildung bis Zitat. Lehr- und Übungsbuch für Bachelor, Master und Promotion“.</li> <li>• Weitere Informationen unter: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <a href="http://www.umwelt-campus.de/campus/organisation/verwaltung-service/bibliothek/service/arbeitshilfen/">www.umwelt-campus.de/campus/organisation/verwaltung-service/bibliothek/service/arbeitshilfen/</a></li> <li>○ <a href="http://www.umwelt-campus.de/studium/informationen-service/studieneinstieg/schreibwerkstatt/">www.umwelt-campus.de/studium/informationen-service/studieneinstieg/schreibwerkstatt/</a></li> </ul> </li> </ul>

## 2.11 Master-Thesis und Kolloquium

<b>Master-Thesis und Kolloquium</b>		<b>30 ECTS</b>
<b>Modulkürzel:</b>	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 900 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Abschlussarbeit b) Kolloquium	<b>Präsenzzeit/Selbststudium:</b> 900 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 1 Studierende(r)
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: B, E, D, I, K, N, J Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)		
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben durch die erfolgreiche Bearbeitung des Moduls gezeigt, dass sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Fachproblem selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Sie verfügen über ein breites und integriertes Wissen, einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen sowie über ein kritisches Verständnis der wichtigsten Theorien und Methoden. Sie sind in der Lage, ihr Wissen und ihr Verstehen sowie ihre Fähigkeiten zur Problemlösung auch in neuen und unvertrauten Situationen anzuwenden, die in einem breiteren oder multidisziplinären Zusammenhang mit ihrem Fachgebiet stehen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse selbstständig anzuwenden und weiterzuentwickeln. Sie sind zu Forschung sowie anderen Tätigkeiten befähigt, die ein hohes Maß an abstrahierender und formalisierender Auseinandersetzung und konstruktiver Lösungskompetenz erfordern. Sie können ihre Ergebnisse darüber hinaus in einem Kolloquium darlegen und argumentativ vertreten.		

<b><u>Inhalte:</u></b> Die Master-These umfasst das Bearbeiten eines Themas mit wissenschaftlichen Methoden. Die Aufgabenstellung kann theoretische, experimentelle, empirische oder praxisorientierte Probleme umfassen. Die Studierenden präsentieren ihre Ergebnisse in einem Kolloquium vor einer Prüfungskommission. Dabei wird der Inhalt der Abschlussarbeit im Kontext des jeweiligen Studiengangs hinterfragt.
<b><u>Lehrformen:</u></b> Abschlussarbeit, Kolloquium
<b><u>Empfehlungen für die Teilnahme:</u></b> keine
<b><u>Vergabe von Leistungspunkten:</u></b> Bewertung der Master-These (80 %) und des Kolloquiums (20 %)
<b><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u></b> Die Bearbeitungszeit beträgt 6 Monate. Sie beginnt mit der Ausgabe des Themas. Die Studierenden präsentieren ihre mit mindestens „ausreichend“ bewertete Master-These in einem Kolloquium von in der Regel 45 Minuten. Die Zulassungskriterien sowie weitere Informationen zur Master-These und zum Kolloquium können der Master-Prüfungsordnung des Studiengangs, in dem Sie eingeschrieben sind, entnommen werden.
<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u></b> 30/90 (33,33 %) für 3-semesterige Studiengänge; 30/120 (25 %) für 4-semesterige Studiengänge
<b><u>Häufigkeit des Angebotes:</u></b> Jedes Semester
<b><u>Verantwortliche Dozenten:</u></b> Professor/in und evtl. externe/r Betreuer/in nach Wahl
<b><u>Literatur:</u></b> In Abhängigkeit von der Themenstellung

### 3 Pflichtmodule der Vertiefungsrichtung Biotechnik

#### 3.1 Biotechnologie II und Technische Mikrobiologie

Biotechnologie II und Technische Mikrobiologie			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> BIOTEC II	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester	
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Seminar/Vorlesung b) Praktikum	<b>Präsenzzeit:</b> 2 SWS / 25 h 2 SWS / 25 h	<b>Selbststudium:</b> 100 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 15 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: N, J - Vertiefungsrichtung <i>Biotechnik</i> Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden mikrobiologischen und verfahrenstechnischen Prinzipien, die bei modernen Verfahren der technischen Mikrobiologie zum Einsatz kommen. Sie sind befähigt, die Eignung der Methoden und Verfahren selbständig abzuschätzen. Sie beherrschen die Techniken und können sie selbständig anwenden.			
<b>Inhalte:</b> Dieses Modul vertieft die Kenntnisse zur Biotechnologie mit dem Schwerpunkt industrielle Biotechnologie und zur technischen Mikrobiologie. Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale mikrobieller Genome, mikrobielle Genetik</li> <li>• Grundlagen des Kohlenhydratabbaus in Mikroorganismen</li> <li>• Metagenomics, Metabolic Engineering</li> <li>• Mikrobielle Produktion von: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lebensmitteln (Starterkulturen, Pilze)</li> <li>○ organischen Säuren</li> <li>○ Aminosäuren</li> <li>○ Vitaminen, Nukleotiden und Carotinoiden</li> <li>○ Antibiotika</li> <li>○ Pharmaproteinen</li> <li>○ Enzymen</li> <li>○ Polysacchariden und Polyhydroxyalkanoaten</li> <li>○ Steroiden und Aromastoffen</li> </ul> </li> <li>• Weitere aktuelle Themen</li> </ul> <p>Im Praktikum sollen die Studierenden eigenverantwortlich mittels eines mikrobiologischen Verfahrens ein technisch relevantes Produkt herstellen, ausgehend von der Wahl des Mediums bis zum Nachweis des hergestellten Produkts.</p>			
<b>Lehrformen:</b> Seminar/Vorlesung und Praktikum			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Keine			

<b><u>Vergabe von Leistungspunkten:</u></b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage eines Referats vergeben. Zusätzlich muss eine Praktikumsleistung (Protokoll) angefertigt werden.
<b><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u></b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u></b> 5/120 (4,17 %)
<b><u>Häufigkeit des Angebotes:</u></b> Jährlich (im Wintersemester)
<b><u>Modulverantwortliche/r:</u></b> Prof. Dr. Anne Schweizer
<b><u>Literatur:</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Thiemann, Biotechnologie, München, Pearson Verlag 2007</li> <li>• G. Antranikian, Angewandte Mikrobiologie, Springer 2005</li> <li>• H. Sahm, Industrielle Mikrobiologie, Springer Spektrum, 2013</li> </ul>

### 3.2 Zellkulturtechnik

Zellkulturtechnik			5 ECTS
<b><u>Modulkürzel:</u></b> ZELLTECH	<b><u>Workload (Arbeitsaufwand):</u></b> 150 Stunden		<b><u>Dauer:</u></b> 1 Semester
<b><u>Lehrveranstaltung:</u></b> a) Seminar/Vorlesung b) Praktikum	<b><u>Präsenzzeit:</u></b> 2 SWS / 25 h 2 SWS / 25 h	<b><u>Selbststudium:</u></b> 100 h	<b><u>Geplante Gruppengröße:</u></b> 15 Studierende
<b><u>Verwendbarkeit des Moduls:</u></b> Als Pflichtmodul: N, J - Vertiefungsrichtung <i>Biotechnik</i> Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b><u>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</u></b> Die Studierenden besitzen praktisches und theoretisches Wissen über das Arbeiten mit eukaryontischen Zellkulturen, Differenzierung, Charakterisierung und Produktion von rekombinanten Proteinen. Sie haben Kenntnisse, die zur Nutzung von Säugerzellkulturen zur Produktion von pharmakologisch bedeutsamen Wirkstoffen notwendig sind. Die Studierenden sind befähigt, mit Hilfe des erworbenen Wissens Zellkulturprozesse zu erklären, zu modifizieren und zu bewerten. Sie beherrschen die Techniken und können diese selbständig anwenden.			



