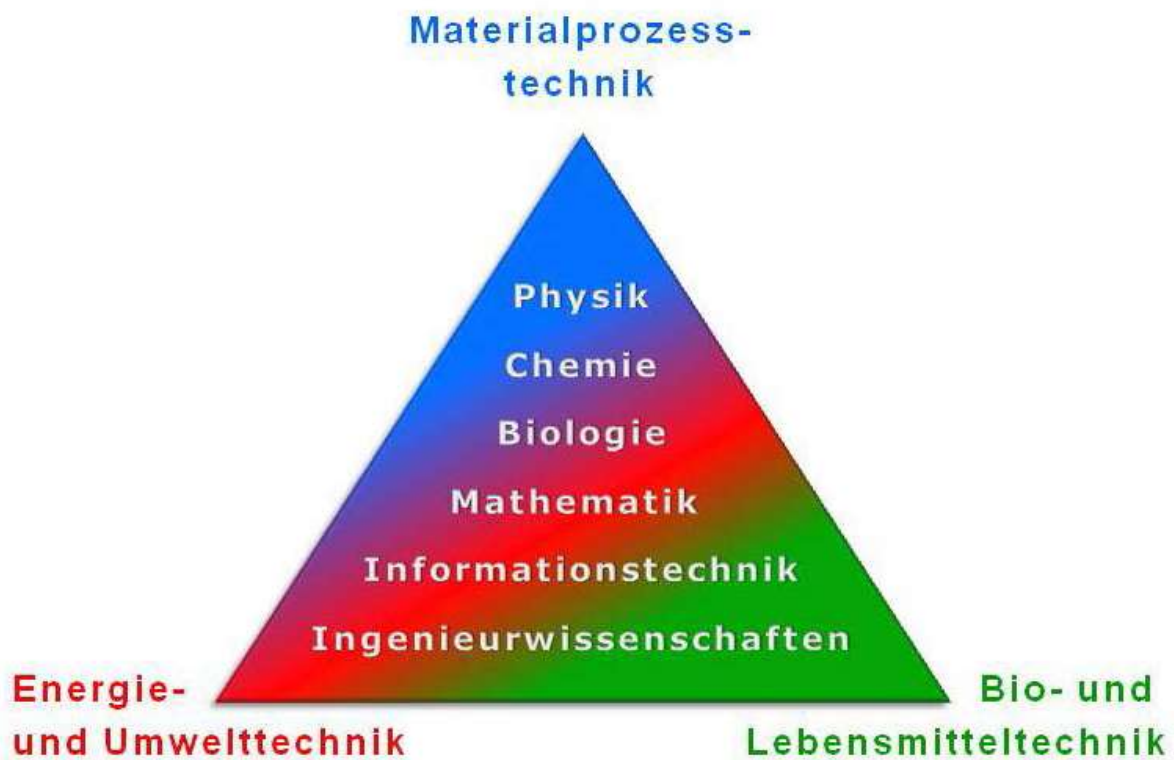


Modulhandbuch
Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik
Master
SPO 2016
Sommersemester 18
Stand: 01.03.2018

Fakultät für Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik



Inhalt

1	<i>Neu ab Sommersemester 18</i>	7
1.1	Neue Module:	7
1.2	Änderung der Wahlmöglichkeiten:	7
1.3	Verschiebung in ein anderes Semester	7
1.4	Entfallene Module	7
1.5	Vorschau	8
2	<i>Allgemeine Informationen</i>	9
2.1	Aufbau des Studiums	9
2.2	Module in englischer Sprache/ English Lectures	10
2.3	Fach- und Modulübersicht	11
2.3.1	Lehrveranstaltungen/ Semesterübersicht	12
2.3.2	Empfohlener Studienablaufplan	13
2.4	Qualifikationsziele des Studiengangs	14
3	<i>Module</i>	15
3.1	Modul Masterarbeit	15
3.2	5100 Erweiterte Grundlagen	16
3.2.1	Modul 5101 Prozess- und Anlagentechnik	17
3.2.2	Modul 5102 Thermodynamik III	19
3.2.3	Modul 5103 Physikalische Chemie mit Praktikum	20
3.2.4	Modul 5104 Numerische Strömungssimulation	22
3.2.5	Modul 5105 Thermische Transportprozesse	23
3.2.6	Modul 5106 Partikeltechnik.....	24
3.2.7	Modul 5107 Kinetik und Katalyse	25
3.2.8	Modul 5108 Biotechnologische Stoffproduktion	27
3.2.9	Modul 5109 Biopharmazeutische Aufbereitungsverfahren.....	29
3.2.10	Modul 5110 Integrierte Bioprozesse	30
3.2.11	Modul 5111 Ausgewählte Formulierungstechnologien.....	31
3.3	Fach 5200 Technisches Ergänzungsfach	33
3.3.1	Modul 5201 Moderne Messtechniken zur Prozessoptimierung.....	34
3.3.2	Modul 5202 Entwicklung eines innovativen Lebensmittelprodukts	35
3.3.3	Modul 5203 Verfahrensentwicklung in der Chemischen Industrie	36
3.3.4	Modul 5230 Wirtschaftlichkeitsbewertung von Investitionsprojekten	37
3.3.5	Modul 5206 Rheologie Disperser Systeme	38
3.3.6	Modul 5207 Mikrorheologie und Hochfrequenzrheometrie	40
3.3.7	Modul 5210 Produktgestaltung II	42
3.3.8	Modul 5235 Innovationsmanagement für Produkte und Prozesse der chemischen Industrie	44
3.4	Fach 9100 Überfachliche Qualifikationen	46
3.5	Fach 9200 Berufspraktikum	47
4	<i>Vertiefungsfachmodule</i>	49
4.1	Allgemeine Regelungen	49
4.2	Fach 6100 Angewandte Rheologie	50
4.2.1	Modul 6101 Rheologie und Verfahrenstechnik disperser Systeme.....	52
4.2.2	Modul 6102 Rheologie und Verfahrenstechnik von Polymeren	55

4.2.3	Modul 6103 Strömungsmechanik nicht-Newtonscher Fluide	57
4.2.4	Modul 6105 Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen	59
4.2.5	Modul 6106 Beispiele mechanischer Formulierungsverfahren: Emulgieren, Dispergieren, Extrusion	61
4.2.6	Modul 6107 Einführung in die Agglomerationstechnik	63
4.2.7	Modul 6108 Mischen und Rühren.....	64
4.2.8	Modul 6109 Grundlagen der Herstellungsverfahren der Keramik und Pulvermetallurgie	66
4.2.9	Modul 6110 Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle I.....	68
4.2.10	Modul 6111 Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle II.....	70
4.2.11	Modul 6112 Trocknungstechnik - dünne Schichten und poröse Stoffe.....	72
4.2.12	Modul 6113 Mikrofluidik.....	73
4.2.13	Modul 5204 Rheologie und Rheometrie	74
4.2.14	Modul 5205 Rheologie von Polymeren.....	76
4.2.15	Modul 5208 Stabilität disperser Systeme	78
4.2.16	Modul 5209 Kontinuumsmechanik und Strömungen nicht-Newtonscher Fluide....	80
4.2.17	Modul Rheologie komplexer Fluide und moderne rheologische Messmethoden...	82
4.3	Fach 6200 Gas-Partikel-Systeme	84
4.3.1	Modul 6105 Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen	85
4.3.2	Modul 5225 Gas-Partikel-Messtechnik.....	87
4.3.3	Modul 6304 Gas-Partikel-Trennverfahren	88
4.3.4	Modul 6307 Datenanalyse und Statistik	89
4.3.5	Modul 6607 Nanopartikel - Struktur & Funktion.....	91
4.3.6	Modul 6202 Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung	92
4.3.7	Modul 5215 Wirbelschichttechnik	94
4.4	Fach 6300 Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik.....	97
4.4.1	Modul 6105 Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen	98
4.4.2	Modul 6106 Beispiele mechanischer Formulierungsverfahren: Emulgieren, Dispergieren, Extrusion	100
4.4.3	Modul 6107 Einführung in die Agglomerationstechnik	102
4.4.4	Modul 6108 Mischen und Rühren.....	103
4.4.5	Modul 6113 Mikrofluidik.....	105
4.4.6	Modul 6301 Fest Flüssig Trennung	106
4.4.7	Modul 6302 Verarbeitung nanoskaliger Partikel.....	108
4.4.8	Modul 6303 Nanopartikel - Struktur und Funktion.....	109
4.4.9	Modul 6304 Gas-Partikel-Trennverfahren	110
4.4.10	Modul 6305 Verfahrenstechnische Apparate und Maschinen und ihre Prozessintegration	111
4.4.11	Modul 6306 Materialien für elektrochemische Speicher.....	112
4.4.12	Modul 6307 Datenanalyse und Statistik	114
4.4.13	Modul 6308 Instrumentelle Analytik.....	115
4.4.14	Modul 6309 Partikelmessstechnik und Anwendungen.....	116
4.4.15	Modul 6311 Grenzflächeneffekte in der Verfahrenstechnik	118
4.4.16	Modul 6312 Projektorientiertes Softwarepraktikum	119
4.4.17	Modul 6202 Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung	120
4.4.18	Modul 5220 Bioprozessentwicklung	122
4.4.19	Modul 6605 Sol-Gel-Prozesse mit Praktikum.....	125
4.5	Fach 6400 Umweltschutzverfahrenstechnik	127
4.5.1	Modul 6304 Gas-Partikel-Trennverfahren	128
4.5.2	Modul 6401 Water Technology.....	129
4.5.3	Modul 6402 Energie und Umwelt	131
4.5.4	Modul 6403 Process Engineering in Wastewater Treatment	132
4.5.5	Modul 6404 Environmental Biotechnology	135
4.5.6	Modul 6405 Brennstofftechnik	137
4.5.7	Modul 6406 Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen	139

4.5.8	Modul 6202 Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung	143
4.6	Fach 6500 Thermische Verfahrenstechnik	145
4.6.1	Modul 6112 Trocknungstechnik - dünne Schichten und poröse Stoffe	146
4.6.2	Modul 6501 Wärmeübertragung II	148
4.6.3	Modul 6502 Thermische Trennverfahren II	150
4.6.4	Modul 6503 Stoffübertragung II	152
4.6.5	Modul 6504 Industrielle Kristallisation	154
4.6.6	Modul 6505 Wärmeübertrager	156
4.6.7	Modul 6506 Statistische Thermodynamik	157
4.6.8	Modul 6507 Thermodynamik der Phasengleichgewichte	159
4.6.9	Modul 6508 Theorie turbulenter Strömungen ohne und mit überlagerter Verbrennung	160
4.6.10	Modul 6509 Hochtemperatur-Verfahrenstechnik	162
4.6.11	Modul 6511 Angewandte Molekulare Thermodynamik	164
4.6.12	Modul 6512 Messtechnik in der Themofluidodynamik	165
4.6.13	Modul 6513 Solare Prozesstechnik	166
4.7	Fach 6600 Produktgestaltung	167
4.7.1	Modul 5112 Ausgewählte Formulierungstechnologien	168
4.7.2	Modul 6106 Beispiele mechanischer Formulierungsverfahren: Emulgieren, Dispergieren, Extrusion	170
4.7.3	Modul 6107 Einführung in die Agglomerationstechnik	172
4.7.4	Modul 6109 Grundlagen der Herstellungsverfahren der Keramik und Pulvermetallurgie	174
4.7.5	Modul 6504 Industrielle Kristallisation	176
4.7.6	Modul 6601 Produktgestaltung: Grundlagen und ausgewählte Beispiele	178
4.7.7	Modul 6602 Produktgestaltung: Beispiele aus der Praxis	180
4.7.8	Modul 6603 Lebensmittelverfahrenstechnik	182
4.7.9	Modul 6604 Lebensmittelkunde und -funktionalität	184
4.7.10	Modul 6605 Sol-Gel-Prozesse mit Praktikum	185
4.7.11	Modul 6606 Produktentstehung - Entwicklungsmethodik	187
4.7.12	Modul 6607 Nanopartikel - Struktur & Funktion	189
4.7.13	Modul 5204 Rheologie und Rheometrie	190
4.7.14	Modul 5205 Rheologie von Polymeren	192
4.7.15	Modul 5208 Stabilität disperser Systeme	194
4.8	Fach 6700 Chemische Verfahrenstechnik	196
4.8.1	Modul 6605 Sol-Gel-Prozesse mit Praktikum	197
4.8.2	Modul 6701 Reaktionstechnik mehrphasiger Systeme	199
4.8.3	Modul 6702 Heterogene Katalyse II	201
4.8.4	Modul 6703 Reaktionskinetik	203
4.8.5	Modul 6704 Messmethoden in der chemischen Verfahrenstechnik mit Praktikum	204
4.8.6	Modul 6705 Auslegung von Mikroreaktoren	205
4.8.7	Modul 6706 Katalytische Mikroreaktoren mit Praktikum	207
4.9	Fach 6800 Chemische Energieträger - Brennstofftechnologie	209
4.9.1	Modul 6405 Brennstofftechnik	210
4.9.2	Modul 6406 Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen	212
4.9.3	Modul 6509 Hochtemperatur-Verfahrenstechnik	216
4.9.4	Modul 6801 Energieträger aus Biomasse	218
4.9.5	Modul 6803 Katalytische Verfahren der Gastechnik	220
4.9.6	Modul 6804 Raffinerietechnik - flüssige Energieträger	222
4.9.7	Modul 6805 Technical Systems for Thermal Waste Treatment	224
4.9.8	Modul 6806 Grundlagen der Verbrennungstechnik	226
4.9.9	Modul 6807 Angewandte Verbrennungstechnik	227
4.9.10	Modul 6808 Chemische Verfahrenstechnik II	229
4.9.11	Modul 5215 Wirbelschichttechnik	231

4.10	Fach 6900 Technische Thermodynamik	233
4.10.1	Modul 6502 Thermische Trennverfahren II	234
4.10.2	Modul 6506 Statistische Thermodynamik.....	236
4.10.3	Modul 6507 Thermodynamik der Phasengleichgewichte	238
4.10.4	Modul 6511 Angewandte Molekulare Thermodynamik	239
4.10.5	Modul 6605 Sol-Gel-Prozesse mit Praktikum.....	240
4.10.6	Modul 6901 Kältetechnik B - Grundlagen der industriellen Gasgewinnung	242
4.10.7	Modul 6902 Physical Foundations of Cryogenics.....	243
4.10.8	Modul 6903 Cryogenic Engineering	245
4.10.9	Modul 6904 Grenzflächenthermodynamik.....	246
4.10.10	Modul 6905 Überkritische Fluide und deren Anwendungen.....	247
4.10.11	Modul 6906 Vakuumtechnik I	248
4.10.12	Modul Thermo- und Partikeldynamik disperser Systeme.....	249
4.11	Fach 7000 Lebensmittelverfahrenstechnik	250
4.11.1	Modul 6107 Einführung in die Agglomerationstechnik	251
4.11.2	Modul 6112 Trocknungstechnik - dünne Schichten und poröse Stoffe	253
4.11.3	Modul 6401 Water Technology.....	255
4.11.4	Modul 6602 Produktgestaltung: Beispiele aus der Praxis	257
4.11.5	Modul 6603 Lebensmittelverfahrenstechnik	259
4.11.6	Modul 6604 Lebensmittelkunde und -funktionalität	261
4.11.7	Modul 7001 Lebensmittelverfahrenstechnisches Praktikum	262
4.11.8	Modul 7002 Microbiology for Engineers	264
4.11.9	Modul 7003 Grundlagen der Lebensmittelchemie.....	266
4.11.10	Modul 7006 Ernährungsphysiologische Konsequenzen der Lebensmittelverarbeitung	267
4.11.11	Modul 7004 Membrane Technologies and Excursions	268
4.12	Fach 7100 Wassertechnologie	270
4.12.1	Modul 6308 Instrumentelle Analytik.....	271
4.12.2	Modul 6401 Water Technology.....	272
4.12.3	Modul 6403 Process Engineering in Wastewater Treatment	274
4.12.4	Modul 6404 Environmental Biotechnology	277
4.12.5	Modul 7002 Microbiology for Engineers	279
4.12.6	Modul 7004 Membrane Technologies and Excursions	281
4.12.7	Modul 7101 Wasserbeurteilung.....	283
4.12.8	Modul 7102 Praktikum Wassertechnologie und Wasserbeurteilung	285
4.12.9	Modul 7103 Struktur und Reaktionen aquatischer Huminstoffe	287
4.12.10	Modul 7104 Biofilm Systems	289
4.13	Fach 7200 Verbrennungstechnik	291
4.13.1	Modul 6405 Brennstofftechnik	292
4.13.2	Modul 6508 Theorie turbulenter Strömungen ohne und mit überlagerter Verbrennung	294
4.13.3	Modul 6509 Hochtemperatur-Verfahrenstechnik.....	296
4.13.4	Modul 6512 Messtechnik in der Themofluidodynamik	298
4.13.5	Modul 6801 Energieträger aus Biomasse	299
4.13.6	Modul 6805 Technical Systems for Thermal Waste Treatment	301
4.13.7	Modul 6806 Grundlagen der Verbrennungstechnik.....	303
4.13.8	Modul 6807 Angewandte Verbrennungstechnik.....	304
4.13.9	Modul 7201 Verbrennung und Umwelt	306
4.13.10	Modul 7202 Auslegung einer Gasturbinenbrennkammer.....	307
4.13.11	Modul 7203 Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien	309
4.13.12	Modul 7204 Verbrennungstechnisches Praktikum	310
4.13.13	Modul 7205 Energietechnik	311
4.13.14	Modul 7206 Strömungs- und Verbrennungsinstabilitäten in technischen Feuerungssystemen	312
4.14	Fach 7300 Technische Biologie	313

4.14.1	Modul 6404 Environmental Biotechnology	314
4.14.2	Modul 6507 Thermodynamik der Phasengleichgewichte	316
4.14.3	Modul 6905 Überkritische Fluide und deren Anwendungen.....	317
4.14.4	Modul 6801 Energieträger aus Biomasse	318
4.14.5	Modul 7104 Biofilm Systems	320
4.14.6	Modul 7301 Industrielle Biokatalyse	322
4.14.7	Modul 7303 Kommerzielle Biotechnologie	324
4.14.8	Modul 7304 Biobasierte Kunststoffe	326
4.14.9	Modul 7305 Industrielle Genetik	327
4.14.10	Modul 7706 Bioelektrochemie und Biosensoren	328
4.15	Fach 7400 Energieverfahrenstechnik	330
4.15.1	Modul 6405 Brennstofftechnik	331
4.15.2	Modul 6406 Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen	333
4.15.3	Modul 6509 Hochtemperatur-Verfahrenstechnik.....	337
4.15.4	Modul 6512 Messtechnik in der Themofluidodynamik	339
4.15.5	Modul 6801 Energieträger aus Biomasse	340
4.15.6	Modul 6806 Grundlagen der Verbrennungstechnik.....	342
4.15.7	Modul 6807 Angewandte Verbrennungstechnik.....	343
4.15.8	Modul 7201 Verbrennung und Umwelt	345
4.15.9	Modul 7202 Auslegung einer Gasturbinenbrennkammer.....	346
4.15.10	Modul 7203 Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien	348
4.15.11	Modul 7205 Energietechnik	349
4.15.12	Modul 5215 Wirbelschichttechnik	350
4.16	Fach 7500 Biopharmazeutische Verfahrenstechnik	353
4.16.1	Modul 7303 Kommerzielle Biotechnologie	354
4.16.2	Modul 7501 Industrielle Prozesstechnologie, Formulierung und Darreichung biopharmazeutischer Produkte	356
4.16.3	Modul 7502 Industrielle Prozesstechnologie und Prozessmodellierung in der Aufarbeitung	357
4.16.4	Modul 7503 Formulierung und Darreichung biopharmazeutischer Wirkstoffe	358
4.16.5	Modul 7504 Prozessmodellierung in der Aufarbeitung.....	359
4.16.6	Modul 7505 Ersatz menschlicher Organe durch technische Systeme	360
4.16.7	Modul 7506 Grundlagen der Medizin für Ingenieure	361
4.16.8	Modul 7507 BioMEMS I - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin	362
4.16.9	Modul 7508 BioMEMS II	363
4.16.10	Modul 7509 BioMEMS III	365
4.16.11	Modul 7510 BioMEMS IV.....	366
4.16.12	Modul 7511 BioMEMS V.....	367
4.16.13	Modul 7706 Bioelektrochemie und Biosensoren	368
4.16.14	Modul 7707 Biomimetische Grenzflächen und Biokonjugation	370
4.16.15	Modul 6301 Fest Flüssig Trennung	371
4.16.16	Modul 5220 Bioprozessentwicklung	373

1 Neu ab Sommersemester 18

1.1 Neue Module:

- **Thermo- und Partikeldynamik disperser Systeme**
Prof. Dr.-Ing Michael Türk, 6 LP, WS
Vertiefungsfach
 - „Technische Thermodynamik“,
- **Rheologie komplexer Fluide und moderne rheologische Messmethoden**
Prof. Dr. Norbert Willenbacher, 4 LP, WS
(Kombination der Vorlesungen „Rheologie disperser Systeme“ und „Mikrorheologie und Hochfrequenzrheometrie“
Vertiefungsfach
 - „Angewandte Rheologie“

1.2 Änderung der Wahlmöglichkeiten:

- Das Modul „Wirbelschichttechnik“ kann künftig in folgenden Vertiefungsfächern gewählt werden:
 - „Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie“
 - „Energieverfahrenstechnik“
 - „Gas-Partikel-Systeme“

1.3 Verschiebung in ein anderes Semester

- Modul 7004 “Membrane Technologies and Excursions”:
Die Vorlesung „Membrane Technologies in Water Treatment“ wurde im WS 17/18 letztmalig im WS angeboten, ab dem SS19 wird die Vorlesung im SS angeboten werden

1.4 Entfallene Module

- Das Modul „Miniaturisierte Wärmeübertrager“ wird derzeit nicht angeboten.

1.5 Vorschau

Voraussichtlich ab dem Wintersemester 2018/2019 wird eine neue Vertiefungsrichtung „Bioökonomie“ in Kooperation mit der Universität Hohenheim angeboten.

- Vertiefungsfach I:
„Produktionsprozesse zur stofflichen Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“
Vertiefungsfach-Verantwortlicher: Prof. N. Dahmen
Dieses Vertiefungsfach wird am KIT angeboten und kann auch separat gewählt werden.
- Vertiefungsfach II:
„Produktionsprozesse zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe“
Vertiefungsfach-Verantwortliche: Prof. A. Kruse
Dieses Vertiefungsfach wird an der Universität Hohenheim angeboten und ist nur in Kombination mit Vertiefungsfach I wählbar. Vorlesungen im Rahmen des Vertiefungsfachs finden ausschließlich im Wintersemester statt.

2 Allgemeine Informationen

2.1 Aufbau des Studiums

Der Masterstudiengang Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik umfasst insgesamt vier Semester und ist Teil eines konsekutiven Bachelor-Master-Studiengangs. Aufbauend auf dem Bachelorstudium erwerben die Studierenden im Fach "Erweiterte Grundlagen" ein erweitertes Basiswissen. Parallel dazu wählen die Studierenden zwei Vertiefungsfächer. Hierzu werden insgesamt 15 Vertiefungsfächer von den Lehrenden aus unterschiedlichen Instituten der KIT- Fakultät angeboten. Ergänzend können die Studierenden Module aus anderen Vertiefungsfächern im "Technische Ergänzungsfach" belegen. Im Rahmen des zwölfwöchigen Berufspraktikums erhalten die Studierenden Einblick in die Aufgaben eines Ingenieurs. In der Masterarbeit wenden die Studierenden erworbenes Wissen und erlernte Techniken an, um eigenständig ein Problem aus der aktuellen Forschung zu bearbeiten.

WICHTIG:

Bevor Sie Prüfungen im Vertiefungsfach ablegen können, müssen Sie einen Prüfungsplan beim Masterprüfungsausschuss genehmigen lassen! Der Prüfungsplan muss anschließend im Studierendenportal als „bestanden“ verbucht werden, da ansonsten die Anmeldung zu den Vertiefungsfachprüfungen nicht möglich ist.

Studien- und Prüfungsordnung (SPO)

Rechtsgrundlage für den Studiengang ist die „Studien- und Prüfungsordnung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) für den Masterstudiengang Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik“ vom 03. Mai 2016. Alle Verweise auf die SPO beziehen sich in diesem Modulhandbuch auf die o. g. SPO.

Aktuelle Informationen sowie alle relevanten Dokumente zu den Studiengängen sind auf der Homepage der Fakultät zu finden:

<http://www.ciw.kit.edu/studium.php>

2.2 Module in englischer Sprache/ English Lectures

Vertiefungsfach Wassertechnologie/ Water Technology

• Water Technology	6 ECTS	WS
• Membrane Technologies and Excursions	6 ECTS	WS/ SS
• Process Engineering in Wastewater Treatment	6 ECTS	WS
• Practical Course in Water Technology	4 ECTS	SS
• Microbiology for Engineers	4 ECTS	SS
• Environmental Biotechnology	4 ECTS	WS
• Biofilm Systems	4 ECTS	SS

Vertiefungsfach Verbrennungstechnik/ Combustion Technology

• Technical Systems for Thermal Waste Treatment	6 ECTS	WS
---	--------	----

Vertiefungsfach Technische Thermodynamik/ Technical Thermodynamics

• Physical foundations of cryogenics	6 ECTS	SS
• Cryogenic engineering	6 ECTS	WS

Für andere Fakultäten/ Studiengänge

• Energy from Biomass	4 ECTS	WS
• Chemical Fuels	4 ECTS	SS

2.3 Fach- und Modulübersicht

Fach	Modul	Lehrveranstaltung	Koordinator	LP
Erweiterte Grundlagen	Prozess- und Anlagentechnik (Pflichtmodul)	Vorlesung/ Übung	Kolb	8
		Praktikum		
	Wahlpflicht: 4 Module/ 24 LP aus:			
	Physikalische Chemie	Vorlesung/ Übung	Nattland	6
		Praktikum		
	Kinetik und Katalyse	Vorlesung/ Übung	Kraushaar	6
	Partikeltechnik	Vorlesung/ Übung	Dittler	6
	Numerische Strömungssimulation	Vorlesung/ Übung	Nirschl	6
	Thermodynamik III	Vorlesung/ Übung	Enders	6
	Thermische Transportprozesse	Vorlesung/ Übung	Kind	6
	Ausgewählte Formulierungstechnologien	Vorlesung/ Übung	Karbstein	6
	Alternativ: Maximal 1 Wahlpflichtmodul aus den Erweiterten Grundlagen Master Bioingenieurwesen			6
<i>!!Prüfungsplan: Genehmigung des Prüfungsausschusses vor der Anmeldung zu Prüfungen in Vertiefungsfächern und Modulen im Technischen Ergänzungsfach erforderlich!!</i>				
Vertiefungsfach I	Wahlpflichtmodul I		Vertiefungsfachverantwortlicher	16
	Wahlpflichtmodul II			
	Wahlpflichtmodul III			
Vertiefungsfach II	Wahlpflichtmodul I		Vertiefungsfachverantwortlicher	16
	Wahlpflichtmodul II			
	Wahlpflichtmodul III			
Technisches Ergänzungsfach	Modul I			4
	Modul II			6
Überfachliche Qualifikationen	z. B. Modulangebote HOC oder ZaK			2
	Berufspraktikum			14
	Masterarbeit			30

LP: Leistungspunkte (ECTS), SWS: Semesterwochenstunden

2.3.1 Lehrveranstaltungen/ Semesterübersicht

	1. Semester (WS)				2. Semester (SS)			
	V	Ü	P	LP	V	Ü	P	LP
Prozess- und Anlagentechnik Teil I	2		1	4	2	1		4
Wahlpflicht I	3	1		6				
Wahlpflicht II	3	1		6				
Wahlpflicht III					3	1		6
Wahlpflicht IV					3	1		6
Technisches Ergänzungsfach	2	1		6	1	1		4
Nichttechnisches Nebenfach (SQL)								2
Vertiefung I				4				4
Vertiefung II				4				4
<i>Summe LP</i>				30				30

	3. Semester (WS)				4. Semester (SS)			
	V	Ü	P	LP	V	Ü	P	LP
Industriepraktikum (12 Wochen)				14				
Vertiefung I				8				
Vertiefung II				8				
Masterarbeit								30
<i>Summe LP</i>				30				30

Bevor Prüfungen in den Vertiefungsfächern abgelegt werden können, muss dem Masterprüfungsausschuss ein Prüfungsplan zur Genehmigung vorgelegt werden. Im Technischen Ergänzungsfach können ebenfalls Module aus dem Vertiefungsfachkatalog gewählt werden.

Das benötigte Formular für die Genehmigung kann unter folgendem Link heruntergeladen werden:

<http://www.ciw.kit.edu/1451.php>

Insgesamt stehen **15 Vertiefungsfächer** zur Auswahl. Eine übersichtliche Darstellung der Vertiefungsfächer mit allen enthaltenen Modulen ist unter folgendem Link zu finden:

<http://www.ciw.kit.edu/1441.php>

Im **Technischen Ergänzungsfach** können folgende Module gewählt werden

- alle Module des Vertiefungsfachkatalogs (Kapitel 4)
- alle Module aus Kapitel 3.3
- Mit Genehmigung des Prüfungsausschusses Module von anderen Fakultäten.

2.3.2 Empfohlener Studienablaufplan

Der Studienbeginn ist sowohl im Sommersemester als auch im Wintersemester möglich. Es wird empfohlen, in den ersten beiden Semestern die Wahlpflichtfächer zu absolvieren sowie Vorlesungen in den Vertiefungsfächern zu besuchen. Die erste Hälfte des dritten Semesters dient dann der Vorbereitung zu den Vertiefungsfachprüfungen, die meistens als Blockprüfungen angeboten werden. D. h., dass alle Module eines Vertiefungsfachs in einem gemeinsamen Termin geprüft werden. Im Anschluss an die Vertiefungsfachprüfungen kann das Berufspraktikum absolviert werden. Im vierten Semester wird die Masterarbeit angefertigt.

Beginn im Sommersemester

1. Semester							2. Semester						3. Semester						4. Semester					
April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	
Pat Teil II 3 LP						Pat Teil I 5 LP				Pr	K													
WP I 6 LP				K		WP I 6 LP					K													
WP II 6 LP					K	WP II 6 LP					K													
TEF 6 LP				M		TEF I 4 LP				M		P 8 LP												
VF I 4 LP						VF I 4 LP						P 8 LP												
VF II 4 LP						VF II 4 LP																		
ÜQ 2 LP				M																				
												Berufs-Praktikum												
																						Masterarbeit		
31 LP						29 LP						30 LP										30 LP		
Prüfungen: 4						Prüfungen: 4						Prüfungen: 6												

Pat: Prozess -und Anlagentechnik
 WP: Wahlpflicht
 VF: Vertiefungsfach
 TEF: Technisches Ergänzungsfach
 ÜQ: Überfachliche Qualifikationen
 Pr: Praktikum
 K: Klausur
 M: Mündliche Prüfung
 P: Prüfungsvorbereitung und Prüfung Vertiefungsfach

Beginn im Wintersemester

1. Semester						2. Semester						3. Semester						4. Semester					
Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Pat Teil I 5 LP				Pr		Pat Teil II 3 LP				K													
WP I 6 LP					K	WP III 6 LP				K													
WP II 6 LP					K	WP IV 6 LP					K												
TEF I 6 LP				M		TEF 4 LP				M		P 8 LP											
VF I 4 LP						VF I 4 LP						P 8 LP											
VF II 4 LP						VF II 4 LP																	
						ÜQ 2 LP				M													
												Berufs-Praktikum											
																						Masterarbeit	
31 LP						29 LP						30 LP										30 LP	
Prüfungen: 3						Prüfungen: 5						Prüfungen: 6											

Pat: Prozess -und Anlagentechnik
 WP: Wahlpflicht
 VF: Vertiefungsfach
 TEF: Technisches Ergänzungsfach
 ÜQ: Überfachliche Qualifikationen
 Pr: Praktikum
 K: Klausur
 M: Mündliche Prüfung
 P: Prüfungsvorbereitung und Prüfung Vertiefungsfach

2.4 Qualifikationsziele des Studiengangs

Im Masterstudium werden vertiefte und umfangreiche ingenieurwissenschaftliche sowie mathematische und naturwissenschaftliche Kenntnisse vermittelt, die die Absolventinnen und Absolventen zu wissenschaftlicher Arbeit und verantwortlichem Handeln bei einer beruflichen Tätigkeit und in der Gesellschaft befähigen.

Im Pflichtprogramm erwerben die Studierenden ein gegenüber dem Bachelorstudium wesentlich erweitertes methodisch qualifiziertes ingenieur- und naturwissenschaftliches Grundlagenwissen, das exemplarisch in zwei frei zu wählenden Vertiefungsfächern weiterentwickelt wird. In der Masterarbeit erfolgt der Nachweis, dass die Absolventen ein Problem aus ihrem Fachgebiet selbstständig und in begrenzter Zeit mit wissenschaftlichen Methoden, die dem Stand der Forschung entsprechen, bearbeiten können. Das Berufspraktikum soll eine Anschauung berufspraktischer Tätigkeit auf Ingenieursniveau vermitteln.

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, Probleme mit wissenschaftlichen Methoden zu analysieren und zu lösen, komplexe Problemstellungen zu abstrahieren und zu formulieren sowie neue Methoden, Prozesse und Produkte zu entwickeln. Sie können Wissen aus verschiedenen Bereichen kombinieren und sich systematisch in neue Aufgaben einarbeiten sowie auch die nichttechnischen Auswirkungen der Ingenieur Tätigkeit reflektieren und in ihr Handeln verantwortungsbewusst einbeziehen

3 **Module**

3.1 Modul Masterarbeit

Leistungspunkte: 30.00 ECTS

Sprache: Deutsch/ Englisch

Voraussetzungen/Empfehlungen

Voraussetzung für die Zulassung zum Modul Masterarbeit ist, dass die/der Studierende im Fach „Erweiterte Grundlagen“ die Modulprüfung „Prozess- und Anlagentechnik“ sowie drei weitere Modulprüfungen in diesem Fach und das Berufspraktikum erfolgreich abgelegt hat. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss auf Antrag der/des Studierenden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage, ein Problem aus ihrem Fach selbständig und in begrenzter Zeit nach wissenschaftlichen Methoden, die dem Stand der Forschung entsprechen, zu bearbeiten.

Inhalt

Theoretische oder experimentelle Bearbeitung einer komplexen Problemstellung aus einem Teilbereich des Chemieingenieurwesens nach wissenschaftlichen Methoden.

Arbeitsaufwand

Selbststudium: 900 h

3.2 5100 Erweiterte Grundlagen

Notenbildung

Die Noten der Module eines Faches gehen in die Fachnote mit einem Gewicht proportional zu den ausgewiesenen Leistungspunkten

der Module ein.

Allgemeine Hinweise

Pflichtmodul:

Prozess- und Anlagentechnik 8 LP

Wahlpflichtmodule:

Es sind vier weitere Module im Umfang von je 6 LP zu wählen.

Im Studiengang Master Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik werden folgende Wahlpflichtmodule angeboten:

- Kinetik und Katalyse
- Partikeltechnik
- Numerische Strömungssimulation
- Thermodynamik III
- Physikalische Chemie
- Thermische Transportprozesse
- Ausgewählte Formulierungstechnologien

Alternativ kann maximal ein Wahlpflichtmodul (6 LP) aus dem Fach "Erweiterte Grundlagen" des Studiengangs M. Sc. Bioingenieurwesen gewählt werden (bitte informieren Sie sich über erforderliche Vorkenntnisse!):

- Biopharmazeutische Aufarbeitungsverfahren
- Biotechnologische Stoffproduktion
- Integrierte Bioprozesse

3.2.1 Modul 5101 Prozess- und Anlagentechnik

Leistungspunkte: 8.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 6,0 Std.

Moduldauer: 2 Semester **Modulturnus:** Jährlich

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Thomas Kolb

Einordnung in Studiengang/ -fach

Pflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Die Teilnahme am Praktikum Prozess- und Anlagentechnik ist nur nach erfolgreicher Teilnahme an der Eingangsklausur möglich.