<p><b><u>Inhalte:</u></b> Die Veranstaltung behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparative Ausstattung eines Zellkulturlabors</li> <li>• Steriltechnik und Kontaminationen</li> <li>• Zellkulturen und Zelllinien</li> <li>• Medien, Kryokonservierung und Lagerung von Zellen</li> <li>• Verfahren zur Massenkultivierung (Reaktorkonzepte)</li> </ul> <p>Im Praktikum werden die grundlegenden handwerklichen Fähigkeiten zur Kultivierung tierischer und humaner Zellen erlernt.</p>
<p><b><u>Lehrformen:</u></b> Vorlesung /Seminar und Praktikum</p>
<p><b><u>Empfehlungen für die Teilnahme:</u></b> keine</p>
<p><b><u>Vergabe von Leistungspunkten:</u></b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben. Zusätzlich muss eine Praktikumsleistung (Protokoll) angefertigt werden.</p>
<p><b><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u></b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p>
<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u></b> 5/120 (4,17 %)</p>
<p><b><u>Häufigkeit des Angebotes:</u></b> Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p><b><u>Modulverantwortliche/r:</u></b> Prof. Dr. Anne Schweizer</p>
<p><b><u>Literatur:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Lindl, Zell- und Gewebekultur, Berlin, Spektrum Akademischer Verlag 2013</li> <li>• R. &amp; D. Eibl, Cell and Tissue Reaction Engineering, Springer Verlag 2009</li> <li>• S. Schmitz, Der Experimentator: Zellkultur, Spektrum Akademischer Verlag 2011</li> </ul>

### 3.3 Bioreaktionstechnik II und Hygienic Design

Bioreaktionstechnik II und Hygienic Design		5 ECTS
<b><u>Modulkürzel:</u></b> BIOREATEC II	<b><u>Workload (Arbeitsaufwand):</u></b> 150 Stunden	<b><u>Dauer:</u></b> 1 Semester

<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Vorlesung b) Praktikum	<b>Präsenzzeit:</b> a) 4 SWS / 45 h b) 45 h	<b>Selbststudium:</b> 60 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 15 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: J - Vertiefungsrichtungen <i>Biotechnik</i> und <i>Pharmatechnik</i> Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind in der Lage, Massen- und Energiebilanzen zeitlich instationärer Prozesse aufzustellen und unter definierten Randbedingungen zu lösen. Sie besitzen die Fähigkeit, die sich zeitlich veränderten Parameter (wie z. B. Konzentrationen oder Flussraten) graphisch darzustellen und Vorhersagen für zeitlich instationäre Prozesse treffen zu können. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, Apparate, Maschinen und Rohrleitungen hygienegerecht zu konstruieren. Sie sind dazu befähigt, die hygienegerechte Konstruktion bereits vorhandener Anlagen zu bewerten und Unzulänglichkeiten zu identifizieren. Sie kennen sog. Single-Use-Equipment für die biopharmazeutische und pharmazeutische Industrie und können dessen Verwendung beurteilen.			
<b>Inhalte:</b> Das Aufstellen und Lösen von Massen- und Energiebilanzen mittels mathematischer Modelle wird am Beispiel einer mikrobiellen Zulauf-Satzkultur erlernt. Dabei spielen biologische Parameter eines Modellorganismus ebenso eine Rolle, wie technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen. Die Studierenden werden dabei in die Lage versetzt, selbständig eine Zulauf-Satzkultur vorauszuberechnen und die benötigten Apparate und Maschinen auszulegen. Die Berechnungen werden sowohl für den Labor- als auch den Produktionsmaßstab durchgeführt. Die zeitlichen Verläufe aller relevanten Parameter werden graphisch dargestellt und die Verläufe diskutiert, wie z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Biomassebildung und des Substratverbrauchs unter Berücksichtigung der sog. <i>Maintenance</i>-Energie</li> <li>• Zusammenhang zwischen den Wachstumsraten <math>\mu_{\max}</math> und <math>\mu_{\text{set}}</math></li> <li>• Berechnung der notwendigen Zufütterung und des Reaktor-Füllvolumens</li> <li>• Berechnung der notwendigen Vorlage-Konzentration und der Masse auf der Vorlagenwaage</li> <li>• Auswirkungen einer möglichen Akkumulation von Substrat</li> </ul> Der Praktikumsteil der Veranstaltung vermittelt die Kenntnisse zur Durchführung einer Zulauf-Satzkultur. Dabei werden auch Versuche zur Bestimmung physikalisch-technische Parameter, wie z. B. des Leistungseintrags oder des volumenbez. Stoffübergangskoeffizienten zur Charakterisierung des Fermentationssystems durchgeführt. Zudem wird der Umgang mit <i>Single-Use-Equipment</i> erlernt. Es erfolgt ein Vergleich zwischen den theoretischen Parameterverläufen aus den Berechnungen und den tatsächlichen Parameterverläufen aus dem Experiment. Im zweiten Teil der Veranstaltung werden die Grundlagen des Hygienic Design (hygienegerechte Konstruktion) vermittelt. Dies umfasst insbesondere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung von hygienegerecht gestalteten Komponenten für Behälter und Apparate</li> <li>• Reinigungs- und Sterilisationssysteme</li> <li>• Containment-Konzepte</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung von und besondere Anforderungen an Single-use-Komponenten</li> <li>• Hygienegerechte Verbindungstechniken bei Rohr- und Schlauchleitungssystemen</li> </ul>
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Laborpraktikum
<b>Voraussetzung für die Teilnahme:</b> Die Studierenden sollten das Aufstellen und Lösen der Massen- und Energiebilanzen zeitlich stationärer Prozesse beherrschen. Sie sollten die Grundlagen der Konstruktion kennen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer schriftlichen Ausarbeitung vergeben.
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 (4,17 %)
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Sommersemester)
<b>Verantwortliche Dozenten:</b> Prof. Dr.-Ing. Percy Kampeis
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Winfried Storhas: Bioverfahrensentwicklung, 2. Auflage 2013, Wiley-VCH, Weinheim</li> <li>• Winfried Storhas: Angewandte Bioverfahrensentwicklung - Praxisbeispiele für Auslegung, Betrieb und Kostenanalyse, 1. Auflage 2018</li> <li>• Gerhard Hauser: Hygienegerechte Apparate und Anlagen in der Lebensmittel-, Pharma- und Kosmetikindustrie, 1. Auflage 2008, Wiley-VCH, Weinheim</li> <li>• Gerhard Hauser: Hygienische Produktionstechnologie, 1. Auflage 2008, Wiley-VCH, Weinheim</li> </ul>

### 3.4 Systembiotechnologie

Systembiotechnologie			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> SYSBIOTECH	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung Praktikum	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h 10 h	<b>Selbststudium:</b> 95 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende

<p><b>Verwendbarkeit des Moduls:</b>          Als Pflichtmodul: N, J - Vertiefungsrichtung <i>Biotechnik</i>          Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)</p>
<p><b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b>          Die Studierenden sind in der Lage komplexe Netzwerke in der Zelle zu analysieren und metabolische Stoffflüsse zu bilanzieren. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf der Optimierung bioverfahrenstechnischer Prozesse.</p>
<p><b>Inhalte:</b>          In diesem Modul werden Techniken zur Analyse zellulärer Abläufe und Strukturen auf ganzheitlicher Ebene behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung und Analyse metabolischer Netze</li> <li>• Elementarmodenanalyse</li> <li>• Fluxomics</li> <li>• Metabolomics</li> <li>• Transcriptomics</li> <li>• Proteomics</li> <li>• Genomics</li> </ul> <p>Anhand ausgewählter Laborübungen werden die erlernten Inhalte vertieft.</p>
<p><b>Lehrformen:</b>          Vorlesung mit integrierter Übungsvertiefung und Praktikum.</p>
<p><b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b>          Die Studierenden sollten die Grundlagen der Biologie und Bioreaktionstechnik beherrschen.</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b>          Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b>          Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b>          5/120 [4,17 %]</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b>          Jährlich [im Wintersemester]</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b>          Prof. Dr. Susanne Peifer-Gorges</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Technik von Bioreaktoren, Menkel, F., Oldenbourg</li> </ul>

- Stryer Biochemie, Berg J. M., Stryer L., Tymoczko J.L., Spektrum Akademischer Verlag
- Brock Mikrobiologie, Madigan M.T., Martinko J.M., Stahl D.A., Clark D.P., Pearson Studium

### 3.5 Gentechnik II

Gentechnik II			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> GENTEC II	<b>Workload [Arbeitsaufwand]:</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Seminar b) Praktikum	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h 25 h	<b>Selbststudium:</b> 80 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: N, J - Vertiefungsrichtung <i>Biotechnik</i> Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden haben Kenntnisse zur praktischen Durchführung gentechnischer Versuche erworben. Diese Kenntnisse wurden durch die Bearbeitung eines ausgewählten Themas vertieft. Im Praktikum haben die Studenten das erworbene Wissen praktisch angewandt und haben die Fähigkeit erlangt ein Konzept von der DNA-Gewinnung bis zur PCR zu entwickeln.			
<b>Inhalte:</b> Es werden verschiedene gentechnische Experimente durchgeführt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• PCR</li> <li>• DNA-/Plasmidisolierung</li> <li>• Herstellung eines Gels zur DNA-Auftrennung</li> <li>• DNA-Sequenzierung</li> <li>• Restriktionsverdau</li> </ul> Es wird eine Hausarbeit zu einem ausgewählten Thema angefertigt. Innerhalb der Veranstaltung wird eine Exkursion zur Stefan-Morsch-Stiftung angeboten, bei der die Studierenden das Gelernte im realen Umfeld eines Gentechnik-Labors erleben.			
<b>Lehrformen:</b> Seminar und Praktikum			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Die Studierenden sollten die Inhalte der Veranstaltung „Molekularbiologie und Gentechnik I“ beherrschen.			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Hausarbeit und der Praktikumsleistung (Durchführung mit Protokoll) vergeben.			

**Umfang und Dauer der Prüfung:**

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

**Stellenwert der Note für die Endnote:**

5/120 [4,17 %]

**Häufigkeit des Angebotes:**

Jährlich (im Wintersemester)

**Modulverantwortliche/r:**

Frau Prof. Dr. Anne Schweizer

**Literatur:**

- M. Jansohn, S. Rothhämel, Gentechnische Methoden: Eine Sammlung von Arbeitsanleitungen für das molekularbiologische Labor, Spektrum Akademischer Verlag, 201
- C. Mulhardt, Experimentator: Molekularbiologie / Genomics, Spektrum Akademischer Verlag, 2009
- T. Reinhard, Molekularbiologische Methoden, UTB, 2010

## 4 Pflichtmodule der Vertiefungsrichtung Pharmatechnik

### 4.1 Zerkleinern, Sichten und Staubabscheiden

Zerkleinern, Sichten und Staubabscheiden			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> ZERSS	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung Übungen	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h 15 h	<b>Selbststudium:</b> 90 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 20 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: J - Vertiefungsrichtungen <i>Pharmatechnik</i> und <i>Prozesstechnik</i> Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen von Zerkleinerungs-, Sicht- und Abscheideprozessen. Auf Basis dieser Grundlagen können sie unterschiedliche apparative Lösungen theoretisch diskutieren. Hinsichtlich der Zerkleinerung kann in Abhängigkeit vom Edukt die Entscheidung getroffen werden, ob eine Vorzerkleinerung z.B. durch Brecher oder Mühlen für eine Feinstzerkleinerung (Mikronisierung) erforderlich ist oder ob der Zerkleinerungsschritt direkt durchgeführt werden kann. Die Studierenden sind dahingehend qualifiziert, dass sie für eine gegebene Problemstellung den geeigneten Apparatetyp, bzw. eine Verschaltung von Zerkleinerungs-, Sicht- und Abscheideprozess auswählen und größenordnungsmäßig dimensionieren können.			
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoretische Grundlagen für Zerkleinerungsprozesse, Sichter und Abscheider</li> <li>• Zerkleinerung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beanspruchungsarten/Mikroprozesse bei der Zerkleinerung</li> <li>- Nass- / Trockenzerkleinerung</li> <li>- Zerkleinerungsmaschinen <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Brecher (z.B. Backen-, Kegel, Walzen-, Hammerbrecher, ...)</li> <li>▪ Mühlen (z.B. Prall-, Trommel-, Strahl-, Rührwerksmühlen, ...)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Sichter <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwerkraft-Gegenstromsichter</li> <li>- Querstromsichter</li> <li>- Strahlumlenksichter</li> <li>- Fliehkraftsichter</li> </ul> </li> <li>• Abscheider <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massenkraftabscheider (z.B. Schwerkraftabscheider, Zyklon, ...)</li> <li>- Faserschichtfilter</li> <li>- Nassabscheider</li> <li>- Elektrische Abscheider</li> </ul> </li> </ul>			
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Übungen			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Die Studierenden sollten die Grundlagen der Verfahrenstechnik beherrschen.			

<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Am Anfang des jeweiligen Semesters werden durch die Dozenten der Umfang und die Dauer der Prüfungen im Rahmen von § 11 & § 12 der Prüfungsordnung festgelegt. Schriftliche Prüfungen dauern in der Regel 90 Minuten. Mündliche Prüfungen dauern in der Regel 30 Minuten.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 [4,17 %]
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Wintersemester)
<b>Verantwortliche Dozenten:</b> Prof. Dr. Ulrich Bröckel
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löffler F.: Staubabscheiden, Thieme Verlag</li> <li>• Baum F.: Luftreinhaltung in der Praxis, Oldenbourg Verlag</li> <li>• Gäng P., Schmidt E., et.al.: High Temperature Gas Cleaning, ISBN 3-9805220-0-8</li> <li>• Pahl M. H., Brundiek H., Zerkleinerungstechnik, Leipzig : Fachbuchverl. [u.a.], 1993.</li> <li>• Schubert H.: Kennzeichnung von Körnerkollektiven, Kennzeichnung von Aufbereitungs- und Trennerfolg, Zerkleinerung, Klassierung, ISBN: 9783342002895</li> <li>• Schubert H.: Handbuch der mechanischen Verfahrenstechnik, Weinheim: Wiley-VCH [2003]</li> </ul>