Es wird empfohlen, die Klausur erst nach Absolvieren des Praktikums zu schreiben, da Praktikumsinhalte klausurrelevant sind

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage Verfahren und die dazugehörigen verfahrenstechnischen Anlagen zu analysieren und in Form von Fließschemata darzustellen. Sie können ingenieurtechnische und verfahrenstechnische Grundlagen auf Prozesse und Verfahren der Industrie anwenden. Sie können Prozessschritte und Prozessketten auf Basis vereinfachender Annahmen und Kennzahlen auslegen und bewerten.

Inhalt

- Ingenieurtechnische Grundlagen: Fließschemata, flowsheet-Simulation, Prozessoptimierung, Sicherheitsaspekte, Wirtschaftlichkeitsbewertung
- Anwendung der ingenieurtechnischen Grundlagen im Praktikum: Verfahrenstechnik in der technischen Anwendung, Industrielle Produktionsprozesse: z. B.: Steamcracker, Methanol, Schwefelsäure, Ammoniak, Zement, Zellstoff

Literatur/Lernmaterialien

- *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2000. ISBN 9783527306732.
- **Baerns, M., et al.** *Technische Chemie*. 2., erw. Aufl. Weinheim: Wiley-VCH, 2013. ISBN 978-3-527-67409-1.
- **Weber, K.** *Engineering verfahrenstechnischer Anlagen. Praxishandbuch mit Checklisten und Beispielen*. Berlin: Springer Vieweg, 2014. SpringerLink : Bücher. ISBN 978-3-662-43529-8.
- **Perry, R., D. Green und J. Maloney.** *Perry's chemical engineer's handbook*. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 1999. ISBN 0-07-049841-5.
- **Levenspiel, O.** *Chemical reaction engineering*. 3rd ed. New York: Wiley, 1999. ISBN 047125424X.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 43 h
- Selbststudium: 87 h
- Prüfungsvorbereitung: 80 h
- Praktikum: Präsenzzeit: 9 h + Vor- & Nachbereitungszeit: 21 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Die Modulprüfung besteht aus drei Teilleistungen:

- 1) Eine schriftliche Prüfung im Umfang von 180 Minuten nach § 4 (2) Nr. 1 SPO
- 2) Ein Praktikum Prozess- und Anlagentechnik, unbenotete Studienleistung nach § 4 (3) SPO
- 3) Einer Zulassungsklausur zum Praktikum Prozess- und Anlagentechnik, unbenotete Studienleistung nach §4 (3) SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22301 - Prozess- und Anlagentechnik I, Grundlagen der Ingenieurtechnik, V + Ü, 2 SWS (WS)
- 22302 - Prozess- und Anlagentechnik II, V + Ü, 3 SWS (SS)
- 22311 - Praktikum Prozess- und Anlagentechnik, 1 SWS (WS), Pflicht

3.2.2 Modul 5102 Thermodynamik III

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Sabine Enders

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Voraussetzungen: keine; Empfehlungen: Thermodynamik I und II

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind vertraut mit den grundlegenden Prinzipien zur Beschreibung von komplexen Mischphasen und von Gleichgewichten einschließlich Gleichgewichten mit chemischen Reaktionen. Sie sind in der Lage, geeignete Stoffmodelle auszuwählen und die Zustandsgrößen realer Mehrstoffsysteme zu berechnen.

Inhalt

Phasen- und Reaktionsgleichgewichte realer Systeme, Zustandsgleichungen für reale Mischungen, Aktivitätskoeffizientenmodelle, Polymerlösungen, Proteinlösungen, Elektrolytlösungen.

Literatur/Lernmaterialien

- Stephan, P., Schaber, K., Stephan, K., Mayinger, F.: Thermodynamik, Band 2, 15. Auflage, Springer Verlag, 2010.
- Sandler, S. I.: Chemical, Biochemical and Engineering Thermodynamics, J. Wiley & Sons, 2008.
- Gmehling, J, Kolbe, B., Kleiber, M., Rarey, J.: Chemical Thermodynamics for Process Simulations, Wiley-VCG Verlag, 2012

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von 90 Minuten nach § 4 (2) Nr. 1 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22008 Thermodynamik III
- 22009 Übung zu Thermodynamik III

3.2.3 Modul 5103 Physikalische Chemie mit Praktikum

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 5,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

PD Dr. Detlef Nattland

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Zur Klausurteilnahme ist das erfolgreich bestandene Praktikum Voraussetzung. Ausnahmen sind nur in begründeten Einzelfällen möglich.

Qualifikationsziele

V+Ü: Die Studierenden verstehen die wesentlichen Grundlagen der Quantenmechanik, die für die Anwendung der spektroskopischen Methoden erforderlich sind. Sie können die ausgewählten spektroskopischen Methoden verstehen, anwenden und zur Beurteilung, Analyse und Lösung ingenieurwissenschaftlicher Problemstellungen einsetzen. Sie verstehen den thermodynamischen Formalismus zur Beschreibung von Grenzflächenphänomenen. Sie können Vorgänge der Be- und Entnetzung, der Keimbildung und der Ad- und Desorption im Rahmen dieses Formalismus analysieren. Sie können elektrochemische Zellen im Rahmen der Thermodynamik heterogener Systeme mit geladenen Teilchen verstehen und analysieren. Sie verstehen das Transportverhalten geladener Teilchen in Lösung. Sie können die Debye-Hückel-Theorie auf thermodynamische und Transport-Phänomene anwenden. Mit Hilfe dieser Kenntnisse können sie sich komplexere elektrochemische Fragestellungen wie z. B. Batterien, Brennstoffzellen und Korrosionsprozesse erarbeiten.

P: Im Rahmen des Praktikums führen sie ausgewählte Projekte durch. Angefangen von vorbereitender Einarbeitung, über die praktische Bearbeitung, bis hin zur Auswertung der erhaltenen Daten und der schriftlichen Darstellung vertiefen sie Kenntnisse anhand ausgewählter experimenteller Beispiele. Sie können die experimentellen Ergebnisse interpretieren in Hinblick auf die wissenschaftliche Aussagekraft und die Genauigkeit.

Inhalt

V+Ü: Darstellung von Grundlagen und Anwendung von chemieingenieurwissenschaftlich relevanten physikalisch-chemischen Problemen:

Grundlagen der Quantenmechanik und ihre Anwendung auf die Spektroskopie, FTIR-Absorptionsspektroskopie, UV-VIS Spektroskopie, Ramanspektroskopie, NMR-Spektroskopie; Thermodynamik der Grenzflächen, Gibbssche Adsorptionsisotherme, Adsorption an festen Oberflächen, Langmuir- und BET-Isotherme, Keimbildung und Nukleation; Elektrochemie, Thermodynamik heterogener Systeme unter Einschluss geladener Teilchen, Elektrochemische Zellen, Debye-Hückel-Theorie, Wanderung von Ionen im elektrischen Feld, technische Anwendungsbeispiele der Elektrochemie.

P: Durchführung ausgewählter Versuche aus dem Bereich Physikalische Chemie, Vertiefung der theoretischen Kenntnisse an ausgewählten Beispielen.

Literatur/Lernmaterialien

- 1) P. W. Atkins, J. de Paula, Physikalische Chemie (aktuelle Ausgabe), Wiley-VCH, Weinheim;
- 2) G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie (aktuelle Ausgabe), Wiley-VCH, Weinheim;
- 3) Begleitend zu Vorlesung und Übung wird ein kompaktes Skriptum zur Verfügung gestellt.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit V + Ü: 3 SWS; 45 h
- Selbststudium V+Ü: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h
- Praktikum: 4 Versuche; 16 h
- Praktikum Vor- und Nachbereitung; 44 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle besteht aus zwei Teilleistungen:

1. Schriftliche Prüfung im Umfang von 90 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.
2. Praktikum; unbenotete Studienleistung nach § 4 Abs. 3 SPO.

Notenbildung

Die Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 5209 Physikalische Chemie für Chemieingenieure 2V,
- 5210 Übung zu Physikalische Chemie 1Ü,
- 5229 Physikalisch-chemisches Praktikum für Chemieingenieure

3.2.4 Modul 5104 Numerische Strömungssimulation

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Hermann Nirschl

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Empfehlung: Vorlesung Fluiddynamik

Qualifikationsziele

Erarbeitung der Grundlagen der Numerischen Strömungstechnik um selbständig Berechnungen durchführen zu können

Inhalt

Navier-Stokes Gleichungen, numerische Lösungsverfahren, Turbulenz, Mehrphasenströmungen

Literatur/Lernmaterialien

1. Nirschl: Skript zur Vorlesung CFD
2. Ferziger, Peric: Numerische Strömungsmechanik
3. Oertel, Laurien: Numerische Strömungsmechanik

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 64 h
- Selbststudium: 56 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von 90 Minuten nach § 4 (2) Nr. 1 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22958 - Numerische Strömungssimulation, 2V
- 22959 - Übung zu Numerische Strömungssimulation, 1Ü

3.2.5 Modul 5105 Thermische Transportprozesse

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Matthias Kind

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können wissenschaftliche Methoden zur systematischen physikalischen Beschreibung thermischer Transportprozesse bei der Modellierung und Simulation verfahrenstechnischer Grundoperationen anwenden. Ferner können die Studierenden die Anwendung dieser Werkzeuge auf für sie neue Prozesse und Fragestellungen übertragen. Dabei besitzen sie Fertigkeiten in der quantifizierenden Anwendung des erlernten Fachwissens mit Hilfe von numerischen Rechenwerkzeugen.

Inhalt

Vertiefte Wärme- und Stoffübertragung und Grundlagen der Prozesssimulation mit Bezug zu thermischen Trennverfahren

Literatur/Lernmaterialien

- v. Böckh/Wetzel: Wärmeübertragung
- Mersmann/Kind/Stichlmair: Thermische Verfahrenstechnik

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von 180 Minuten nach § 4 (2) Nr. 1 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22824 - Thermische Transportprozesse, 2V
- 22825 - Übung zu Thermische Transportprozesse 2Ü

3.2.6 Modul 5106 Partikeltechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Achim Dittler

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Empfehlung: Vorlesung Mechanische Verfahrenstechnik oder gleichwertige Lehrveranstaltung

Qualifikationsziele

Studierende entwickeln ein fortgeschrittenes Verständnis des Verhaltens von Partikeln und Partikelsystemen in wichtigen Ingenieur Anwendungen; sie können dieses Verständnis für die Berechnung und Auslegung ausgewählter Prozesse nutzen.

Inhalt

Verhalten von Partikeln und dispersen Systemen anhand technisch relevanter Problemstellungen und wichtiger Grundoperationen der Partikeltechnik.

Literatur/Lernmaterialien

Skript, Fachbücher

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von 120 Minuten nach § 4 (2) Nr. 1 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22975 Partikeltechnik, 2V
- 22976 Übung zu Partikeltechnik, 2 Ü

Dozenten

Prof. Dr. A. Dittler

3.2.7 Modul 5107 Kinetik und Katalyse

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 5,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Bettina Kraushaar-Czarnetzki

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Studierende werden in die Kinetik von molekularem Transport und chemischen Reaktionen eingeführt. Sie lernen die Katalyse als kinetisches Phänomen kennen und verstehen. Sie sind in der Lage, die Kinetiken von homogen, enzymatisch und heterogen katalysierten Prozessen zu analysieren und zu deuten.

Inhalt

Kinetische Gastheorie; molekularer Transport in Gasen und Flüssigkeiten; Diffusivität in porösen Feststoffen; molekulare Wechselwirkungen und Lennard-Jones Potenzial; Kinetik von Homogenreaktionen; Adsorption an Feststoffoberflächen und Sorptionskinetik; Elemente der Kinetik katalysierter Reaktionen (homogene Säure-Base-Katalyse, Enzymkatalyse, heterogene Katalyse).

Literatur/Lernmaterialien

- B. Kraushaar-Czarnetzki: Skript (<https://ilias.studium.kit.edu>);
- P.W. Atkins: Physical Chemistry (Oxford University Press, 1998);
- R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot: Transport Phenomena (Wiley, 2007)
- B.C. Gates: Catalytic Chemistry (Wiley, 1992)
- G. Ertl: Reactions at Solid Surfaces (Wiley, 2009)

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 42 h
- Repetitorium: 28 h
- Selbststudium: 80 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von 60 Minuten nach § 4 (2) Nr. 1 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Erweiterte Grundlagen

Lehrveranstaltungen

- 22119 - Kinetik und Katalyse, 2V
- 22120 - Übung zu Kinetik und Katalyse, 1Ü
- 22121 - Repetitorium zu Kinetik und Katalyse, 2Ü

3.2.8 Modul 5108 Biotechnologische Stoffproduktion

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. rer.nat. Christoph Syldatk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Die Prüfungsvorleistung ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Klausur.
Folgende Kenntnisse werden vorausgesetzt: Biochemie, Genetik, Zellbiologie, Mikrobiologie.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind dazu in der Lage, das Wissen über Prozesse zur biotechnologischen Stoffproduktion auf Fragestellungen zu neuen Produktionsprozessen anzuwenden. Sie erkennen gemeinsame Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten der verschiedenen Prozesse. Sie können selbstständig Aufgabenstellungen zur Entwicklung von Prozessschemata lösen und dazu das in der Vorlesung vermittelte Wissen gebrauchen.

Inhalt

Nach einem Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Biotechnologie werden zunächst gemeinsame Grundprinzipien biotechnologischer Produktionsverfahren vorgestellt. An aktuellen Beispielen werden zunächst mikrobielle Verfahren der Industriellen Biotechnologie, der Naturstoffproduktion mit pflanzlichen Zellkulturen und der pharmazeutischen Biotechnologie mit tierischen Zellkulturen sowie wichtige enzymatische Verfahren vorgestellt. Dieses beinhaltet u.a. die Herstellung mikrobieller Biomasse, organischer Säuren, von Alkoholen und Ketonen, Aminosäuren, Vitaminen, Antibiotika, Enzymen, Biopolymeren, Aromastoffen sowie von Naturstoffen mit pflanzlichen Zellkulturen sowie von monoklonalen Antikörpern und Biopharmazeutika mit tierischen Zellkulturen im industriellen Maßstab.

Literatur/Lernmaterialien

- H. Sahn, G. Antranikian, K.-P. Stahmann, R. Takors (Eds.): Industrielle Mikrobiologie, Springer-Spektrum-Verlag 2012 (ISBN 978-3-8274-3039-7)
- H. Chmiel (Ed.): Bioprosesstechnik, Springer-Spektrum-Verlag 3. Auflage 2011 (ISBN 978-3-8274-2476-1)

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 40 h
- Vorbereitung Referat im Rahmen des Seminars: 20 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Die Erfolgskontrolle besteht aus zwei Teilleistungen:

- Prüfungsvorleistung: Seminarvortrag im Umfang von ca. 10 Minuten im Rahmen der Lehrveranstaltung; Studienleistung nach § 4 (3) SPO
- schriftliche Prüfung im Umfang von 120 Minuten nach § 4 (2) Nr. 1 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22410 - Biotechnologische Stoffproduktion, 4V mit integriertem Seminar

Zusätzlich werden Exkursionen angeboten

3.2.9 Modul 5109 Biopharmazeutische Aufarbeitungsverfahren

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Hubbuch

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Prozessentwicklung biopharmazeutischer Aufarbeitungsprozesse

Inhalt

Detaillierte Diskussion biopharmazeutischer Aufarbeitungsprozesse

Literatur/Lernmaterialien

Vorlesungsskript

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22705 - Biopharmazeutische Aufarbeitungsverfahren, 3V
- 22706 - Übung zu Biopharmazeutische Aufarbeitungsverfahren, 1Ü

3.2.10 Modul 5110 Integrierte Bioprozesse

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Clemens Posten

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Training einer ganzheitlichen Sicht auf Bioprozesse von Biologie über Verfahrenstechnik zur Systemdynamik; die Studierenden können neue Bioprozesse kreativ und vernetzt entwickeln.

Inhalt

Vorstellung und Diskussion aktueller Bioprozesse; eine Linie über heterotrophe und eine Linie speziell über phototrophe Bioprozessen; Integrationsmechanismen zwischen Molekül, Zelle, Prozessstufen, Produkt und Gesellschaft werden ausführlich herausgearbeitet.

Literatur/Lernmaterialien

- C. Posten: Integrated Bioprocesses, De Gruyter, Berlin; Skript
- H. Chmiel et al.: Bioprosesstechnik, Springer Spektrum, Heidelberg

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von 120 Minuten nach § 4 (2) Nr. 1 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

22946 – Integrierte Bioprozesse

3.2.11 Modul 5111 Ausgewählte Formulierungstechnologien

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die Anforderungen an Formulierungen aus dem Bereich Life Sciences. Sie können geeignete Matrix- und Hilfsstoffe auswählen. Sie kennen die Grundlagen zur Herstellung von flüssigen und festen Formulierungen und können ausgewählte Verfahren (s. Inhalte) auslegen. Sie kennen geeignete konventionelle und innovative Apparate. Sie identifizieren Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und qualitätsbestimmenden Eigenschaften von Formulierungen. Sie können Prozesswissen zwischen einzelnen Produktgruppen übertragen. Die Studierenden sind in der Lage, relevante Produkteigenschaften zu benennen und kennen Methoden, diese mit wissenschaftlichen Methoden zu charakterisieren. Sie können den Zusammenhang zwischen physikalischen Eigenschaften einer Formulierung und Qualitätsparametern erläutern. Darauf aufbauend können sie geeignete Messmethoden für die Beurteilung relevanter Eigenschaften auswählen und kennen Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung.

Inhalt

Hilfs- und Effektstoffe: (LV FT1: U. van der Schaaf/LVT)

Stoffklassen: Molekularer Aufbau und Eigenschaften; Aufgaben und Funktionen: z.B. Grenzflächenaktivität und Modulation der Fließeigenschaften; Messverfahren und neue Entwicklungen.