## 4.2 Praktikum Feste Formen

Praktikum Feste Formen			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> PRAKTF	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Praktikum	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 12 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: J - Vertiefungsrichtungen <i>Pharmatechnik</i> und <i>Prozesstechnik</i> Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind in der Lage eine Feststoffformulierung am Beispiel des Endproduktes „Tablette“ zu entwickeln und im Labor umzusetzen. Sie können nach den partischen Erfahrungen entscheiden, ob der Wirkstoff direkt mit den Hilfsstoffen vermischt werden kann oder ob eine Vorzerkleinerung erforderlich ist. Sie erwerben sich durch Versuche mit unterschiedlichen Fraktionen der granulierten und getrockneten Mischung die Kompetenz zu entscheiden welche Fraktionsbreite			



<p>beispielsweise für die Funktionalität einer Kau- oder oralen Tablette wesentlich ist. Basis für diese Entscheidungskompetenz ist die Interpretation der Daten der Tablettierung und der Presskraft-Härteprofile der Tabletten, die im Praktikum vermittelt wird.</p>
<p><b>Inhalte:</b>  Eine Wirkstoffformulierung setzt sich aus dem Wirkstoff selbst und Hilfsstoffen zusammen. Auf dem Weg vom Edukt zum Produkt, am Beispiel einer Tablette, ist die Kombination verschiedener verfahrenstechnischer Grundoperationen erforderlich. An Grundoperationen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischen (z.B. im Intensivmischer oder in Pflugschermischern)</li> <li>• Mikronisieren / Zerkleinern (z.B. in Stiftmühle, Strahlmühle, Siebzerkleinerer)</li> <li>• Trocknen (z.B. Wirbelschicht, Hordenschrank)</li> <li>• Agglomerieren (in Mischern, Pelletpresse oder Kompaktor)</li> <li>• Fraktionieren (im Taumelsieb oder in Siebdecks)</li> <li>• Tablettieren (mittels einer Exzentertablettenpresse)</li> </ul> <p>Verwendung finden. Die Prüfung der Tabletten erfolgt in einem Tablettentester. Die einzelnen Verfahrensschritte sind mit ihrem theoretischen Hintergrund darzustellen. Qualitätsmerkmale (wie z.B. Restfeuchte, Partikelgrößenverteilung etc.) sind zu verfolgen und zu dokumentieren. Die Daten der Tablettierung werden kontinuierlich aufgezeichnet und sind zur Charakterisierung der Formulierung neben den Daten des Tablettentesters auszuwerten und zu diskutieren.</p>
<p><b>Lehrformen:</b>  Laborpraktikum</p>
<p><b>Empfehlung für die Teilnahme:</b>  Die Studierenden verfügen über Kenntnisse in den Grundlagen der Agglomerations- und Trocknungstechnik“.</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b>  Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Praktikums- /Laborleistung vergeben. Als Prüfungsvorleistung ist eine Studienleistung über die erfolgreiche Teilnahme an einem Testat zu erbringen.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b>  Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b>  5/120 (4,17 %)</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b>  Jährlich (im Sommersemester)</p>
<p><b>Verantwortliche Dozenten:</b>  Prof. Dr. Ulrich Bröckel</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Pietsch (2005): Agglomeration in Industry, Wiley-VCH, Weinheim</li> <li>• O. Krischer, W. Kast (1978): Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Springer-Verlag GmbH</li> </ul>

- M. Stieß [1992]: Mechanische Verfahrenstechnik, Springer-Lehrbuch
- A. Bauer-Brandl ; W. A. Ritschel [2012]: Die Tablette : Handbuch der Entwicklung, Herstellung und Qualitätssicherung, Aulendorf : ECV, Editio-Cantor-Verl.

### 4.3 Bioreaktionstechnik II und Hygenic Design

s. Seite 22

### 4.4 Minireaktionstechnik

Minireaktionstechnik Miniaturized Bioreactors – Design and Construction			5 ECTS
<b>Modul/Module:</b> MINIREATEC	<b>Arbeitsaufwand/Workload</b> 150 hours		<b>Dauer/ Duration:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung/ Type:</b> a) Lecture b) Practical course	<b>Präsenzzeit/ Contact hours:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium/ Self-Study</b> 105 h	<b>Gruppengröße/ Group Size</b> 10-20 Studierende/ Students
<b>Verwendbarkeit des Moduls / Applicability of the module:</b> Mandatory module: J - Vertiefungsrichtung <i>Pharmatechnik</i> Elective for Bachelor/ Master Degree Programmes: see Elective Module Catalogue [homepage under „Infos aktuelles Semester“]			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen/ Learning Goals</b> Starting from levelling out the fundamental principles of fermentation technology, the lecture provides students with theoretical and practical knowledge of bioreactor design and construction. Special focus is placed on systems engineering of continuous cultivation technique for small-scale bioreactors.			
<b>Inhalte/ Module Content</b> The module „ <i>Miniaturized Bioreactors - Design and Construction</i> “ focuses on the implementation of small-scale bioreactor technology and the accompanying challenges of downscaling. The lecture comprises the following teaching contents: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fermentation processes and microbial growth kinetics</li> <li>- Cultivation techniques used for production of pharmaceuticals</li> <li>- Industrial fermentation media</li> <li>- Culture preservation and inoculum development</li> <li>- Small-scale bioreactor design and fermenter engineering</li> </ul> <p>The theoretical lecture is supplemented by an interdisciplinary practical part. The scientific project will be carried out by small groups of a maximum of 5 students over a period of three months.</p>			
<b>Lehrformen/ Didactic Concept</b> Lecture-accompanying practical course			

<p><b>Empfehlung für die Teilnahme/ Recommendations for Participation:</b> Students should understand fundamentals of biology, microbial growth and basic bioreactor design.</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten/ Requirements for Awarding of ECTS Points</b> Grade and credit points will be awarded based on a project presentation and a professional discussion.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung/ Size of the Assessment (Length / Duration)</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote/ Weight of Grade (% of credit)</b> 5/120 (4,17%)</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes /Frequency:</b> Yearly (Winter Semester)</p>
<p><b>Verantwortliche Dozenten/ Responsible for Module:</b> Prof. Dr. Susanne Peifer-Gorges</p>
<p><b>Literatur/ Bibliography:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Principles of Fermentation Technology; Stanbury; Butterworth-Heinemann; 2016</li> <li>Bioreaction Engineering Principles; Villadsen, Springer; 2011</li> </ul>

#### 4.5 Quality Assurance and Genetic Engineering

Quality Assurance and Genetic Engineering			5 ECTS
<b>Modul/ Module:</b> QUAGEN	<b>Arbeitsaufwand/ Workload:</b> 150 hours		<b>Dauer/ Duration:</b> 1 semester
<b>Lehrveranstaltung/ Type:</b> a) Lecture/Seminars b) Practical course	<b>Präsenzzeit/ Contact hours:</b> 2 SWS / 22,5 h 2 SWS / 22,5 h	<b>Selbststudium/ Self-study:</b> 105 h	<b>Gruppengröße/ Group size:</b> 10 Students
<b>Applicability of the module:</b> Als Pflichtmodul: N, J – Vertiefungsrichtung <i>Pharmatechnik</i> Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen/Learning goals:</b> This module will help the Students to understand and implement quality management. Furthermore, this course provides insights into the Medical Device Law and its importance for the pharmaceutical industry and prepares students for following careers. In the part "Genetic Engineering", students acquire knowledge about current genetic engineering techniques (e.g. CrisPCas9, targeted genetic engineering). They can			