Emulgieren und Dispergieren: (LV FT2: H.P. Karbstein/LVT)

Besonderheiten flüssiger Formulierungen; Ziele der Verfahren; Grundlagen der Zerkleinerung und Stabilisierung von Tropfen und Partikeln in flüssiger Umgebung; Apparate-technische Umsetzung: Anlagenaufbau und Prozessauslegung; Prozess- und Eigenschaftsfunktionen; Beurteilung der Produktqualität: Grundlagen und Messverfahren; neue Entwicklungen.

Trocknen von Dispersionen: (LV FT3: H.P. Karbstein/LVT)

Ziele der Trocknung, Grundlagen der Haltbarkeit; Verfahren am Beispiel Sprühtrocknung, Walzentrocknung, Gefriertrocknung: Verfahrensprinzip, Anlagenaufbau und -auslegung, Prozessfunktionen. Beurteilung der Qualität von Pulvern, Instanteigenschaften: Grundlagen und Messverfahren. Agglomeration zur Verbesserung der Instanteigenschaften.

Extrusionstechnik: (LV FT4: M. A. Emin/LVT)

Grundlagen der Extrusionstechnik und der Gestaltung von extrudierten Produkten: Apparateaufbau, Verfahrensauslegung, Charakterisierung des Prozesses und der Produkte (Grundlagen der Mess- und Modellierungstechnik).

Die Vorlesung ist Voraussetzung für ein Praktikum, das im Rahmen des NF oder VF LVT gewählt werden kann.

Literatur/Lernmaterialien

- Vorlesungsskript (KIT Studierendenportal);
- Köhler, K., Schuchmann, H. P.: Emulgiertechnik, 3. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg, 978-3-89947-869-3, 2012.
- Bouvier, J., Campanella, O.H.: Extrusion Processing Technology: Food and Non-Food Biomaterials, Wiley-Blackwell, 2014
- McClements, D. J.: Food Emulsions, 3. Auflage, CRC Press, 978-1-49872-668-9, 2015
- Mezger, T.G.: Das Rheologie Handbuch, 4. Auflage, Vincentz Network, 978-3866308633, 2012

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 80 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung im Umfang von 120 Minuten nach § 4 (2) Nr. 1 SPO.

Anmerkung: Zum Bestehen der Klausur muss in jedem Teilgebiet eine Mindestpunktzahl erreicht werden.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22209 - Hilfs- und Effektstoffe, V 1 SWS
- 22229 - Emulgieren und Dispergieren, V 1 SWS
- 22226 - Trocknen von Dispersionen, V 1 SWS
- 22246 - Extrusionstechnik, V 1 SWS

Dozenten

Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein, Dr.-Ing. Ulrike van der Schaaf, Dr.- Ing. Azad Emin

Grundlage für

Vertiefungsfach Lebensmittelverfahrenstechnik

Allgemeine Hinweise

Das Modul kann alternativ im Vertiefungsfach "Produktgestaltung" gewählt werden (mit abweichender Erfolgskontrolle und abweichenden LPs)

3.3 Fach 5200 Technisches Ergänzungsfach

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle in allen Modulen ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO Master Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik 2016.

Wichtig: Für Module der Vertiefungsfächer ist teilweise eine abweichende Prüfungsdauer angegeben. Insbesondere in Vertiefungsfächern, die mit einer Blockprüfung über alle Module abgeschlossen werden, ist die Prüfungsdauer für die einzelnen Module häufig geringer. Im Technischen Ergänzungsfach beträgt die Prüfungsdauer in der Regel 30 Minuten!

Allgemeine Hinweise

Im Technischen Ergänzungsfach sollten zwei Module gewählt werden. Neben Modulen, die im Folgenden aufgeführt sind, sind alle Module aus den 15 Vertiefungsfächern auch im Technischen Ergänzungsfach wählbar.

Es wird empfohlen Module aus Vertiefungsfächern zu belegen, die NICHT Bestandteil der zwei gewählten Vertiefungsfächer sind.

Die im Folgenden beschriebenen Module können ausschließlich im Technischen Ergänzungsfach belegt werden.

3.3.1 Modul 5201 Moderne Messtechniken zur Prozessoptimierung

Leistungspunkte: 2.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 1,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Modulverantwortlicher:

Prof. Dr.-Ing. Marc Regier

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach „Technisches Ergänzungsfach“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studenten können typische Produktionsprobleme identifizieren und entsprechende Messgrößen zur Ursachenfindung auswählen. Sie sind dazu fähig, zu entscheiden, welche Messmethode geeignet ist, die Messaufgabe mit der erforderlichen Genauigkeit und Reproduzierbarkeit zu lösen, um zur Prozessoptimierung beizutragen.

Inhalt

Typische Produktionsprobleme bei der Lebensmittelherstellung anhand von Fallbeispielen und Lösungsmöglichkeiten. Messmethodiken für Temperatur, Masse, Dichte, Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit, 'Stoffleitfähigkeit', Sorptionsisotherme, (Di)elektrische Eigenschaften, Magnetische Eigenschaften (NMR, MRI), Nutzen der Modellierung zur Optimierung.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 15 h (Blockvorlesung)
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 15h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 15-20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22218 – Moderne Messtechniken zur Prozessoptimierung

Allgemeine Hinweise

Blockveranstaltung, Termin nach Absprache.

3.3.2 Modul 5202 Entwicklung eines innovativen Lebensmittelprodukts

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Ulrike van der Schaaf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Technisches Ergänzungsfach"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Der Besuch von Vorlesungen der Vertiefungsfächer Lebensmittelverfahrenstechnik und/oder Produktgestaltung wird empfohlen.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können ihr bisheriges Wissen über Lebensmittel und ihre Herstellung nutzen, um selbst ein innovatives Lebensmittelprodukt sowie einen sinnvollen Herstellungsprozess unter Berücksichtigung der Aspekte Energieeffizienz und Nachhaltigkeit zu entwickeln. Die Studierenden können Grundprinzipien des Scale ups in der Lebensmittelherstellung sowie Strategien zur großmaßstäblichen Gewährleistung der Lebensmittelqualität und –sicherheit anwenden und in Bezug auf ihr eigenes Produkt evaluieren. Sie sind mit den grundlegenden Konzepten des Marketings und der Verpackungstechnologie vertraut, können diese anwenden und bezogen auf ihr Produkt analysieren. Die Studierenden können Grundprinzipien des Projektmanagements am Beispiel der Entwicklung eines Lebensmittelprodukts anwenden und evaluieren.

Inhalt

Entwicklung eines Lebensmittelprodukts bis zur Marktreife (dies beinhaltet u.a. Lebensmittelqualität und –sicherheit, Scale-up, Marketing, Verpackung, Energieeffizienz, Nachhaltigkeit etc.); Projektmanagement.

Arbeitsaufwand

- Praktische Arbeit: 100 h
- Selbststudium: 30 h
- Ausarbeitung des Exposés: 30 h
- Vorbereitung auf das Kolloquium: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist

- eine mündliche Prüfung (Kolloquium) im Umfang von 20 Minuten
- eine schriftliche Ausarbeitung

Notenbildung

Die Modulnote: Note der mündlichen Prüfung und der Note des auszuarbeitenden Exposés.

Allgemeine Hinweise

Es besteht die Möglichkeit zur Teilnahme am Wettbewerb „EcoTrophelia“.

3.3.3 Modul 5203 Verfahrensentwicklung in der Chemischen Industrie

Leistungspunkte: 2.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 1,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Jürgen Dahlhaus

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Technisches Ergänzungsfach"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Das Modul wird Studierenden empfohlen, die bereits weit im Studium fortgeschritten sind.

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben einen praxisnahen Einblick in die Erfordernisse und Vorgehensweisen bei der Prozessgestaltung in der Chemischen Industrie gewonnen. Sie sind in der Lage, einfache Zusammenhänge und Fragestellungen mit industriellem Kontext zu verstehen und kompetent zu beurteilen und dabei ihr im Studium erlerntes Wissen an praktischen Beispielen zu spiegeln.

Inhalt

In der Vorlesung werden anhand von Vorträgen, praktischen Beispielen, Übungen und Betriebsbesichtigungen die Erfordernisse an und die Vorgehensweise bei der Verfahrensentwicklung in der Chemischen Industrie behandelt.

Literatur/Lernmaterialien

Skript

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: ca. 30 h (3 x 10 h)

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist ein schriftlicher Test, der zum Ende der Veranstaltung durchgeführt wird.

Notenbildung

Modulnote ist die Note des schriftlichen Tests.

Lehrveranstaltungen

- 22820 Blockveranstaltung

Allgemeine Hinweise

Täglicher Bustransport von KIT-CS nach Ludwigshafen und zurück

3.3.4 Modul 5230 Wirtschaftlichkeitsbewertung von Investitionsprojekten

Leistungspunkte: 2.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 1,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dieter Stapf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Technisches Ergänzungsfach"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können verfahrenstechnische Fragestellungen in betriebswirtschaftliche Denkweisen übersetzen. Sie können die Methodik industrieller Entscheidungsfindung beschreiben und anwenden, sowie wesentliche Risiken und Einflussparameter auf Investitionsentscheidungen frühzeitig identifizieren..

Inhalt

Die Entscheidung eines Unternehmens über eine Investition in eine Produktionsanlage oder in Forschung und Entwicklung beruht auf betriebswirtschaftlichen Kriterien.

In diesem Kurs mit begleitenden Workshops werden die relevanten betriebswirtschaftlichen Grundlagen und die Methodik der Wirtschaftlichkeitsbewertung von Investitionsprojekten anhand von industrienahen Fallbeispielen vermittelt.

Die Lehrveranstaltung ist in fünf aufeinander aufbauende Blöcke eingeteilt. Sie bestehen jeweils aus Präsentationen, Diskussionen, Gruppenarbeiten und Vertiefungsübungen..

Literatur/Lernmaterialien

Skript

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 15 h (Blockvorlesung)
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 15 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Voraussetzung ist die Teilnahme an einer Fallstudie.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22553 – Wirtschaftlichkeitsbewertung von Investitionsprojekten

3.3.5 Modul 5206 Rheologie Disperser Systeme

Leistungspunkte: 2.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 1,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. N. Willenbacher

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Technisches Ergänzungsfach"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage das rheologische Verhalten komplexer Fluide wie Suspensionen, Emulsionen und Schäume zu beschreiben. Sie haben den Zusammenhang zwischen Fließverhalten, Partikel- bzw. Tropfenwechselwirkung und Mikrostruktur der Fluide verstanden. Sie kennen den Zusammenhang zwischen dem Fließ- und dem verfahrenstechnischen Verhalten der komplexen Fluide und Möglichkeiten ein gewünschtes Verhalten einzustellen.

Inhalt

Grundlagen der Rheometrie, Rheologische Phänomene, Lineare Viskoelastizität
Suspensionen und Dispersionen
Grundlagen DLVO-Theorie, Fließverhalten elektrostatisch, sterisch und elektrosterisch stabilisierte Systeme
Harte Kugeln und repulsive wechselwirkende Partikel, Scherverdickung
Rheologie und maximale Packungsdichte, Kugeln, Stäbchen, Plättchen
Partikelgrößenverteilung und Viskosität, Attraktiv wechselwirkende Partikel und aggregierte Suspensionen und Gele
Emulsionen und Schäume
Herstellung von Emulsionen, Emulsionsstabilität, Tropfendeformation und –aufbruch, Fließigenschaften verdünnte und halb-verdünnte Emulsionen, konzentrierte Emulsionen und Schäume
Tenside
Tensidstrukturen, Phasendiagramme, Struktur und Rheologie.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 15 h
- Selbststudium: 35 h
- Prüfungsvorbereitung: 10 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Voraussetzung ist die Teilnahme an einer Fallstudie.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

Rheologie disperser Systeme (wird erstmals im SS18 angeboten)

3.3.6 Modul 5207 Mikrorheologie und Hochfrequenzrheometrie

Leistungspunkte: 2.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 1,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. C. Oelschlaeger

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Technisches Ergänzungsfach"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen das Prinzip der Mikrorheologie und die verschiedenen Methoden, welche in Abhängigkeit vom Stoffsystem verwendet werden können. Die Studierenden sind insbesondere mit Diffusing Wave Spectroscopy und Multiple Particle Tracking Methoden vertraut. Aus rheologischen Daten der DWS können sie auf die Biegesteifigkeit semiflexibler Objekte (Mizellen, Polymere, Fasern) zurückschließen. Mit der MPT können die Studierenden rheologische Eigenschaften orts aufgelöst auf mikroskopischer Ebene erfassen.

Die Studierenden sind mit den verschiedenen Hochfrequenz Methoden vertraut. Sie können aus den linear-viskoelastischen Eigenschaften bei hohen Frequenzen auf den Stabilisierungsmechanismus konzentrierter Dispersionen und auf Informationen über Struktur und Dynamik komplexer Fluide zurückschließen..

Inhalt

Grundlagen und experimentelle Methoden. Aktive Mikrorheologie: Optische und magnetische Pinzetten - Atomic-force Mikroskopie. Passive Mikrorheologie: Dynamische Lichtstreuung - Diffusing Wave Spectroscopy (DWS) - Multiple Particle Tracking (MPT). Vergleich *der Frequenz- und Moduli- Bereiche*. Einführung in die Brownsche Bewegung und die *mittlere quadratische Verschiebung von Tracer-Partikeln*. *Partikel Bewegung in einem rein viskosen, viskoelastischen und rein elastischem Medium*. *Diffusion und verallgemeinerte Stokes-Einstein Gleichungen*. Anwendungsbeispiele: DWS: Tenside, Polysaccharid- (Hyaluronsäure) Lösungen. Bestimmung der Biegefestigkeit.

MPT: Polymere Verdicker - Polystyrol Dispersionen - Hyaluronsäure-Collagen Cryogele für Tissue Engineering. Untersuchung mikro-struktureller, mikro-mechanischer Eigenschaften und Heterogenitäten.

Hochfrequenzrheologie: Mechanische Methoden: *Oszillatorische Scherung (PRV) und Quetschströmung (PAV) – Torsionsresonanzoszillation* - Ultraschall Scherrheometer. Anwendungsbeispiele: Tensidlösungen - konzentrierte Suspensionen.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 15 h
- Selbststudium: 35 h
- Prüfungsvorbereitung: 10 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Voraussetzung ist die Teilnahme an einer Fallstudie.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22968 – Mikrorheologie und Hochfrequenzrheometrie

3.3.7 Modul 5210 Produktgestaltung II

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: Jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Matthias Kind

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im „Technischen Ergänzungsfach“

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studenten haben bezüglich Produktgestaltung ein vielfältig erprobtes Verständnis für ihre Rolle und mögliche fachliche Aufgaben im industriellen Umfeld.

Inhalt

Stetige Produktinnovationen sind eine Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit von Firmen. In dieser Lehrveranstaltung wird das Prinzip der „Konzeptuellen Produktgestaltung“ anhand vielfältiger praxisnaher Beispiele erläutert, in Übungen und mittels eines instruktiven Films selbst erarbeitet und schließlich auf den Gebieten „Kristallisation“ und „Kolloidale Systeme“ fachlich vertieft.

Unter „Konzeptueller Produktgestaltung“ ist folgende systematische 2-stufige Vorgehensweise zu verstehen: Analyse und Nutzung des Zusammenhangs zwischen den Prozessparametern und den physico-chemischen Eigenschaften des Produktes (Prozessfunktion) und des Zusammenhangs zwischen diesen physico-chemischen Eigenschaften und der anwendungstechnischen Qualitätsmerkmale des Produktes (Eigenschaftsfunktion).

Literatur/Lernmaterialien

- Product Design and Engineering – Best Practices (Ed. U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner); Wiley VCH; Weinheim 2007; Vol. 1: Basics and Technologies; Vol. 2: Rawmaterials, Additives and Applications
- Product Design and Engineering – Formulation of Gels and Pastes (Ed. U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner); Wiley VCH; Weinheim 2013
- Weitere Vorlesungsbegleitende Unterlagen werden durch jeweilige **Dozenten** bereitgestellt

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22833 – Produktgestaltung II, Vorlesung 2 SWS (WS)

3.3.8 Modul 5235 Innovationsmanagement für Produkte und Prozesse der chemischen Industrie

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: Jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Jörg Sauer

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im „Technischen Ergänzungsfach“

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Qualifikationsziele

- Die Studierenden lernen die Strukturen der chemischen Industrie kennen.
- Sie erhalten einen Einblick in die Interpretation von Geschäftszahlen und deren Zusammenhang mit Innovationen.
- Sie wissen wie verschiedenen Faktoren Einfluss auf verfolgte Innovationsstrategien nehmen.
- Sie lernen den Ablauf eines Innovationsprozesses kennen.
- Die Studierenden bekommen die Möglichkeit das Wissen an Hand industrienaher Beispiele anzuwenden.
- Des Weiteren erhalten die Studenten einen Einblick in die Arbeiten eines Innovationsmanagements in Form einer Exkursion.

Inhalt

Hintergrund

In den letzten Jahrzehnten musste sich die chemische Industrie bedingt durch die Globalisierung auf ökonomische Veränderungen einstellen. Die Anpassung an die globalen Märkte veränderte auch die früher wissenschaftlich-technologisch orientierte Forschung und Entwicklung. Deshalb sind heutzutage in der industriellen Produkt- und Prozessentwicklung neben fundierten Kenntnissen aus dem Fachbereich Chemie und Verfahrenstechnik auch weitreichendere Fähigkeiten von Nöten: ein gutes ökonomisches Verständnis, verbunden mit der Kompetenz ein komplexes System basierend auf Geschäftszahlen zu verstehen und steuern zu können. Wissenschaftlich und technologisch ausgebildeten Personen können mit diesen Fähigkeiten Konzepte für die chemische Produkt- und Prozessentwicklung erstellen und im Rahmen der Innovationsstrategie mit strategischen Geschäftsplänen abgleichen. Die Umsetzung der Innovationsstrategie erfolgt im Innovationsprozess, der durch bestimmte Kennzahlen überprüft und gesteuert wird. Auf diese Weise kann der ökonomische Nutzen von Innovationen für das wirtschaftliche Wachstum transparent gemacht und gelenkt werden.

Umfang der Blockvorlesung

Die Vorlesung möchte grundlegende Einblicke in den Bereich des Innovationsmanagements bieten und den Teilnehmern den Bezug zur industriellen Praxis aufzeigen. Innerhalb der Vorlesung werden folgende Fragen beantwortet:

- Wie sehen die Strukturen der chemischen Industrie aus?
- Was sind Geschäftszahlen? Wie werden diese interpretiert und mit Innovationen in Zusammenhang gebracht?
- Was ist ein Kunde und wie beeinflusst er Innovationen?
- Was ist eine Geschäftsstrategie und wie steht diese im Zusammenhang mit Innovationsstrategien?
- Wie sieht ein Innovationsprozess aus und wie wird dieser gesteuert?
- Was ist ein Innovationsportfoliomanagement und warum wird es für eine erfolgreiche Innovation benötigt?
- Wie sieht ein modernes Innovationsmanagement in der chemischen Industrie aus?

Exkursion

- Die Blockvorlesung beinhaltet eine Exkursion zu Evonik in Hanau.

Literatur/Lernmaterialien

- Vorlesungsfolien

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h (Blockvorlesung 4 Tage)
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung (multiple choice) im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22328 – Innovationsmanagement für Produkte und Prozesse der chemischen Industrie

3.4 Fach 9100 Überfachliche Qualifikationen

Leistungspunkte: 2.00 ECTS

Allgemeine Informationen

Im Fach “Überfachliche Qualifikationen” sind beispielweise Angebote des House of Competence (HoC) oder des Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale (ZaK) frei wählbar. Andere nichttechnische Module können ebenfalls belegt werden.

Nicht gewählt werden können Module des Vertiefungsfachkatalogs.

3.5 Fach 9200 Berufspraktikum

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Siegfried Bajohr

Voraussetzungen/Empfehlungen

Für Berufspraktika, die während des Masterstudiums absolviert werden, existieren keine Voraussetzungen. Berufspraktika, die vor dem Masterstudium oder bereits während des Bachelorstudiums absolviert wurden, werden anerkannt, sofern zu Beginn des Praktikums bereits mindestens 120 LP erworben wurden.

Qualifikationsziele

Die angehenden Ingenieurinnen und Ingenieure haben einen ersten Einblick in die industrielle Praxis gewonnen. Bisher erlernte Fähigkeiten können sie auf Problemstellungen in der Praxis anwenden. Die Studierenden haben unterschiedliche Tätigkeitsfelder eines Unternehmens kennengelernt. Dadurch können Sie die Anforderungen unterschiedlicher Aufgaben beurteilen und können dieses Wissen für ihre spätere Berufswahl gezielt einsetzen

Inhalt

Das Berufspraktikum ist ein Fachpraktikum, bei dem die in der bisherigen Ausbildung erlernten Fähigkeiten angewendet und vertieft werden. Ein Mindestmaß an Kenntnissen und Fähigkeiten aus der angewandten Laborforschung, der Entwicklung, Projektierung und/oder der Herstellung von Produkten soll vermittelt werden. Dabei soll möglichst Einblick in mehrere verschiedene Tätigkeiten gewährt werden. Das Berufspraktikum soll über rein fachliche Inhalte hinaus Verständnis für betriebliche Zusammenhänge (Kommunikation, Arbeitssicherheit...) wecken.

Arbeitsaufwand

12 Wochen (420 h – 480 h)

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine unbenotete Studienleistung nach § 4 Abs. 3 SPO Master Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik 2016.

Zur Prüfung und Anerkennung des Berufspraktikums sind dem Praktikantenamt der Fakultät nach Abschluss der Tätigkeit die vorab erteilte Genehmigung für das Praktikum, und das Arbeitszeugnis vorzulegen.

WICHTIG: Die geleisteten Tätigkeiten müssen aus dem Arbeitszeugnis eindeutig hervorgehen. Ist dies nicht der Fall, hat der Studierende eine Tätigkeitsbeschreibung zu erstellen und von dem Betrieb gegenzeichnen zu lassen.

Notenbildung

Unbenotet

Allgemeine Hinweise

Die Suche eines Betriebes ist Sache der Praktikantinnen und Praktikanten. Das Praktikum kann beispielsweise in folgenden Branchen durchgeführt werden:

- Chemische Industrie
- Verfahrenstechnischer Anlagenbau
- Automobilzulieferer
- Agrar- und Lebensmitteltechnik,
- Pharmazeutische und Kosmetik-Industrie
- Bio- und Umwelttechnologie

Eine abgeschlossene Berufsausbildung (z. B. MTA/PTA) wird als Berufspraktikum anerkannt.

Folgende Tätigkeiten werden nicht anerkannt:

- Ausschließliche Bürotätigkeiten
- Programmieren in allgemeiner Form
- Literaturstudien
- Praktika an Hochschulen (insbesondere an Instituten des KIT),

In begründeten Fällen kann das Praktikantenamt eine Ausnahme genehmigen

Rechtliche Stellung des Praktikanten

Die hier gegebene Auskunft ist unverbindlich. Verbindlich sind die Bestimmungen der jeweiligen Versicherungsträger sowie der Vertrag mit dem Ausbildungsbetrieb. Die Praktikanten unterliegen der Betriebsordnung des Ausbildungsbetriebes. Ein Anspruch auf Entgelt besteht nicht. Sie sind nicht berufsschulpflichtig.

Während des Praktikums genießen die Praktikanten den Schutz der gesetzlichen Unfallversicherung des für den Ausbildungsbetrieb zuständigen Versicherungsträgers (Berufsgenossenschaft). Der Schutz schließt den Weg von und zu der Ausbildungsstätte ein.

Die Praktikanten unterliegen als Studierende der Krankenversicherungspflicht, das heißt sie müssen entweder im Rahmen ihrer Familie oder selbst bei einer privaten Krankenversicherung oder einer Krankenkasse versichert sein.

Für Praktika im Ausland obliegt es der Praktikantin bzw. dem Praktikanten, sich über die jeweiligen nationalen Regelungen zu informieren.

4 Vertiefungsfachmodule

4.1 Allgemeine Regelungen

WICHTIG:

Bevor Sie Prüfungen im Vertiefungsfach ablegen können, müssen Sie einen Prüfungsplan beim Masterprüfungsausschuss genehmigen lassen! Der Prüfungsplan muss anschließend im Studierendenportal als „bestanden“ verbucht werden, da ansonsten die Anmeldung zu den Vertiefungsfachprüfungen nicht möglich ist.

Allgemeine Hinweise

Gewählt werden zwei Vertiefungsfächer mit einem Umfang von je 16 LP. In jedem Vertiefungsfach sind maximal drei Module zu wählen.

Im Studiengang Master Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik darf maximal eines der beiden Vertiefungsfächer „Biopharmazeutische Verfahrenstechnik“ und „Technische Biologie“ gewählt werden.

Im Studiengang Master Bioingenieurwesen muss mindestens eines der Vertiefungsfächer „Biopharmazeutische Verfahrenstechnik“, „Technische Biologie“, „Lebensmittelverfahrenstechnik“ oder „Wassertechnologie“ gewählt werden.

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle für jedes Modul des Vertiefungsfachs ist eine mündliche Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Einige Vertiefungsfächer werden mit einer Blockprüfung abgeschlossen:

- Alle Module werden in einer gemeinsamen mündlichen Prüfung (Dauer ca. 1 h) geprüft
- Dennoch wird jedes Modul einzeln benotet

Notenbildung

Die Noten der Module eines Faches gehen in die Fachnote mit einem Gewicht proportional zu den ausgewiesenen Leistungspunkten der Module ein.

4.2 Fach 6100 Angewandte Rheologie

Voraussetzungen/Empfehlungen: keine

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Rheologie und Verfahrenstechnik disperser Systeme - <i>Rheologie disperser Systeme</i> - <i>Stabilität disperser Systeme</i> - <i>Mikrorheologie und Hochfrequenzrheometrie</i>	Hochstein, Willenbacher, Oelschlaeger	WS/SS	4 + 0	8
2	Rheologie und Verfahrenstechnik von Polymeren - <i>Rheologie von Polymeren</i> - <i>Rheologie und Rheometrie</i>	Willenbacher Hochstein	SS	3 + 1	8
3	Rheologie komplexer Fluide und moderne rheologische Messmethoden - <i>Rheologie disperser Systeme</i> - <i>Hochfrequenzrheometrie</i>	Willenbacher, Oelschlaeger	SS	2 + 0	4
4	Strömungsmechanik nicht-Newtonscher Fluide - <i>Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen</i> - <i>Kontinuumsmechanik und Strömungen nicht-Newtonscher Fluide</i>	Hochstein	WS/SS	4 + 0	8
5	Rheologie und Rheometrie	Hochstein	SS	2 + 0	4
6	Rheologie von Polymeren	Willenbacher	SS	2 + 0	4
7	Stabilität disperser Systeme	Willenbacher	WS	2 + 0	4
8	Kontinuumsmechanik und Strömungen nicht Newtonscher Fluide	Hochstein	WS	2 + 0	4
9	Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen	Hochstein	SS	2 + 0	4
10	Beispiele mech. Formulierungsverfahren: Emulgieren, Dispergieren, Extrusion	Karbstein, Emin	WS	2 + 0	4
11	Einführung in die Agglomerationstechnik	Anlauf	SS	2 + 0	4
12	Mischen und Rühren	Anlauf	WS	2 + 0	4
13	Grundlagen der Herstellungsverfahren der Keramik und Pulvermetallurgie	Oberacker	WS	2 + 0	4
14	Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle I	Wilhelm	SS	2 + 0	4
15	Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle II	Wilhelm	WS	2 + 0	4
16	Trocknungstechnik – dünne Schichten und poröse Stoffe	Schabel	SS	2 + 1	6
17	Mikrofluidik (inkl. Fallstudie)	Lenewit	WS	2 + 1	6

Kombinationen:

- Mindestens eines der Module 1 – 3 muss gewählt werden
- Module 1 und 3 nicht kombinierbar.
- Module 5, 6, 7,8 oder 9 nur wählbar, wenn nicht in gewählten Modulen 1, 2, 3 oder 4 enthalten
- Modul 10 nicht wählbar, wenn das Wahlpflichtmodul „Ausgewählte Formulierungstechnologien“ gewählt wurde

Prüfungsmodul: Mündliche Gesamtprüfung der Modulkombination

4.2.1 Modul 6101 Rheologie und Verfahrenstechnik disperser Systeme

Leistungspunkte: 8.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 2 Semester **Modulturnus:** jährlich

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Norbert Willenbacher, Dr. Claude Oelschlaeger

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Angewandte Rheologie"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können wesentliche Grundlagen zur Struktur und zur Herstellung von Dispersionen und Emulsionen erläutern. Sie können diese zur Erreichung bestimmter rheologischer Eigenschaften von komplexen Fluiden in verfahrenstechnischen Prozesse anwenden.

Sie können das Fließverhalten und die kolloidale Stabilität disperser Systeme in Hinblick auf Anwendungs- und Verarbeitungseigenschaften analysieren und kritisch bewerten.

Die Studierenden kennen das Prinzip der Mikrorheologie und die verschiedenen Methoden, welche in Abhängigkeit vom Stoffsystem verwendet werden können. Die Studierenden sind insbesondere mit Diffusing Wave Spectroscopy und Multiple Particle Tracking Methoden vertraut. Aus rheologischen Daten der DWS können sie auf die Biegesteifigkeit semiflexibler Objekte (Mizellen, Polymere, Fasern) zurückschließen. Mit der MPT können die Studierenden rheologische Eigenschaften orts aufgelöst auf mikroskopischer Ebene erfassen.

Die Studierenden sind mit den verschiedenen Hochfrequenz Methoden vertraut. Sie können aus den linear-viskoelastischen Eigenschaften bei hohen Frequenzen auf den Stabilisierungsmechanismus konzentrierter Dispersionen und auf Informationen über Struktur und Dynamik komplexer Fluide zurückschließen.

Inhalt

Stabilität disperser Systeme

Kolloidale Wechselwirkungen, DLVO-Theorie, Polymeradsorption und sterische Wechselwirkungen, sog. Verarmungs- (depletion) Wechselwirkung.

Dispersionen: elektrostatische und sterische Stabilisierung, Flockung und Koagulation, schnelle Koagulation (Smoluchowski-Gleichung), langsame Koagulation, strömungsinduzierte Koagulation

Emulsionen: Herstellung von Emulsionen, mechanische Beanspruchung, Stabilisierung durch Tenside, Thermodynamik von Oberflächen, Gibbs Adsorptionsgleichung, Grenz- und Oberflächenspannung/ Benetzung, Aufrahmung und Sedimentation, Koaleszenz, Ostwald-Reifung

Stabilisierung durch Polymere, Proteine, feste Partikel (Pickering Emulsionen)

Schäume: Struktur- und Topologie, Koaleszenz, Disproportionierung, Drainage, Filmstabilität und -kollaps, Entschäumen

Messmethoden: optische Methoden: statische und dynamische Lichtstreuung, Trübung, DWS, Zentrifugation, Elektrokinetik, dielektrische Spektroskopie, Leitfähigkeit, Ultraschall, Rheologie, Kalorimetrie, statische und dynamische Schäumtests, Praxisbeispiele

Rheologie disperser Systeme

Grundlagen der Rheometrie, Rheologische Phänomene, Lineare Viskoelastizität

Suspensionen und Dispersionen

Grundlagen DLVO-Theorie, Fließverhalten elektrostatisch, sterisch und elektrosterisch stabilisierte Systeme

Harte Kugeln und repulsive wechselwirkende Partikel, Scherverdickung

Rheologie und maximale Packungsdichte, Kugeln, Stäbchen, Plättchen

Partikelgrößenverteilung und Viskosität, Attraktiv wechselwirkende Partikel und aggregierte Suspensionen und Gele

Emulsionen und Schäume

Herstellung von Emulsionen, Emulsionsstabilität, Tropfendeformation und –aufbruch,

Fließeigenschaften verdünnte und halb-verdünnte Emulsionen, konzentrierte Emulsionen und Schäume

Tenside

Tensidstrukturen, Phasendiagramme, Struktur und Rheologie

Mikrorheologie und Hochfrequenzrheometrie

Grundlagen und experimentelle Methoden. Aktive Mikrorheologie: Optische und magnetische Pinzetten - Atomic-force Mikroskopie. Passive Mikrorheologie: Dynamische Lichtstreuung - Diffusing Wave Spectroscopy (DWS) - Multiple Particle Tracking (MPT). Vergleich *der Frequenz- und Moduli- Bereiche*. Einführung in die Brownsche Bewegung und die *mittlere quadratische Verschiebung von Tracer-Partikeln*. *Partikel Bewegung in einem rein viskosen, viskoelastischen und rein elastischem Medium*. *Diffusion und verallgemeinerte Stokes-Einstein Gleichungen*. Anwendungsbeispiele: DWS: Tenside, Polysaccharid- (Hyaluronsäure) Lösungen. Bestimmung der Biegefestigkeit.

MPT: Polymere Verdicker - Polystyrol Dispersionen - Hyaluronsäure-Collagen Cryogele für Tissue Engineering. Untersuchung mikro-struktureller, mikro-mechanischer Eigenschaften und Heterogenitäten.

Hochfrequenzrheologie: Mechanische Methoden: *Oszillatorische Scherung (PRV) und Quetschströmung (PAV) – Torsionsresonanzoszillation* - Ultraschall Scherrheometer. Anwendungsbeispiele: Tensidlösungen - konzentrierte Suspensionen.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 140 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Vertiefungsfach: Angewandte Rheologie

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- – Rheologie disperser Systeme (neu ab SS 18)
- 22916 – Stabilität disperser Systeme
- 22968 – Mikrorheologie und Hochfrequenzrheometrie

Dozenten

Prof. Dr. N. Willenbacher, Dr. C. Oelschlaeger

4.2.2 Modul 6102 Rheologie und Verfahrenstechnik von Polymeren

Leistungspunkte: 8.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Norbert Willenbacher, Dr.-Ing. B. Hochstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Angewandte Rheologie"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die wichtigsten rheologischen Phänomene und sind mit deren Bestimmung vertraut. Die Studierenden kennen die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften von Polymermolekülen und die molekularen Ursachen für das makroskopische viskoelastische Verhalten. Die Studierenden sind mit den wichtigsten Modellen zur Beschreibung des Fließverhaltens von Polymerschmelzen, -lösungen und -gelen vertraut. Aus rheologischen Daten können sie auf den molekularen Aufbau der entsprechenden Polymere zurückschließen. Die Studierenden können das Verarbeitungsverhalten von Polymeren an Hand rheologischer Daten beurteilen.

Die Studierenden sind in der Lage das rheologische Verhalten komplexer Fluide wie Suspensionen und Emulsionen zu beschreiben und kennen die zur Verfügung stehenden Meßmethoden und Rheometer für die Ermittlung der rheologischen Materialfunktionen sowie deren Anwendungsgebiete. Sie kennen den Zusammenhang zwischen dem Fließ- und dem verfahrenstechnischen Verhalten der komplexen Fluide und die Möglichkeiten spezielles Verhalten einzustellen

Inhalt

Rheologie von Polymeren

Grundlagen der (Scher)-Rheometrie & Rheologische Phänomene, Lineare Viskoelastizität, Polymere in Natur und Technik, Was ist ein Polymer? Kettenmodelle und -statistik, verdünnte und mäßig konzentrierte Lösungen, Rouse-Modell - vom Molekül zum Modul!

Zimm-Modell - Intrinsische Viskosität, Molmasse, Molekülarchitektur, Einfluss von Polymerkonzentration und Lösemittelgüte, konzentrierte Lösungen und Schmelzen, Entanglement-Konzept, Röhrenmodelle und Reptation, Einfluss von Molmassenverteilung und Glastemperatur, Zeit-Temperatur Superposition, Gele und Netzwerke, Verdickerlösungen.

Dehnrheologie und Beschichtungsprozesse, Technische Bedeutung - Beispiele aus der industriellen Praxis.