<p>independently implement the learned information and develop practical work processes. They learn the legal basics of safety assessment of modified or un-modified cellular systems and are able to compose regulatory documents.</p>
<p><b><u>Inhalte/ Module content:</u></b>  The module “Quality Assurance and Genetic Engineering” covers advanced topics. For example, it provides insights into the regulatory requirements of the European Health Authorities in controlling the development and marketing of medicinal products.</p> <p>The theoretical lecture is supplemented by an interdisciplinary practical part focusing on the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medizinproduktegesetz (Medical Device Law) and DIN EN ISO 13485</li> <li>- HACCP-Konzept and Food Safety/ Food Defense</li> <li>- ICH-Guidelines/Safety</li> <li>- Process Qualification</li> <li>- etc.</li> </ul> <p>In addition, the module focusses on current research topics in the field of genetic engineering. Special focus is placed on the in silico implementation of genetic engineering techniques (e.g. database analysis, primer design). The following contents are learned and implemented: Targeted DNA manipulation (e.g. gene deletion, gene insertion, introduction of point mutations, elevation of gene transcription)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Splicing by overlapping extensions (SOE)</li> <li>- CRISP</li> <li>- current topics of genetic engineering techniques</li> </ul>
<p><b><u>Lehrformen/ Didactic concept:</u></b>  Lecture/seminars and practical course</p>
<p><b><u>Empfehlung für die Teilnahme/ Recommendations for participation:</u></b>  None</p>
<p><b><u>Vergabe von Leistungspunkten/ Allocation of ECTS points:</u></b>  Grade and credit points will be awarded based on a project presentation and a professional discussion.</p>
<p><b><u>Umfang und Dauer der Prüfung/ Scope and duration of the examination:</u></b>  Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p>
<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote/ Weight of grade (% of credit):</u></b>  5/120 (4,17 %)</p>
<p><b><u>Häufigkeit des Angebotes / Frequency:</u></b>  Winter Semester</p>
<p><b><u>Modulverantwortliche/r / Responsible for module:</u></b>  Prof. Dr. Anne Schweizer, Prof. Dr. Susanne Peifer-Gorges</p>

**Literatur/ Bibliography:**

- Database: Zentrale Kommission für die Biologische Sicherheit

## 5 Pflichtmodule der Vertiefungsrichtung Prozesstechnik

### 5.1 Zerkleinern, Sichten und Staubabscheiden

s. Seite 28

### 5.2 Praktikum Feste Formen

s. Seite 29

### 5.3 Oberflächentechnik und Analyse dünner Filme

Oberflächentechnik und Analyse dünner Filme			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> OADÜF	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung incl. Praktikum	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 Stunden	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 15 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: J - Vertiefungsrichtung <i>Prozesstechnik</i> Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“).			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen der Vakuumtechnik und wissen warum diese aufwendigen Anlagen notwendig sind für eine erfolgreiche Fertigung von Mikroelektronik und Optik. Sie können eine Vakuumanlage entsprechend den Anforderungen berechnen und planen; alle Komponenten hierzu sind aus den praktischen Teilen der Veranstaltung bekannt. Sie sind auch mit der Inbetriebnahme von Anlagen vertraut, da auch dies im Labor geübt wurde. Aufdampfen, Sputtern und Sublimieren unterschiedlicher Stoffe kann von jedem eigenständig durchgeführt werden. Ein Transfer in andere oder neue Technologiebereiche ist für alle die erfolgreich teilnahmen selbstverständlich. Die optische Analyse der Produkte wird beherrscht, Analyse mittels Ionen- oder Elektronenstrahls ist verstanden und kann bedarfsgerecht beauftragt werden.			
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vakuumtechnik, theoretische Grundlagen</li> <li>• Vakuummessstechnik</li> <li>• Pumpen, Bauteile</li> <li>• Verfahren der Dünnschichttechnik</li> <li>• Qualitätskontrolle</li> <li>• Praktische Übungen im Labor Werkstoff- und Oberflächentechnik, Aufdampfen, Sputtern, Sublimieren.</li> </ul>			
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung incl. Praktikum			

<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Keine
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 (4,17 %)
<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (im Sommersemester)
<b>Verantwortliche Dozenten:</b> Prof. Dr. Stefan Trapp
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handbuch Vakuumtechnik, Wutz</li> <li>• Ausgewählte Artikel aus der Fachliteratur</li> </ul>

#### 5.4 Chemische Verfahrenstechnik II

Chemische Verfahrenstechnik II			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> CHEVER II	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> Vorlesung	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 50 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: N, J – Vertiefungsrichtung <i>Prozesstechnik</i> Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die Prinzipien der Reaktionstechnik und das Zusammenspiel von chemischer Reaktion und Stofftransport. Die Studierenden sind in der Lage, Reaktionssysteme selbständig zu planen und eine Maßstabsübertragung („Scale-up“) vom Labor- in den Produktionsmaßstab durchzuführen. Die Studierenden kennen industrielle Herstellungsprozesse anorganischer und organischer Vor- und Zwischenprodukte und können die dabei angewandten Techniken selbständig auf neue Verfahren übertragen.			
<b>Inhalte:</b>			

Die Veranstaltung vertieft im ersten Teil die Aspekte der Reaktionstechnik aufbauend auf der Veranstaltung „Chemische Verfahrenstechnik I“:

- Mikrokinetik homogener Gas- und Flüssigkeitsreaktionen (Formalkinetische Geschwindigkeitsansätze, Parallel- und Folgereaktionen, Reversible Reaktionen, Damköhler-Zahl I)
- Makrokinetik in fluiden Zweiphasensystemen (Kenngrößenbeziehungen des Stoffübergangs, Reaktionen mit Stofftransport, Hatta-Zahl)
- Mikrokinetik heterogen katalysierter Reaktionen (Reaktionsgeschwindigkeits-Gleichungen, Desaktivierung, Langmuir-Hinshelwood, Eley-Rideal)
- Makrokinetik heterogen katalysierter Reaktionen (Zusammenspiel des äußeren und inneren Stofftransports, Damköhler-Zahl II, Thiele-Modul, Gleichzeitiger äußerer und innerer Wärmetransport, Arrhenius-Zahl, Prater-Zahl, Biot-Zahl Wärme)

Im zweiten Teil der Veranstaltung werden Produktionsprozesse bedeutender Vor- und Zwischenprodukte der industriellen organischen und anorganischen Chemie behandelt:

- Schwefelsäure
- Chlor-Alkali-Elektrolyse
- Synthesegas und Synthesen mit Kohlenmonoxid
- Ammoniak, Salpetersäure und Harnstoff
- Ethylen, Propylen und ihre Umsetzungsprodukte
- Vinyl-Halogen-Verbindungen
- Komponenten für Polyamide
- Aromaten und ihre Umsetzungsprodukte

**Lehrformen:**

Vorlesung

**Empfehlungen für die Teilnahme:**

Die Studierenden sollten die Inhalte der Veranstaltung „Chemische Verfahrenstechnik I“ beherrschen.

**Vergabe von Leistungspunkten:**

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.