Rheologie und Rheometrie

Rheologische Materialfunktionen; Relevanz rheologischer Größen in Produktentwicklung, Qualitätsmanagement und Verarbeitung; Praxisrelevante Schergeschwindigkeiten; allgemeiner Spannungszustand, Extraspannungen, Definition des hydrostatischen Druckes, viskometrische Strömung; Rheologische Grundkörper; Kugelfall- und Auslaufviskosimeter, Kegel-Platte-, Platte-Platte-, koaxiales Zylinderrheometer, Hochdruck-Kapillarrheometer;

Energiedissipation bei einer Scherung; thermo-rheologisches Verhalten; Versuchsführungen; Schwingungsrheologie, Cox-Merz Beziehung, Time-Temperature Superposition, Strain rate frequency Superposition, Einführung in die Dehnrheologie (CaBER-Experiment); Anwendungsbeispiele: Auslegung eines Spenders für kosmetische Produkte, Ermittlung der (Temperatur-) Stabilität von Emulsionen mittels Schwingungsanalyse, Bestimmung der Molmassenverteilung eines Polymers aus der Viskositätsfunktion, Rheologisches Verhalten linearer unvernetzter Polymere

Literatur/Lernmaterialien

Wird in den Vorlesungen bekannt gegeben.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60
- Selbststudium: 140
- Prüfungsvorbereitung: 40

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22924 – Rheologie von Polymeren
- 22949 – Rheologie und Rheometrie

4.2.3 Modul 6103 Strömungsmechanik nicht-Newtonscher Fluide

Leistungspunkte: 8.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** Jährlich

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Bernhard Hochstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Angewandte Rheologie"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig strömungsmechanische Fragestellungen, mit Hilfe der Dimensionsanalyse zu analysieren und die für das Problem relevanten dimensionslosen Kennzahlen zu ermitteln. Zudem ist der Studierende fähig für konkrete Fragestellungen exakte mathematische Beschreibungen und für „Klassen von Problemen“ allgemein gültige mathematische Formulierungen herzuleiten und das Ergebnis kritisch zu beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage die Eigenschaften nicht-Newtonscher Fluide ebenso zu berücksichtigen wie temperaturabhängige Stoffgrößen und somit die Auswirkungen von Temperaturänderungen. Die Studierenden sind fähig Ähnlichkeitsgesetze – nicht nur auf Größenänderungen – anzuwenden.

Die Studierenden sind fähig beliebige Strömungen und deren Eigenschaften mathematisch zu beschreiben. Die Studierenden kennen die rheologischen Materialgesetze zur Beschreibung beliebiger (dreidimensionaler) Strömungen von Newtonschen- und nicht-Newtonschen Fluiden in differenzieller und integraler Form. Sie sind in der Lage zu beurteilen welche nicht-Newtonschen Eigenschaften der Flüssigkeit für den konkreten (Strömungs-) Vorgang relevant sind. Die Studierenden können die Bilanzgleichungen unter Verwendung der nicht-Newtonschen Materialgesetze formulieren und so für eine (in der Regel numerische) Lösung bereitstellen.

Inhalt

„Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen“

Dimensionsanalyse als exakte Wissenschaft, Voraussetzungen, Möglichkeiten, π -Theorem, dimensionslose Kennzahlen (π -Produkte), Vorgehensweise zur Ermittlung aller relevanten Daten eines Problems. Beispiele: Schleppwiderstand eines Schiffes, Widerstand eines umströmter Körper, Druckverlust einer Rohrströmung bei glatten und rauhen Wänden, Durchströmung einer Packung (Gesetze von Darcy, Molerus u.a., Karman & Kozeny, Ergun); Leistungsbedarf eines Rührkessels; Rühren nicht-Newtonscher Fluide; Kennlinie einer Kreiselpumpe; Zerstäuben einer Flüssigkeit in einer Einstoffdüse, Suspendieren in einem Rührwerk, Herstellen von flüssig/flüssig Emulsionen, Konvektiver Wärmeübergang an einer überströmten Platte.

„Strömungsmechanik nicht-Newtonscher Fluide“

Newtonsches Fluid, nicht-Newtonsches Fluid, rheologisch einfaches Fluid, integrale und differenzielle Stoffgesetze, empirische Stoffgesetze, nicht lineares Fließen, Normalspannungsdifferenzen, Dehnviskosität, Relaxationszeit.

Kinematische Konzepte: Strom-, Bahn- und Streichlinie, Eigenschaften und Beschreibung von Strömungen, Schichtenströmungen, Dehnströmungen.

Kontinuumsmechanische Konzepte: Massen- und Volumenkräfte, Extraspannungen, thermodynamischer Druck, Masse-, Energie und Impulsbilanz, Erhaltungssätze. Strömungen die durch die Fließfunktion kontrolliert werden (Rohr-, Schlepp-Druck-, Schraubenströmung); Strömungen die durch die Normalspannungsdifferenz kontrolliert werden (Weissenberg-Effekt, Strangaufweitung); Dehnströmungen (Ziehen eines Fadens, Dehnen einer Lamelle, pulsierende Blase)

Literatur/Lernmaterialien

Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 140 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22927 – Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen; 2 V; SS
- 22962 – Strömungsmechanik nicht-Newtonscher Fluide; 2V; WS

Dozenten

Dr.-Ing. B. Hochstein

4.2.4 Modul 6105 Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Bernhard Hochstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Gas-Partikel-Systeme
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, strömungsmechanische Fragestellungen, mit Hilfe der Dimensionsanalyse zu analysieren und die für das Problem relevanten dimensionslosen Kennzahlen zu ermitteln. Zudem ist der Studierende fähig für konkrete Fragestellungen exakte mathematische Beschreibungen und für „Klassen von Problemen“ allgemein gültige mathematische Formulierungen herzuleiten und das Ergebnis kritisch zu beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage die Eigenschaften nicht-Newtonscher Fluide ebenso zu berücksichtigen wie temperaturabhängige Stoffgrößen und somit die Auswirkungen von Temperaturänderungen. Die Studierenden sind fähig Ähnlichkeitsgesetze – nicht nur auf Größenänderungen – anzuwenden.

Inhalt

Dimensionsanalyse als exakte Wissenschaft, Voraussetzungen, Möglichkeiten, π -Theorem, dimensionslose Kennzahlen (π -Produkte), Vorgehensweise zur Ermittlung aller relevanten Daten eines Problems. Ermittlung und Anwendung von Ähnlichkeitsgesetzen (Scale-up). Beispiele: Schleppwiderstand eines Schiffes, Widerstand eines umströmten Körpers, Druckverlust einer Rohrströmung bei glatten und rauhen Wänden, Durchströmung einer Packung (Gesetze von Darcy, Molerus u.a., Karman & Kozeny, Ergun); Leistungsbedarf eines Rührkessels; Rühren nicht-Newtonscher Fluide; Kennlinie einer Kreiselpumpe; Zerstäuben einer Flüssigkeit in einer Einstoffdüse, Suspendieren in einem Rührwerk, Herstellen von flüssig/flüssig Emulsionen, Konvektiver Wärmeübergang an einer überströmten Platte.

Literatur/Lernmaterialien

Wird in der Vorlesung angegeben

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22927 – Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen; 2 V

4.2.5 Modul 6106 Beispiele mechanischer Formulierungsverfahren: Emulgieren, Dispergieren, Extrusion

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Produktgestaltung
- Prozesse der mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Das Modul kann nicht in Kombination mit dem Wahlpflichtmodul „Ausgewählte Formulierungstechnologien“ gewählt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Grundlagen zur Herstellung von flüssigen und festen Formulierungen und können ausgewählte Verfahren auslegen. Sie kennen geeignete konventionelle und innovative Apparate. Sie identifizieren Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und qualitätsbestimmenden Eigenschaften von Formulierungen. Sie können Prozesswissen zwischen einzelnen Produktgruppen übertragen

Inhalt

Emulgieren und Dispergieren: (LV FT2: H.P. Karbstein/LVT)

Besonderheiten flüssiger Formulierungen; Ziele der Verfahren; Grundlagen der Zerkleinerung und Stabilisierung von Tropfen und Partikeln in flüssiger Umgebung; Apparate technische Umsetzung: Anlagenaufbau und Prozessauslegung; Prozess- und Eigenschaftsfunktionen; Beurteilung der Produktqualität: Grundlagen und Messverfahren; neue Entwicklungen.

Extrusionstechnik: (LV FT4: M.A. Emin/LVT)

Grundlagen der Extrusionstechnik und der Gestaltung von extrudierten Produkten: Apparateaufbau, Verfahrensauslegung, Charakterisierung des Prozesses und der Produkte (Grundlagen der Mess- und Modellierungstechnik).

Vorlesung ist Voraussetzung für ein Praktikum, das im Rahmen des NF oder VF LVT gewählt werden kann

Literatur/Lernmaterialien

- Köhler, K., Schuchmann, H. P.: Emulgiertechnik, 3. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg, 978-3-89947-869-3, 2012.
- Bouvier, J., Campanella, O.H.: Extrusion Processing Technology: Food and Non-Food Biomaterials, Wiley-Blackwell, 2014

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 40 h

Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 15 - 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22229 - Emulgieren und Dispergieren
- 22246 - Extrusionstechnik

Dozenten

Prof. Dr.-Ing. H. P. Karbstein, Dr.-Ing. A. Emin

4.2.6 Modul 6107 Einführung in die Agglomerationstechnik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Harald Anlauf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Angewandte Rheologie
- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die grundlegenden Gesetze und daraus folgende physikalische Prinzipien der Agglomeration von Partikeln erläutern und nicht nur den dazu geeigneten Verfahren zuordnen, sondern auch ausgewählten Apparaten. Sie sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen Produkt-, Betriebs- und Konstruktionsparametern herzustellen und auf verschiedene Agglomerationsverfahren anzuwenden. Sie können Agglomerationsaufgaben mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und alternative Lösungsvorschläge angeben. Auf der Basis des Gelernten können die Studierenden beurteilen, ob und gegebenenfalls in welcher Form ein erfolversprechender Agglomerationsprozess gestaltet werden kann.

Literatur/Lernmaterialien

Anlauf: Skriptum „Einführung in die Agglomerationstechnik“

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h (Vorlesung 2 SWS)
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO 2016

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22935 - Einführung in die Agglomerationstechnik

4.2.7 Modul 6108 Mischen und Rühren

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Harald Anlauf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Angewandte Rheologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die grundlegenden Gesetze und daraus folgende physikalische Prinzipien des Mischens und Rührens erläutern und nicht nur den dazu geeigneten Verfahren zuordnen, sondern auch ausgewählten Apparaten. Sie sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen Produkt-, Betriebs- und Konstruktionsparametern herzustellen und auf verschiedene Misch- und Rühraufgaben anzuwenden. Sie können Misch- und Rühraufgaben mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und alternative Lösungsvorschläge angeben. Auf der Basis des Gelernten können die Studierenden beurteilen, ob und gegebenenfalls in welcher Form ein erfolversprechender Misch- und Rührprozess gestaltet werden kann.

Inhalt

Statistische Methoden zur Charakterisierung der Mischgüte; Charakterisierung der Fließeigenschaften von Schüttgütern und Flüssigkeiten; Einführung in die Dimensionsanalyse zur Ermittlung von mischtechnisch wichtigen Kennzahlen; Scale-up Verfahren für spezifische Mischprozesse auf der Basis der Ähnlichkeitstheorie; Feststoffmischverfahren, wie Freifall-, Schub-, Intensivmischer, Wirbelschicht-, Luftstrahl- und Umwälzmischer, Haldenmischverfahren; Fluidmischverfahren, wie Homogenisierung, Suspendierung, Emulgierung, Begasung und Wärmeübertragung; Statische Mischer und Knetter.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h (Vorlesung 2 SWS)
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Vertiefungsfach: Angewandte Rheologie

Lehrveranstaltungen

- 22967 – Mischen und Rühren

Dozenten

Dr.-Ing. Harald Anlauf

4.2.8 Modul 6109 Grundlagen der Herstellungsverfahren der Keramik und Pulvermetallurgie

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Rainer Oberacker

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Vorraussetzungen: keine.

Empfehlung: Es werden Kenntnisse der allgemeinen Werkstoffkunde vorausgesetzt

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse zur Charakterisierung von Pulvern, Pasten und Suspensionen. Sie kennen die verfahrenstechnischen Grundlagen, die für die Verarbeitung von Partikelsystemen zu Formkörpern relevant sind. Sie können diese Grundlagen zur Auslegung von ausgewählten Verfahren der Nass- und Trockenformgebung anwenden.

Inhalt

Die Vorlesung vermittelt verfahrenstechnisches Grundlagenwissen zur Herstellung von Formkörpern aus Keramik- und Metall-Partikelsystemen. Sie gibt einen Überblick über die wichtigsten Formgebungsverfahren und ausgewählte Werkstoffgruppen.

Schwerpunkt bilden die Themenbereiche Charakterisierung und Eigenschaften von partikulären Systemen und insbesondere die Grundlagen der Formgebungsverfahren für Pulver, Pasten und Suspensionen.

Literatur/Lernmaterialien

- Folien zur Vorlesung: verfügbar unter <http://ilias.studium.kit.edu>
- R.J. Brook: Processing of Ceramics I+II, VCH Weinheim, 1996
- M.N. Rahaman: Ceramic Processing and Sintering, 2nd Ed., Marcel Dekker, 2003
- W. Schatt ; K.-P. Wieters ; B. Kieback. „Pulvermetallurgie: Technologien und Werkstoffe“, Springer, 2007
- R.M. German. “Powder metallurgy and particulate materials processing. Metal Powder Industries Federation, 2005
- F. Thümmel, R. Oberacker. “Introduction to Powder Metallurgy”, Institute of Materials, 1993

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 – 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 2193010 - Grundlagen der Herstellungsverfahren der Keramik und Pulvermetallurgie

4.2.9 Modul 6110 Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle I

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Manfred Wilhelm

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Angewandte Rheologie"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben ein umfangreiches Verständnis der Polymerchemie, das die Herstellung, die physikalische Grundlagen sowie einfache Charakterisierung umfasst.

Sie verfügen über Wissen in diesen Bereichen:

- Herstellung von Polymeren
- Physikalische Eigenschaften von Polymeren und der Zusammenhang mit der Herstellungsmethode
- Grundlegende Charakterisierung

Inhalt

- Chemie und Synthese der Polymere
- Physik der Polymere
- Makromoleküle: Molekulargewichtsverteilung und Standardcharakterisierung

Literatur/Lernmaterialien

- Vorlesungsskript
- "Makromolekulare Chemie", B. Tiede, Wiley-VCH, 2005
- "Makromolekulare Chemie", Lechner, Gehrke, Nordmeier, Birkhäuser Verlag, 2003
- Weitere Literatur in Skript/Vorlesung

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

Vertiefungsfach: Angewandte Rheologie

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 5501 – Chemie und Physik der Makromoleküle

Dozenten

Prof. Dr. Manfred Wilhelm

4.2.10 Modul 6111 Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle II

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Manfred Wilhelm

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Angewandte Rheologie"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Nur in Kombination mit "Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle I" möglich.

Qualifikationsziele

Die Studierenden erwerben ein umfangreiches Verständnis der Polymerchemie, das die Herstellung, die Charakterisierung und die Anwendung von Polymeren umfasst.

Sie verfügen über Wissen in diesen Bereichen:

- Herstellung von Polymeren
- Charakterisierung von Polymeren
- Einsatzgebiete von Kunststoffen
- Verarbeitung von Kunststoffen
- Zusammenhang zwischen Herstellungsmethoden und resultierenden Werkstoffeigenschaften.

Inhalt

- Chemie und Synthese der Polymere
- Physik der Polymere
- Makromoleküle und ihre Charakterisierung
- Polymerverarbeitung
- Spezielle Themen, z.B. Polyelektrolyte & Polymer blends

Literatur/Lernmaterialien

- Vorlesungsskript
- "Makromolekulare Chemie", B. Tieke, Wiley-VCH, 2005
- "Makromolekulare Chemie", Lechner, Gehrke, Nordmeier, Birkhäuser Verlag, 2003
- Weitere Literatur in Skript/Vorlesung

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 5501 – Chemie und Physik der Makromoleküle

Dozenten

Prof. Dr. Manfred Wilhelm

Allgemeine Hinweise

Die Inhalte der Module "Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle I" und "Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle II" werden in einer gemeinsamen mündlichen Prüfung abgeprüft.

4.2.11 Modul 6112 Trocknungstechnik - dünne Schichten und poröse Stoffe

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. h. c. Wilhelm Schabel

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Thermische Verfahrenstechnik
- Angewandte Rheologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage Anforderungen an ein geeignetes Trocknungsverfahren zu identifizieren. Sie haben einen Überblick über den Stand der Wissenschaft und Technik und sind in der Lage ein solches Verfahren auszulegen, zu bewerten und auszuwählen.

Das Qualifikationsziel ist es eine methodische Vorgehensweise zu erlernen, um die grundlegenden Erkenntnisse auf neue Prozesse und Apparate zu übertragen.

Inhalt

Einführung und industrielle Anwendungen zur Trocknungstechnik; Trocknungsverfahren und Modellbildung; Modellierung der Wärme- Stoffübertragung bei der Trocknung; Bestimmung von Materialeigenschaften, Feuchteleitung, Sorption, Diffusion; Trocknungsverlaufskurve, Trocknungsabschnitte; Anwendung der Grundlagen auf die Trocknung dünner Schichten und poröser Stoffe; Prinzipien der Sprüh-, Wirbelschicht-, Mikrowellen-, Infrarot- und Gefriertrocknung.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 - 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22811 – Trocknungstechnik - poröse Stoffe und dünne Schichten, Vorlesung, 2 SWS
- 22821– Übung und Beispiele zu 22811, 1 SWS

4.2.12 Modul 6113 Mikrofluidik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Gero Lenewit

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Definition des Begriffes „Mikrofluidik“; Physik der Miniaturisierung, Größenskalen der Mikrofluidik; Einführung in die Mikrofabrikationstechniken; Fluidodynamik mikrofluidischer Systeme, Grundgleichungen der Strömungsmechanik, reibungsdominierte Strömungen; Elektrohydrodynamik von Mikrosystemen, Elektroosmose, Elektrophorese und DNA-Sequenzierung; Diffusion, Mischen und Trennen in Mikrosystemen; Grenzflächenphänomene und Mehrphasenströmungen in Mikrosystemen; Digitale Mikrofluidik und mikrofluidische Systeme.

Lehrveranstaltungen

- 22964 - Mikrofluidik - Grundlagen und Anwendungen
- 22971 - Fallstudien zur Mikrofluidik (Praktikum zu 22964)

Dozenten

- Dr. Gero Lenewit

4.2.13 Modul 5204 Rheologie und Rheometrie

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. B. Hochstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage das rheologische Verhalten komplexer Fluide wie Suspensionen und Emulsionen zu beschreiben und kennen die zur Verfügung stehenden Meßmethoden und Rheometer für die Ermittlung der rheologischen Materialfunktionen sowie deren Anwendungsgebiete. Sie kennen den Zusammenhang zwischen dem Fließ- und dem verfahrenstechnischen Verhalten der komplexen Fluide und die Möglichkeiten spezielles Verhalten einzustellen.

Inhalt

Rheologische Materialfunktionen; Relevanz rheologischer Größen in Produktentwicklung, Qualitätsmanagement und Verarbeitung; Praxisrelevante Schergeschwindigkeiten; allgemeiner Spannungszustand, Extraspannungen, Definition des hydrostatischen Druckes, viskosimetrische Strömung; Rheologische Grundkörper; Kugelfall- und Auslaufviskosimeter, Kegel-Platte-, Platte-Platte-, koaxiales Zylinderrheometer, Hochdruck-Kapillarrheometer; Energiedissipation bei einer Scherung; thermo-rheologisches Verhalten; Versuchsführungen; Schwingungsrheologie, Cox-Merz Beziehung, Time-Temperature Superposition, Strain rate frequency Superposition, Einführung in die Dehnrheologie (CaBER-Experiment); Anwendungsbeispiele: Auslegung eines Spenders für kosmetische Produkte, Ermittlung der (Temperatur-) Stabilität von Emulsionen mittels Schwingungsanalyse, Bestimmung der Molmassenverteilung eines Polymers aus der Viskositätsfunktion, Rheologisches Verhalten linearer unvernetzter Polymere.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Vertiefungsfach: Angewandte Rheologie

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Lehrveranstaltungen

- 22949 – Rheologie und Rheometrie

4.2.14 Modul 5205 Rheologie von Polymeren

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. N. Willenbacher

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften von Polymermolekülen und die molekularen Ursachen für das makroskopische viskoelastische Verhalten.

Die Studierenden sind mit den wichtigsten Modellen zur Beschreibung des Fließverhaltens von Polymerschmelzen, -lösungen und -gelen vertraut. Aus rheologischen Daten können sie auf den molekularen Aufbau der entsprechenden Polymere zurückschließen.

Die Studierenden können das Verarbeitungsverhalten von Polymeren an Hand rheologischer Daten beurteilen.

Inhalt

Grundlagen der (Scher)-Rheometrie & Rheologische Phänomene, Lineare Viskoelastizität, Polymere in Natur und Technik, Was ist ein Polymer? Kettenmodelle und -statistik, verdünnte und mäßig konzentrierte Lösungen, Rouse-Modell - vom Molekül zum Modul !

Zimm-Modell - Intrinsic Viskosität, Molmasse, Molekülarchitektur, Einfluss von Polymerkonzentration und Lösemittelgüte, konzentrierte Lösungen und Schmelzen, Entanglement-Konzept, Röhrenmodelle und Reptation, Einfluss von Molmassenverteilung und Glas temperatur, Zeit-Temperatur Superposition, Gele und Netzwerke, Verdickerlösungen.

Dehnrheologie und Beschichtungsprozesse, Technische Bedeutung - Beispiele aus der industriellen Praxis.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Vertiefungsfach: Angewandte Rheologie

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22924 – Rheologie von Polymeren

4.2.15 Modul 5208 Stabilität disperser Systeme

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. N. Willenbacher

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Phänomene, die zur der De-Stabilisierung kolloidaler Systeme führen und können diese Vorgänge quantitativ beschreiben. Sie kennen die wichtigsten Mechanismen zur Stabilisierung von Dispersionen, Emulsionen und Schäumen und können Produkteigenschaften entsprechend gestalten.

Inhalt

DLVO-Theorie, Polymeradsorption und sterische Wechselwirkungen, sog. Verarmungs- (depletion) Wechselwirkung.

Dispersionen: elektrostatische und sterische Stabilisierung, Flockung und Koagulation, schnelle Koagulation (Smoluchowski-Gleichung), langsame Koagulation, strömungsinduzierte Koagulation

Emulsionen: Herstellung von Emulsionen, mechanische Beanspruchung, Stabilisierung durch Tenside, Thermodynamik von Oberflächen, Gibbs Adsorptionsgleichung, Grenz- und Oberflächenspannung/ Benetzung, Aufrahmung und Sedimentation, Koaleszenz, Ostwald-Reifung

Stabilisierung durch Polymere, Proteine, feste Partikel (Pickering Emulsionen)

Schäume: Struktur- und Topologie, Koaleszenz, Disproportionierung, Drainage, Filmstabilität und -kollaps, Entschäumen

Messmethoden: optische Methoden: statische und dynamische Lichtstreuung, Trübung, DWS

Zentrifugation, Elektrokinetik, dielektrische Spektroskopie, Leitfähigkeit, Ultraschall, Rheologie, Kalorimetrie, statische und dynamische Schäumtests

Praxisbeispiele

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22916 – Stabilität disperser Systeme

4.2.16 Modul 5209 Kontinuumsmechanik und Strömungen nicht-Newtonscher Fluide

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. B. Hochstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig beliebige Strömungen und deren Eigenschaften mathematisch zu beschreiben. Die Studierenden kennen die rheologischen Materialgesetze zur Beschreibung beliebiger (dreidimensionaler) Strömungen von Newtonschen- und nicht-Newtonschen Fluiden in differenzieller und integraler Form. Sie sind in der Lage zu beurteilen welche nicht-Newtonschen Eigenschaften der Flüssigkeit für den konkreten (Strömungs-) Vorgang relevant sind. Die Studierenden können die Bilanzgleichungen unter Verwendung der nicht-Newtonschen Materialgesetze formulieren und so für eine (in der Regel numerische) Lösung bereitstellen.

Inhalt

Newtonsches Fluid, nicht-Newtonsches Fluid, rheologisch einfaches Fluid, integrale und differenzielle Stoffgesetze, empirische Stoffgesetze, nicht lineares Fließen, Normalspannungsdifferenzen, Dehnviskosität, Relaxationszeit. Kinematische Konzepte: Strom-, Bahn- und Streichlinie, Eigenschaften und Beschreibung von Strömungen, Schichtenströmungen, Dehnströmungen. Kontinuumsmechanische Konzepte: Massen- und Volumenkräfte, Extraspannungen, thermodynamischer Druck, Masse-, Energie und Impulsbilanz, Erhaltungssätze. Strömungen die durch die Fließfunktion kontrolliert werden (Rohr-, Schlepp-Druck-, Schraubenströmung); Strömungen die durch die Normalspannungsdifferenz kontrolliert werden (Weissenberg-Effekt, Strangaufweitung); Dehnströmungen (Ziehen eines Fadens, Dehnen einer Lamelle, pulsierende Blase).

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Vertiefungsfach: Angewandte Rheologie

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Lehrveranstaltungen

22962 – Strömungsmechanik nicht-Newtonscher Fluide

4.2.17 Modul Rheologie komplexer Fluide und moderne rheologische Messmethoden

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, Sommersemester

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Norbert Willenbacher, Dr. Claude Oelschlaeger

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Angewandte Rheologie"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können wesentliche Grundlagen zur Struktur und zur Herstellung von Dispersionen und Emulsionen erläutern. Sie können diese zur Erreichung bestimmter rheologischer Eigenschaften von komplexen Fluiden in verfahrenstechnischen Prozesse anwenden.

Die Studierenden kennen das Prinzip der Mikrorheologie und die verschiedenen Methoden, welche in Abhängigkeit vom Stoffsystem verwendet werden können. Die Studierenden sind insbesondere mit Diffusing Wave Spectroscopy und Multiple Particle Tracking Methoden vertraut. Aus rheologischen Daten der DWS können sie auf die Biegesteifigkeit semiflexibler Objekte (Mizellen, Polymere, Fasern) zurückschließen. Mit der MPT können die Studierenden rheologische Eigenschaften orts aufgelöst auf mikroskopischer Ebene erfassen.

Die Studierenden sind mit den verschiedenen Hochfrequenz Methoden vertraut. Sie können aus den linear-viskoelastischen Eigenschaften bei hohen Frequenzen auf den Stabilisierungsmechanismus konzentrierter Dispersionen und auf Informationen über Struktur und Dynamik komplexer Fluide zurückschließen.

Inhalt

Rheologie disperser Systeme

Suspensionen und Dispersionen:

Grundlagen DLVO-Theorie, Fließverhalten elektrostatisch, sterisch und elektrosterisch stabilisierte Systeme

Harte Kugeln und repulsive wechselwirkende Partikel, Scherverdickung

Rheologie und maximale Packungsdichte, Kugeln, Stäbchen, Plättchen

Partikelgrößenverteilung und Viskosität, Attraktiv wechselwirkende Partikel und aggregierte Suspensionen und Gele

Emulsionen und Schäume:

Herstellung von Emulsionen, Emulsionsstabilität, Tropfendeformation und –aufbruch, Fließigenschaften verdünnter und halb-verdünnter Emulsionen, konzentrierte Emulsionen und Schäume

Tenside:

Tensidstrukturen, Phasendiagramme, Struktur und Rheologie

Mikrorheologie und Hochfrequenzrheometrie

Grundlagen und experimentelle Methoden. Aktive Mikrorheologie: Optische und magnetische Pinzetten - Atomic-force Mikroskopie. Passive Mikrorheologie: Dynamische Lichtstreuung - Diffusing Wave Spectroscopy (DWS) - Multiple Particle Tracking (MPT). Vergleich *der Frequenz- und Moduli- Bereiche*. Einführung in die Brownsche Bewegung und die *mittlere quadratische Verschiebung von Tracer-Partikeln*. *Partikel Bewegung in einem rein viskosen, viskoelastischen und rein elastischem Medium*. *Diffusion und verallgemeinerte Stokes-Einstein Gleichungen*. Anwendungsbeispiele: DWS: Tenside, Polysaccharid- (Hyaluronsäure) Lösungen. Bestimmung der Biegefestigkeit.

MPT: Polymere Verdicker - Polystyrol Dispersionen - Hyaluronsäure-Collagen Cryogele für Tissue Engineering. Untersuchung mikro-struktureller, mikro-mechanischer Eigenschaften und Heterogenitäten.

Hochfrequenzrheologie: Mechanische Methoden: *Oszillatorische Scherung (PRV) und Quetschströmung (PAV) – Torsionsresonanzoszillation* - Ultraschall Scherrheometer. Anwendungsbeispiele: Tensidlösungen - konzentrierte Suspensionen.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22917 – Rheologie disperser Systeme
- 22968 – Mikrorheologie und Hochfrequenzrheometrie

Dozenten

Prof. Dr. N. Willenbacher, Dr. C. Oelschlaeger

4.3 Fach 6200 Gas-Partikel-Systeme

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Gas-Partikel-Messtechnik (bisher Gas-Partikel-Systeme I)	Dittler	WS	2 + 1	6
2	Gas-Partikel-Trennverfahren	Meyer	WS	2 + 1	6
3	Nanopartikel – Struktur und Funktion	Meyer	SS	2 + 1	6
4	Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung	Dittler	SS	2 + 0	4
5	Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen	Hochstein	SS	2 + 0	4
6	Datenanalyse und Statistik	Guthausen	WS	2 + 0	4

Kombinationen:

- Modul 1 = Pflichtmodul
- Es kann nur Modul 5 oder 6 gewählt werden

Prüfungsmodus:

Mündliche Prüfung der einzelnen Modtellungen

4.3.1 Modul 6105 Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Bernhard Hochstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Gas-Partikel-Systeme
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, strömungsmechanische Fragestellungen, mit Hilfe der Dimensionsanalyse zu analysieren und die für das Problem relevanten dimensionslosen Kennzahlen zu ermitteln. Zudem ist der Studierende fähig für konkrete Fragestellungen exakte mathematische Beschreibungen und für „Klassen von Problemen“ allgemein gültige mathematische Formulierungen herzuleiten und das Ergebnis kritisch zu beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage die Eigenschaften nicht-Newtonscher Fluide ebenso zu berücksichtigen wie temperaturabhängige Stoffgrößen und somit die Auswirkungen von Temperaturänderungen. Die Studierenden sind fähig Ähnlichkeitsgesetze – nicht nur auf Größenänderungen – anzuwenden.

Inhalt

Dimensionsanalyse als exakte Wissenschaft, Voraussetzungen, Möglichkeiten, π -Theorem, dimensionslose Kennzahlen (π -Produkte), Vorgehensweise zur Ermittlung aller relevanten Daten eines Problems. Ermittlung und Anwendung von Ähnlichkeitsgesetzen (Scale-up). Beispiele: Schleppwiderstand eines Schiffes, Widerstand eines umströmter Körper, Druckverlust einer Rohrströmung bei glatten und rauhen Wänden, Durchströmung einer Packung (Gesetze von Darcy, Molerus u.a., Karman & Kozeny, Ergun); Leistungsbedarf eines Rührkessels; Rühren nicht-Newtonscher Fluide; Kennlinie einer Kreiselpumpe; Zerstäuben einer Flüssigkeit in einer Einstoffdüse, Suspendieren in einem Rührwerk, Herstellen von flüssig/flüssig Emulsionen, Konvektiver Wärmeübergang an einer überströmten Platte.

Literatur/Lernmaterialien

Wird in der Vorlesung angegeben

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22927 – Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen; 2 V

Dozenten

Dr.-Ing. B. Hochstein

4.3.2 Modul 5225 Gas-Partikel-Messtechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Achim Dittler

Einordnung in Studiengang/ -fach

Pflicht im Vertiefungsfach „Gas-Partikel-Systeme“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Studierende können Fragestellungen rund um die Gas-Partikel-Messtechnik durch Kenntnis der erforderlichen Analyseschritte und die Wahl einer für die Aufgabenstellung geeigneten Partikelmesstechnik selbstständig lösen.

Inhalt

Aspekte der Partikelmesstechnik; Probenahme; Probenvorbereitung; Dispergierung; Abbildende Messverfahren; Zählverfahren; Trennverfahren; Spektroskopie; Gasanalytik.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22917 – Gas-Partikel Systeme I, Vorlesung 2 SWS
- 22918 – Übungen zu 22917, Übung 1 SWS

4.3.3 Modul 6304 Gas-Partikel-Trennverfahren

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Jörg Meyer

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Gas-Partikel-Systeme
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Grundlagen: Kennzeichnung einer Trennung, Elementartheorie für Sichter und Abscheider, Auswahlkriterien und Bewertung von Trennapparaten, Gesetzliche Rahmenbedingungen. Trennapparate für Gas-Partikel-Systeme: Sichter im Erdschwerefeld und Fliehkraftfeld, Fliehkraftabscheider (Gaszyklon), Filternde Abscheider, Nassabscheider (Wäscher), Elektrische Abscheider (Elektrofilter).

Funktionsweise, Bauformen, Einsatzbereiche, Praxisbeispiele. Näherungsrechnungen zur Quantifizierung von Abscheideleistung und Energieaufwand bei exemplarischen Abscheideaufgaben.

Lehrveranstaltungen

- 22939 – Gas-Partikel- Trennverfahren, Vorlesung 2 SWS
- 22940 – Übungen zu 22939, Übung 1 SWS

4.3.4 Modul 6307 Datenanalyse und Statistik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Gisela Guthausen

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Gas-Partikel Systeme

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können statistische Angaben verstehen und beurteilen. Sie können aus der Vielfalt der neuen statistischen Methoden der Datenauswertung die für eine konkrete Fragestellung geeignete Methode finden und vergleichend mit anderen Ansätzen beurteilen.

Inhalt

Einführung in die Statistik und Anwendung auf die Datenanalyse in der Analytik. Einfache beschreibende Statistik mit Größen, wie Standardabweichung, typischen Verteilungen und deren Anwendungen. Die Anwendung dieser Werkzeuge führt zu statistischen Tests, die zur Approximation und Regression benötigt werden. Chemometrische Datenverarbeitung und statistische Behandlung großer Datensätze werden am Beispiel von multivariaten Näherungen zur Aufdeckung von Korrelationen studiert.

Literatur/Lernmaterialien

Angaben während der Vorlesung.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Vertiefungsfach: Gas-Partikel-Systeme

Lehrveranstaltungen

- 22943 – Datenanalyse und Statistik, Vorlesung 2 SWS

Dozenten

Prof. Dr. Gisela Guthausen

4.3.5 Modul 6607 Nanopartikel - Struktur & Funktion

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Jörg Meyer

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Gas-Partikel-Systeme
- Produktgestaltung
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Lehrveranstaltungen

- 22936 Nanopartikel Struktur und Funktion, Vorlesung 2 SWS
- 22937 Übungen zu Nanopartikel Struktur und Funktion, Übung 1 SWS

4.3.6 Modul 6202 Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Achim Dittler

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Gas-Partikel-Systeme
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Studierende entwickeln ein Verständnis für die Herausforderungen der motorischen Abgasnachbehandlung auf Basis der vermittelten Grundlagen der Zusammensetzung motorischer Emissionen. Sie sind in der Lage, anwendungsgerechte Lösungen zur Emissionsminderung zu definieren und kennen die wesentlichen Problemstellungen im Betriebsverhalten der jeweiligen Komponenten (Oxidationskatalysator, Partikelfilter, SCR-Katalysator, Ammoniak-Schlupf-Katalysator). Die Studierenden lernen aktuelle Fragestellungen sachlich einzuordnen und selbstständig zu bewerten.