**Umfang und Dauer der Prüfung:**

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

**Stellenwert der Note für die Endnote:**

5/90 (5,56%) für 3-semestrige Studiengänge;  
5/120 (4,17%) für 4-semestrige Studiengänge

**Häufigkeit des Angebotes:**

Jährlich (im Wintersemester)

**Modulverantwortliche/r:**

Prof. Dr.-Ing. Percy Kampeis



**Literatur:**

- Baerns, M; Hofmann, H.; Renken, A.: Chemische Reaktionstechnik – Lehrbuch der Technischen Chemie Band 1. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1987
- Emig, G., Klemm, E.: Technische Chemie - Einführung in die chemische Reaktionstechnik. Springer-Verlag, Heidelberg, 2005
- Weissermel, K., Arpe, H.J.: Industrielle organische Chemie, VCH-Verlag Heidelberg, 1994

**5.5 Computer Aided Design I**

Computer Aided Design I			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> CAD I	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Vorlesung b) Übung	<b>Präsenzzeit:</b> 2 SWS / 22,5 h 2 SWS / 22,5 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 30 Studierende pro Gruppe
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: T, S, C, J – Vertiefungsrichtung <i>Prozesstechnik</i> Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Bei erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, effizient 3D-Konstruktionen zu erstellen, Baugruppen zu erzeugen und Fertigungszeichnungen abzuleiten.			
<b>Inhalte:</b> CAD-Systeme sind heute in allen Unternehmen eingeführte Technologien zur Konstruktionserstellung und für die Durchführung von Entwicklungsprojekten. Die Lehrveranstaltung gibt eine Einführung in die Nutzung eines High-End-CAD-Systems am Beispiel von NX mit den folgenden Schwerpunkten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichtlichen Entwicklung der CAD-Systeme und aktuelle Trends</li> <li>• Allgemeinen Grundlagen</li> <li>• 3D-Konstruktion unter Nutzung von Skizzen, Grundkörpern und Formelementen</li> <li>• Arbeit mit Baugruppen</li> <li>• Zeichnungsableitung und Stücklisten</li> </ul>			
<b>Lehrformen:</b> Die Lehrveranstaltung findet als Blockseminar statt. Die Teilnehmer werden schrittweise in die Nutzung des CAD-Systems eingeführt. Nach der Erklärung der verschiedenen Möglichkeiten werden diese an Hand von Beispielen geübt.			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Keine			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur vergeben.			

**Umfang und Dauer der Prüfung:**

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

**Stellenwert der Note für die Endnote:**

5/165 (3,03 %) für 6-semesterige Studiengänge;  
5/180 (2,78 %) für 7-semesterige Studiengänge;  
5/150 (3,3 %) für dualen Studiengang D-PT.  
5/120 (4,17 %) für 4-semesterige Studiengänge

**Häufigkeit des Angebotes:**

Jedes Semester

**Modulverantwortliche/r:**

Prof. Dr. Uwe Krieg

**Literatur:**

- Krieg., U. u. a.: Konstruieren mit NX 8.5
- Krieg, U.: NX 6 und NX 7 – Bauteile, Baugruppen, Zeichnungen
- HBB Engineering GmbH: NX Tipps und Tricks aus der Praxis NX7.5 / NX8

## 6 Wahlpflichtmodule

Die Studierenden erhalten auf der Basis ihrer Interessen und Fähigkeiten eine weitere Möglichkeit zur Schärfung ihres persönlichen Kompetenzprofils innerhalb der Verfahrenstechnik. Dazu werden in einem Katalog entsprechende Themen angeboten. Hieraus müssen die Studierenden eigenverantwortlich drei Module (15 ECTS) auswählen.

Der Katalog der Wahlpflichtmodule wird permanent ergänzt und den aktuellen Erfordernissen angepasst. Weiterhin besteht in Abstimmung mit der Studiengangleitung die Möglichkeit, Fächer aus anderen Masterstudiengängen zu belegen. Die Liste der angebotenen Wahlpflichtmodule kann durch Fachbereichsbeschluss abgeändert werden.

Durch die Wahlpflichtmodule können sich die Studierenden einen Teil des Studiums nach ihren Neigungen, den betrieblichen Erfordernissen und der Arbeitsmarktlage individuell zusammenstellen. Die konkreten Lernziele sind vom gewählten Fach abhängig. Nachfolgend sind einige Wahlpflichtmodule als Beispiel aufgeführt.

### 6.1 Spezielle Kapitel der Bioreaktionstechnik (WP)

Spezielle Kapitel der Bioreaktionstechnik (WP)			5 ECTS	
<b>Modulkürzel:</b> SPEKABIO	<b>Workload</b> <b>[Arbeitsaufwand]:</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester		
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Vorlesung b) Praktikum	<b>Präsenzzeit:</b> 2 SWS / 25 h 45 h	<b>Selbststudium:</b> 80 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 10 Studierende	
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)				
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen die Grundlagen zur Planung und Durchführung einer Zulauf-Satzkultur. Sie wissen, wie sie dimensionslose Kennzahlen ( $Re$ , $Ne$ ) und biologisch-technische Parameter ( $\mu$ ) zur Berechnung einsetzen können und was die physikalisch-chemischen Hintergründe sind. Sie können Stoffübergänge abschätzen und Maßnahmen zu deren Verbesserung treffen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, selbständig eine Zulauf-Satzkultur vorzubereiten und die benötigten Apparate und Maschinen auszulegen. Sie kennen sog. <i>Single-Use-Equipment</i> für Fermentationen und können dessen Verwendung beurteilen.				
<b>Inhalte:</b> Die Veranstaltung vermittelt im Vorlesungsteil die mathematischen Modelle inkl. der benötigten Gleichungssysteme zur Berechnung der verschiedenen Phasen von Zulauf-Satzkulturen, wie z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Biomassebildung und des Substratverbrauchs unter Berücksichtigung der sog. <i>Maintenance</i>-Energie</li> <li>• Zusammenhang zwischen den Wachstumsraten <math>\mu_{max}</math> und <math>\mu_{set}</math></li> </ul>				

- Berechnung der notwendigen Zufütterung und des Reaktor-Füllvolumens
- Berechnung der notwendigen Vorlage-Konzentration und der Masse auf der Vorlagenwaage
- Auswirkungen einer möglichen Akkumulation von Substrat

Der Praktikumsteil der Veranstaltung vermittelt die Kenntnisse zur Durchführung einer Zulaufsatzkultur. Dabei werden auch Versuche zur Bestimmung physikalisch-technische Parameter, wie z. B. des Leistungseintrags oder des volumenbez. Stoffübergangskoeffizienten zur Charakterisierung des Fermentationssystems durchgeführt. Zudem wird der Umgang mit *Single-Use-Equipment* erlernt.

**Lehrformen:**

Vorlesung und Praktikum

**Empfehlungen für die Teilnahme:**

Die Studierenden sollten die Grundlagen der Bioreaktionstechnik beherrschen.

**Vergabe von Leistungspunkten:**

Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer schriftlichen Ausarbeitung vergeben.

**Umfang und Dauer der Prüfung:**

Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.

**Stellenwert der Note für die Endnote:**

5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge;  
5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge

**Häufigkeit des Angebotes:**

Jährlich (im Sommersemester)

**Modulverantwortliche/r:**

Prof. Dr.-Ing. Percy Kampeis

**Literatur:**

- Schügerl, K.: Bioreaktionstechnik - Bioprozesse mit Mikroorganismen und Zellen - Prozeßüberwachung, Birkhäuser-Verlag, 1997
- Chmiel H.: Bioprozesstechnik, Spektrum Akademischer Verlag 2006
- Menkel, F.: Einführung in die Technik von Bioreaktoren, Oldenbourg, 1992
- Storhas, W.: Bioreaktoren und periphere Einrichtungen, Vieweg, 1994

## 6.2 Biotechnologie III (WP)

Biotechnologie III (WP)		5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> BIOTEC III	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester

<b>Lehrveranstaltung:</b> Seminar und Praktikum	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS/ 45 h	<b>Selbststudium:</b> 105 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 8 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Durch diese Veranstaltung sind die Studierenden in die Lage versetzt, die biochemischen, verfahrenstechnischen und technologischen Prozesse des Maischens, Würzekochens, der Gärung, Lagerung, Reifung im Brauprozess zu beschreiben. Sie haben die Fertigkeiten, mit einem ausgewählten Rezept ein Bier nach dem deutschen Reinheitsgebot selbstständig herzustellen. Die für die Bierbereitung und den Gärverlauf notwendigen Analysen und mikrobiologischen Untersuchungen sind bekannt.			
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brau- und Gärungshefe: Aufbau der Hefezelle, Grundlagen der Hefevermehrung</li> <li>• Substratbereitstellung: braurelevante Hefephysiologie, Aromastoffe, Gärungsnebenprodukte</li> <li>• Anlagen- und Prozesstechnik in der Brau- und Gärungstechnologie: Tankarten, Mess- und Analysetechnik</li> <li>• Hefemanagement: Hefereinzucht, Hefebehandlung</li> <li>• Technologie der Fermentation: Reifung und Lagerung von Bier, Prozessführungsvarianten</li> <li>• Filtrationstechnologie: Filtermaterialien, Hilfsmittel, Filtrationsverfahren</li> <li>• Stabilität: Haltbarmachung und Abfüllung, Produktstabilitätskriterien, Haltbarmachung</li> </ul> <p>Im Rahmen des Praktikums wird ein Bier hergestellt. Weiterhin wird eine Komponente des Brauanlage weiterentwickelt.</p>			
<b>Lehrformen:</b> Seminar und Praktikum			
<b>Empfehlung für die Teilnahme:</b> Biotechnologie I und Enzymtechnik			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Hausarbeit vergeben. Zusätzlich muss eine Praktikumsleistung (Protokoll) angefertigt werden.			
<b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.			
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 (4,17 %)			

<b>Häufigkeit des Angebotes:</b> im Wintersemester
<b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Anne Schweizer
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Annemüller, G.; Manger, H.J. (2009): Gärung und Reifung des Bieres. VLB-Verlag Berlin</li> <li>• Back, W. (2008): Ausgewählte Kapitel der Brautechnologie. Hans Carl Verlag GmbH, Nürnberg</li> <li>• Kunze, W. (2007): Technologie Brauer &amp; Mälzer, VLB-Verlag, Berlin</li> </ul>

### 6.3 Angewandte Bioanalytik (WP)

Angewandte Bioanalytik (WP)			5 ECTS
Modulkürzel: ANBIO	Workload (Arbeitsaufwand): 150 Stunden	Dauer: 1 Semester	
Lehrveranstaltung: a) Vorlesung b) Übung/Praktikum	Präsenzzeit: 2 SWS/ 22,5 h 2 SWS/ 22,5 h	Selbststudium: 105 h	Geplante Gruppengröße: 10 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul für Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/Kompetenzen:</b> Die Studierenden sind in der Lage chemische und biologische Analysemethoden zu speziellen Fragestellungen durch gezielte Literaturrecherche auszuwählen und zu planen. Sie sind in der Lage die Methodik im Labor anzuwenden und die erarbeiteten Messergebnisse in einer wissenschaftlichen Publikation zu veröffentlichen.			
<b>Inhalte:</b> Die Veranstaltung vertieft die Kenntnisse der Veranstaltungen Instrumentelle Analytik I (Pharmazeutische Analytik) und Instrumentelle Analytik II (Bioanalytik). Analytische Messverfahren der: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spektroskopie</li> <li>• Chromatographie</li> <li>• Mikroskopie</li> <li>• Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA)</li> <li>• Elektrophorese (inkl. Blot-Verfahren)</li> <li>• Massenspektrometrie</li> <li>• Analytik posttranslatinaler Modifikationen wie Phosphorylierung, Methylierung,...</li> </ul>			

<p>werden für spezifische Anwendungen besprochen und die Vor- und Nachteile diskutiert.</p> <p>Zusätzlich wird die Arbeit mit Datenbanken besprochen und praktisch durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Literaturrecherche (PubMed)</li> <li>• Literaturverwaltung (Citavi)</li> <li>• Proteinfunktion und Struktur (UniProtKB)</li> <li>• Proteinanalyse (ExpASY)</li> </ul>
<p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung und Praktikum</p>
<p><b>Empfehlung für die Teilnahme:</b> Die Studierenden sollten die Grundlagen der Chemie/Biologie, Instrumentellen Analytik und Bioanalytik beherrschen.</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Hausarbeit vergeben.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 (4,17 %)</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich im Sommersemester</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. P. Keller</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioanalytik, Lottspeich F., Engels J.W., Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>• Gey, M.: Instrumentelle Analytik und Bioanalytik, Springer Lehrbuch</li> <li>• Der Experimentator: Immunologie, Luttmann, W., Bratke, K., Knüpper, M., Myrtek, D., Springer Verlag</li> <li>• Der Experimentator: Proteinbiochemie/Proteomics, Rehm, H., Letzel, T., Springer Verlag</li> <li>• Fachspezifische Zeitschriften wie Nature, Science, JBC, JCB ...</li> </ul>

#### 6.4 Brennstoffzellen- und Batterietechnik (WP)

Brennstoffzellen- und Batterietechnik (WP)		5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> BZBATEC	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden	<b>Dauer:</b> 1 Semester

<b><u>Lehrveranstaltung:</u></b> a) Vorlesung b) Praktikum	<b><u>Präsenzzeit:</u></b> 4 SWS / 45 h 15 h	<b><u>Selbststudium:</u></b> 90 h	<b><u>Geplante Gruppengröße:</u></b> 30 Studierende
<b><u>Verwendbarkeit des Moduls:</u></b> Als Pflichtmodul: - Als Wahlpflichtmodul für Bachelor- und Master-Studiengänge: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b><u>Lernergebnisse/Kompetenzen:</u></b> Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Brennstoffzellen-, Wasserstoff- und Reformertechnologie sowie der Batterietechnik und zu Grunde liegende Kenntnisse zur Thermodynamik und elektro-chemischen Kinetik. Sie können das erworbene Wissen selbstständig für eine spätere Tätigkeit bei einem Batterie- oder Brennstoffzellen-Entwickler anwenden.			
<b><u>Inhalte:</u></b> Das in der Thermodynamik erworbene Wissen wird hier auf die elektro-chemische Energiewandlung angewandt. Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse der Batterie- und Brennstoffzellentechnik. Es werden die verschiedenen Typen, ihre Charakteristika und Anwendungen vorgestellt.			
<b><u>Lehrformen:</u></b> Vorlesung mit integrierten Übungen und einem Laborpraktikum			
<b><u>Empfehlung für die Teilnahme:</u></b> Die Studierenden sollten Kenntnisse in Thermodynamik und Physikalischer Chemie besitzen.			
<b><u>Vergabe von Leistungspunkten:</u></b> Note und Leistungspunkte werden auf Grundlage einer mündlichen Prüfung vergeben.			
<b><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u></b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.			
<b><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u></b> 5/90 (5,56%) für 3-semesterige Studiengänge; 5/120 (4,17%) für 4-semesterige Studiengänge			
<b><u>Häufigkeit des Angebotes:</u></b> Jährlich			
<b><u>Modulverantwortliche/r:</u></b> Prof. Dr. Gregor Hoogers			
<b><u>Literatur:</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handbook of Batteries (McGraw-Hill) Elektrochemie, Vielstich</li> <li>• Larminie, Vielstich/Gasteiger, Hoogers</li> </ul>			



## 6.5 Elektrische Maschinen mit Praktikum

Elektrische Maschinen mit Praktikum			5 ECTS
<b>Modulkürzel:</b> ELEMAS	<b>Workload (Arbeitsaufwand):</b> 150 Stunden		<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Lehrveranstaltung:</b> a) Vorlesung b) Übung	<b>Präsenzzeit:</b> 4 SWS / 45 h 30 h	<b>Selbststudium:</b> 75 h	<b>Geplante Gruppengröße:</b> 60 Studierende
<b>Verwendbarkeit des Moduls:</b> Als Pflichtmodul: T, S Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)			
<b>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</b> Bei Abschluss des Lernprozesses ist der/die Studierende in der Lage, die Einsatzmöglichkeiten verschiedener elektrischer Maschinen zu bewerten, grundlegende Berechnungen auszuführen und Anwendungen zu planen.			
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetfelder, Magnetkräfte, magnetische Aktoren</li> <li>• Antriebstechnische Grundlagen</li> <li>• Gleichstrommaschinen, Aufbau, Kennlinien</li> <li>• Wechselstromwiderstände, Zeigermodelle, Raumzeiger</li> <li>• Entstehung der Drehfelder im Zwei- und Dreiphasen Spannungssystem</li> <li>• Aufbau und Funktion der Asynchronmaschine</li> <li>• Ersatzschaltbilder</li> <li>• Berechnungsgleichungen der Ströme im Läufer und Stator der Asynchronmaschine</li> <li>• Belastungskennlinien</li> <li>• Anfahren, Bremsen, Drehzahlsteuerung</li> <li>• Aufbau und Funktion der Synchronmaschine als Generator und Motor</li> <li>• Über- und Untererregung</li> <li>• AC-Servomotor</li> <li>• Praktische Übungen im Labor nach Einteilung</li> </ul>			
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung/Praktikum mit integrierter Übungsvertiefung und angewandten praktischen Versuchen.			
<b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Vorausgesetzt werden Kenntnisse der Elektrotechnik (Vorlesung Grundlagen der Elektrotechnik), insbesondere der Gleichstrommaschinen, magnetischen Felder. Außerdem sollten Kenntnisse der Wechselstromtechnik und der Beschreibung von Wechselgrößen mit mathematischen Verfahren bekannt sein.			
<b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte werden auf der Grundlage einer Klausur unter Einbeziehung einer Praktikumsleistung vergeben.			

<p><b><u>Umfang und Dauer der Prüfung:</u></b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p>
<p><b><u>Stellenwert der Note für die Endnote:</u></b> 5/165 (3,03 %) für 6-semesterige Studiengänge; 5/180 (2,78 %) für 7-semesterige Studiengänge; 5/150 (3,3 %) für dualen Studiengang D-PT.</p>
<p><b><u>Häufigkeit des Angebotes:</u></b> Jährlich (im Wintersemester)</p>
<p><b><u>Modulverantwortliche/r:</u></b> Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Gerke</p>
<p><b><u>Literatur:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerke, W.: Elektrische Maschinen und Aktoren, Oldenbourg Wissenschaftsverlag</li> <li>• Fischer, R.: Elektrische Maschinen, Carl Hanser Verlag</li> <li>• Hering, E. u. a.: Handbuch der elektrischen Anlagen und Maschinen, Springer Verlag</li> </ul>

## 6.6 Physik M

<b>Physik M</b>			<b>5 ECTS</b>
<b><u>Modulkürzel:</u></b> PHYSIK M	<b><u>Workload (Arbeitsaufwand):</u></b> 150 Stunden		<b><u>Dauer:</u></b> 1 Semester
<b><u>Lehrveranstaltung:</u></b> Seminar, Praktikum	<b><u>Präsenzzeit:</u></b> 4 SWS / 25h, 20 h	<b><u>Selbststudium:</u></b> 105 h	<b><u>Geplante Gruppengröße:</u></b> 20 Studierende
<p><b><u>Verwendbarkeit des Moduls:</u></b> Als Pflichtmodul: N, E Als Wahlpflichtmodul: siehe Wahlpflichtmodulkatalog (Homepage unter „Infos aktuelles Semester“)</p>			
<p><b><u>Lernergebnisse/ Kompetenzen:</u></b> Die Studierenden haben die zentralen Inhalte der Physik verstanden und vertieft. Sie sind in der Lage, aktuelle Fragestellungen der Physik zu definieren und zu interpretieren. Die Studierenden können das Wissen auf bekannte und unbekannte Probleme anwenden und Lösungen entwickeln.</p>			
<p><b><u>Inhalte:</u></b> Mechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Newtonsche Mechanik</li> <li>• Erhaltungsgrößen und Invarianzen</li> <li>• Hamiltonsche Mechanik</li> </ul>			

<p>Elektrodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ladungs- und Stromverteilung</li><li>• Maxwell-Gleichungen</li></ul> <p>Quantenmechanik</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Übergang klassische Physik zur Quantenmechanik</li><li>• Wellenfunktion und Operatoren</li></ul> <p>Statistische Physik</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kanonische Ensemble</li><li>• Thermodynamische Potenziale</li></ul>
<p><b>Lehrformen:</b> Seminaristischer Unterricht mit Praktikum</p>
<p><b>Empfehlungen für die Teilnahme:</b> Grundkenntnisse in Mathematik und Physik</p>
<p><b>Vergabe von Leistungspunkten:</b> Note und Leistungspunkte für dieses Modul werden zu 50 % aus der Bewertung der Hausarbeiten und zu 50 % aus der Bewertung der Praktikumsberichte vergeben.</p>
<p><b>Umfang und Dauer der Prüfung:</b> Allgemeine Regelungen zu Art und Umfang sowie zur Durchführung und Bewertung von Studien- und Prüfungsleistungen sind in der Prüfungsordnung des jeweiligen Studiengangs definiert. Die Art des Leistungsnachweises sowie genaue Hinweise und Details werden zu Beginn des Semesters durch den jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/120 [4,16 %]</p>
<p><b>Häufigkeit des Angebotes:</b> Jährlich (i.d.R. im Sommersemester)</p>
<p><b>Modulverantwortliche/r:</b> Prof. Dr. Henrik te Heesen, Dr. Tobias Roth</p>
<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Paul A. Tipler. Physik. Spektrum Verlag</li><li>• Wolfgang Nolting. Grundkurs Theoretische Physik. Springer Verlag</li><li>• Torsten Fließbach. Lehrbücher zur Theoretischen Physik</li><li>• Matthew Sands, Richard Feynman, Robert B. Leighton. The Feynman Lectures of Physics</li></ul>