Inhalt

- Zusammensetzung verbrennungsmotorischer Abgase
- Gesetzliche Rahmenbedingungen
- Oxidationskatalysatoren: Aufbau, Funktionsweise & Auslegung
- Partikelreduktion – Abgasnachbehandlung mit Partikelfiltern: Aufbau, Funktion & Auslegung von Partikelfiltern; Rußentfernung; Alterung durch Ascheablagerungen; Ascheentfernung
- Stickoxidreduktion – Abgasnachbehandlung mittels selektiver katalytischer Reduktion: Grundlegende Reaktionen; mögliche Reduktionsmittel; AdBlue® – Spezifikation & Aufbereitung; Charakterisierung angewandter Katalysatoren
- Kombinierte Abgasnachbehandlungssysteme – Aufbau & Funktionsweise
- Sicherheits- und fahrzeugtechnische Aspekte der Abgasnachbehandlungsintegration ins Fahrzeug

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Vertiefungsfach: Gas-Partikel-Systeme

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehr- und Lernformen

22992 – Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung; 2 V

4.3.7 Modul 5215 Wirbelschichttechnik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes Wintersemester

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Reinhard Rauch

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Gas-Partikel-Systeme

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Verständnis für Wirbelschichten, Design Berechnung und Auslegung von Wirbelschichten inkl. Gasverteiler, Vor- und Nachteile von Wirbelschichten und industrielle Anwendungen.

Inhalt

Grundlagen der Wirbelschicht, Erklärung von stationärer Wirbelschicht, zirkulierende Wirbelschicht und Zweibettwirbelschicht, Berechnung von Lockerungspunkt und Schwebegeschwindigkeit, Klassifikation von Partikeln, Design von Gasverteilerboden, theoretische Grundlagen von Blasenbildung in der Wirbelschicht, Wärmeübergang, Kaltmodelle und CFD Simulation zur Auslegung von Wirbelschichten, industrielle Beispiele von Wirbelschichten

Literatur

- Fluidized Beds, Jesse Zhu, Bo Leckner, Yi Cheng, and John R. Grace, Chapter 5 in Multiphase Flow Handbook. Sep 2005 , ISBN: 978-0-8493-1280-9, <https://doi.org/10.1201/9781420040470.ch5>
- Glicksman L.R., Hyre M., Woloshun K., "Simplified scaling relationships for fluidized beds" Powder Technology, 77, (1993)
- J. Werther, Fluidised-Bed Reactors, in Ullmanns Encyclopedia of industrial chemistry, http://dx.doi.org/10.1002/14356007.b04_239.pub2

Arbeitsaufwand

Präsenzzeit: 45 Stunden

Selbststudium 75 Stunden

Prüfungsvorbereitung und Prüfung: 60

Leistungsnachweis/Prüfungen

Vertiefungsfach: Gas-Partikel-Systeme

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Vertiefungsfach: Gas-Partikel-Systeme

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22303 – Wirbelschichttechnik, Vorlesung, 2 SWS

4.4 Fach 6300 Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Fest Flüssig Trennung	Anlauf	WS	3 + 1	8
2	Verarbeitung nanoskaliger Partikel	Nirschl	WS	2 + 1	6
3	Nanopartikel – Struktur und Funktion	Meyer	SS	2 + 1	6
4	Mikrofluidik - Mikrofluidik - Fallstudien zu Mikrofluidik	Lenewit	WS	2 + 1	6
5	Gas-Partikel-Trennverfahren	Meyer	WS	2 + 1	6
6	Einführung in die Agglomerationstechnik	Anlauf	SS	2 + 0	4
7	Mischen und Rühren	Anlauf	WS	2 + 0	4
8	Verfahrenstechnische Apparate und Maschinen und ihre Prozessintegration	Nagel	WS	2 + 0	4
9	Materialien für elektrochemische Speicher	Tübke	WS	2 + 0	4
10	Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen	Hochstein	SS	2 + 0	4
11	Datenanalyse und Statistik	Guthausen	WS	2 + 0	4
12	Instrumentelle Analytik	Guthausen	SS	2 + 0	4
13	Partikelmesstechnik und Anwendungen	Guo	WS	2 + 0	4
14	Grenzflächeneffekte in der Verfahrenstechnik	Nicolaou	WS	2 + 0	4
15	Beispiele mechanischer Formulierungsverfahren: Emulgieren, Dispergieren, Extrusion	Karbstein	WS	2 + 0	4
16	Projektorientiertes Softwarepraktikum	Krause	SS	1 + 3	4
17	Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung	Dittler	SS	2 + 0	4
18	Bioprozessentwicklung	Kopf	WS	2 + 0	4
19	Sol-Gel-Prozesse - Sol-Gel-Prozesse - Praktikum Sol-Gel-Prozesse	Müller	SS	2 + 0 0 + 1	6

Kombinationen:

- Fächer, die bereits während des Bachelor-Studiums in Rahmen eines Profulfachs gehört wurden, sollten nicht gewählt werden
- Modul 16 nicht wählbar, wenn das Wahlpflichtmodul „Ausgewählte Formulierungstechnologien“ gewählt wurde
- Modul 19: Das Praktikum Sol-Gel-Prozesse kann abgewählt werden, für das Modul werden dann 4 LP vergeben.

Prüfungsmodus:

Mündliche Prüfung der einzelnen Module

4.4.1 Modul 6105 Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Bernhard Hochstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Gas-Partikel-Systeme
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, strömungsmechanische Fragestellungen, mit Hilfe der Dimensionsanalyse zu analysieren und die für das Problem relevanten dimensionslosen Kennzahlen zu ermitteln. Zudem ist der Studierende fähig für konkrete Fragestellungen exakte mathematische Beschreibungen und für „Klassen von Problemen“ allgemein gültige mathematische Formulierungen herzuleiten und das Ergebnis kritisch zu beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage die Eigenschaften nicht-Newtonscher Fluide ebenso zu berücksichtigen wie temperaturabhängige Stoffgrößen und somit die Auswirkungen von Temperaturänderungen. Die Studierenden sind fähig Ähnlichkeitsgesetze – nicht nur auf Größenänderungen – anzuwenden.

Inhalt

Dimensionsanalyse als exakte Wissenschaft, Voraussetzungen, Möglichkeiten, π -Theorem, dimensionslose Kennzahlen (π -Produkte), Vorgehensweise zur Ermittlung aller relevanten Daten eines Problems. Ermittlung und Anwendung von Ähnlichkeitsgesetzen (Scale-up). Beispiele: Schleppwiderstand eines Schiffes, Widerstand eines umströmten Körper, Druckverlust einer Rohrströmung bei glatten und rauhen Wänden, Durchströmung einer Packung (Gesetze von Darcy, Molerus u.a., Karman & Kozeny, Ergun); Leistungsbedarf eines Rührkessels; Rühren nicht-Newtonscher Fluide; Kennlinie einer Kreiselpumpe; Zerstäuben einer Flüssigkeit in einer Einstoffdüse, Suspendieren in einem Rührwerk, Herstellen von flüssig/flüssig Emulsionen, Konvektiver Wärmeübergang an einer überströmten Platte.

Literatur/Lernmaterialien

Wird in der Vorlesung angegeben

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22927 – Dimensionsanalyse strömungsmechanischer Fragestellungen; 2 V

Dozenten

Dr.-Ing. B. Hochstein

4.4.2 Modul 6106 Beispiele mechanischer Formulierungsverfahren: Emulgieren, Dispergieren, Extrusion

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Produktgestaltung
- Prozesse der mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Das Modul kann nicht in Kombination mit dem Wahlpflichtmodul „Ausgewählte Formulierungstechnologien“ gewählt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Grundlagen zur Herstellung von flüssigen und festen Formulierungen und können ausgewählte Verfahren auslegen. Sie kennen geeignete konventionelle und innovative Apparate. Sie identifizieren Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und qualitätsbestimmenden Eigenschaften von Formulierungen. Sie können Prozesswissen zwischen einzelnen Produktgruppen übertragen.

Inhalt

Emulgieren und Dispergieren: (LV FT2: H.P. Karbstein/LVT)

Besonderheiten flüssiger Formulierungen; Ziele der Verfahren; Grundlagen der Zerkleinerung und Stabilisierung von Tropfen und Partikeln in flüssiger Umgebung; Apparate technische Umsetzung: Anlagenaufbau und Prozessauslegung; Prozess- und Eigenschaftsfunktionen; Beurteilung der Produktqualität: Grundlagen und Messverfahren; neue Entwicklungen.

Extrusionstechnik: (LV FT4: M.A. Emin/LVT)

Grundlagen der Extrusionstechnik und der Gestaltung von extrudierten Produkten: Apparateaufbau, Verfahrensauslegung, Charakterisierung des Prozesses und der Produkte (Grundlagen der Mess- und Modellierungstechnik).

Vorlesung ist Voraussetzung für ein Praktikum, das im Rahmen des NF oder VF LVT gewählt werden kann

Literatur/Lernmaterialien

- Köhler, K., Schuchmann, H. P.: Emulgiertechnik, 3. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg, 978-3-89947-869-3, 2012.
- Bouvier, J., Campanella, O.H.: Extrusion Processing Technology: Food and Non-Food Biomaterials, Wiley-Blackwell, 2014

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 40 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 15 - 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22229 - Emulgieren und Dispergieren
- 22246 - Extrusionstechnik

Dozenten

Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein, Dr.-Ing. Azad Emin

4.4.3 Modul 6107 Einführung in die Agglomerationstechnik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Harald Anlauf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Angewandte Rheologie
- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die grundlegenden Gesetze und daraus folgende physikalische Prinzipien der Agglomeration von Partikeln erläutern und nicht nur den dazu geeigneten Verfahren zuordnen, sondern auch ausgewählten Apparaten. Sie sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen Produkt-, Betriebs- und Konstruktionsparametern herzustellen und auf verschiedene Agglomerationsverfahren anzuwenden. Sie können Agglomerationsaufgaben mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und alternative Lösungsvorschläge angeben. Auf der Basis des Gelernten können die Studierenden beurteilen, ob und gegebenenfalls in welcher Form ein erfolversprechender Agglomerationsprozess gestaltet werden kann.

Literatur/Lernmaterialien

Anlauf: Skriptum „Einführung in die Agglomerationstechnik“

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h (Vorlesung 2 SWS)
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO 2016

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22935 - Einführung in die Agglomerationstechnik

4.4.4 Modul 6108 Mischen und Rühren

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Harald Anlauf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Angewandte Rheologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die grundlegenden Gesetze und daraus folgende physikalische Prinzipien des Mischens und Rührens erläutern und nicht nur den dazu geeigneten Verfahren zuordnen, sondern auch ausgewählten Apparaten. Sie sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen Produkt-, Betriebs- und Konstruktionsparametern herzustellen und auf verschiedene Misch- und Rühraufgaben anzuwenden. Sie können Misch- und Rühraufgaben mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und alternative Lösungsvorschläge angeben. Auf der Basis des Gelernten können die Studierenden beurteilen, ob und gegebenenfalls in welcher Form ein erfolversprechender Misch- und Rührprozess gestaltet werden kann.

Inhalt

Statistische Methoden zur Charakterisierung der Mischgüte; Charakterisierung der Fließeigenschaften von Schüttgütern und Flüssigkeiten; Einführung in die Dimensionsanalyse zur Ermittlung von mischtechnisch wichtigen Kennzahlen; Scale-up Verfahren für spezifische Mischprozesse auf der Basis der Ähnlichkeitstheorie; Feststoffmischverfahren, wie Freifall-, Schub-, Intensivmischer, Wirbelschicht-, Luftstrahl- und Umwälzmischer, Haldenmischverfahren; Fluidmischverfahren, wie Homogenisierung, Suspendierung, Emulgierung, Begasung und Wärmeübertragung; Statische Mischer und Knetter.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h (Vorlesung 2 SWS)
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22967 – Mischen und Rühren

Dozenten

Dr.-Ing. Harald Anlauf

4.4.5 Modul 6113 Mikrofluidik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Gero Lenewit

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Definition des Begriffes „Mikrofluidik“; Physik der Miniaturisierung, Größenskalen der Mikrofluidik; Einführung in die Mikrofabrikationstechniken; Fluidodynamik mikrofluidischer Systeme, Grundgleichungen der Strömungsmechanik, reibungsdominierte Strömungen; Elektrohydrodynamik von Mikrosystemen, Elektroosmose, Elektrophorese und DNA-Sequenzierung; Diffusion, Mischen und Trennen in Mikrosystemen; Grenzflächenphänomene und Mehrphasenströmungen in Mikrosystemen; Digitale Mikrofluidik und mikrofluidische Systeme.

Lehrveranstaltungen

- 22964 - Mikrofluidik - Grundlagen und Anwendungen
- 22971 - Fallstudien zur Mikrofluidik (Praktikum zu 22964)

Dozenten

Dr. Gero Lenewit

4.4.6 Modul 6301 Fest Flüssig Trennung

Leistungspunkte: 8.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Harald Anlauf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Biopharmazeutische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Ein Wahlpflichtfach wird für das Vertiefungsfach nicht gefordert.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die grundlegenden Gesetze und daraus folgende physikalischen Prinzipien der Abtrennung von Partikeln aus Flüssigkeiten anwenden und nicht nur den prinzipiell dafür geeigneten Trennapparaten zuordnen, sondern auch speziellen Varianten. Sie sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen Produkt-, Betriebs- und Konstruktionsparametern auf verschiedene Trenntechniken anzuwenden. Sie können Trennprobleme mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und alternative Lösungsvorschläge angeben.

Inhalt

Physikalische Grundlagen, Apparate, Anwendungen, Strategien; Charakterisierung von Partikelsystemen und Suspensionen; Vorbehandlungsmethoden zur Verbesserung der Trennbarkeit von Suspensionen; Grundlagen, Apparate und Anlagentechnik der statischen und zentrifugalen Sedimentation, Flotation, Tiefenfiltration, Querstrom-filtration, Kuchenbildenden Vakuum und Gasüberdruckfiltration, Filterzentrifugen und Pressfilter; Filtermedien; Auswahlkriterien und Dimensionierungsmethoden für trenntechnische Apparate und Maschinen; Kombinationsschaltungen; Rechenbeispiele zur Lösung trenntechnischer Aufgabenstellungen.

Literatur/Lernmaterialien

Anlauf: Skriptum "Mechanische Separationstechnik - Fest/Flüssig-Trennung"

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 H (Vorlesung 3 SWS, Übung 1SWS)
- Selbststudium: 80 h
- Prüfungsvorbereitung: 100 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22987- Mechanische Separationstechnik, Vorlesung 3 SWS
- 22988 - Übung zu 22987, Übung 1 SWS

4.4.7 Modul 6302 Verarbeitung nanoskaliger Partikel

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Hermann Nirschl

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach „Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Fähigkeit zur Entwicklung eines Verarbeitungsprozesses für die Herstellung und Verarbeitung von nanoskaligen Partikeln.

Inhalt

Ideenfindung für technische Prozesse; Toxizität, Messtechnische Methoden, Grenzflächeneffekte, Partikelsynthese, Verarbeitungsverfahren: Zerkleinern, Separieren, selektive Separation, Klassierung, Mischen, Granulieren; Apparate-technische Grundlagen, Produktformulierung, Grundlagen der Simulation partikulärer Prozesse (SolidSim), Diskrete Simulationsmethoden.

Literatur/Lernmaterialien

Skriptum zur Vorlesung.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

(Summe 180 h)

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von xxx Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22921-Verfahrenstechnik nanoskaliger Partikelsysteme
- 22965-Übungen zu 22921-Verfahrenstechnik nanoskaliger Partikelsysteme

4.4.8 Modul 6303 Nanopartikel - Struktur und Funktion

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Gerhard Kasper, Dr.-Ing. Jörg Meyer

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Gas-Partikel-Systeme
- Produktgestaltung
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Lehrveranstaltungen

- 22936 Nanopartikel Struktur und Funktion, Vorlesung 2 SWS
- 22937 Übungen zu Nanopartikel Struktur und Funktion, Übung 1 SWS

4.4.9 Modul 6304 Gas-Partikel-Trennverfahren

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Jörg Meyer

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Gas-Partikel-Systeme
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Grundlagen: Kennzeichnung einer Trennung, Elementartheorie für Sichter und Abscheider, Auswahlkriterien und Bewertung von Trennapparaten, Gesetzliche Rahmenbedingungen. Trennapparate für Gas-Partikel-Systeme: Sichter im Erdschwerefeld und Fliehkraftfeld, Fliehkraftabscheider (Gaszyklon), Filternde Abscheider, Nassabscheider (Wäscher), Elektrische Abscheider (Elektrofilter). Funktionsweise, Bauformen, Einsatzbereiche, Praxisbeispiele. Näherungsrechnungen zur Quantifizierung von Abscheideleistung und Energieaufwand bei exemplarischen Abscheideaufgaben.

Lehrveranstaltungen

- 22939 – Gas-Partikel- Trennverfahren, Vorlesung 2 SWS
- 22940 – Übungen zu 22939, Übung 1 SWS

4.4.10 Modul 6305 Verfahrenstechnische Apparate und Maschinen und ihre Prozessintegration

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Manfred Nagel

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im "Prozesse der mechanischen Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Vermittlung von Methoden und die Sensibilisierung für Randbedingungen zur Systematik der ingenieurwissenschaftlichen Verfahrensentwicklung. Vor dem Vordiplom und in den verfahrenstechnischen Grundlagenfächern wurde die Beschreibung/Analyse separater physikalischer Vorgänge behandelt. Ihre Verknüpfung bei der Auswahl, Dimensionierung, Verschaltung und Optimierung geeigneter Apparate und Maschinen und deren Integration bei der verfahrenstechnischen Prozessentwicklung soll dargelegt und anhand verschiedenster Beispiele aus der Praxis untermauert werden.

Lehrveranstaltungen

- 22941 Verfahrenstechnische Apparate und Maschinen und ihre Prozessintegration (Blockvorlesung der Evonik Industries AG)

4.4.11 Modul 6306 Materialien für elektrochemische Speicher

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Jens Tübke

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik.

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Funktionsweise elektrochemischer Speicher und die dazu erforderlichen elektrochemischen Grundlagen. Sie sind in der Lage selbständig bei vorgegebenen Materialkombinationen für eine elektrochemische Zelle die zu erwartenden Eigenschaften und Betriebsparameter zu berechnen. Die Studierenden sind in der Lage, geeignete Materialien und verfahrenstechnische Prozesse für zukünftige Batteriechemien kritisch zu bewerten und mögliche Anwendungsfelder für daraus aufgebaute elektrochemische Speicher anzugeben. Für unterschiedliche Anwendungen elektrochemischer Speicher können die Studierenden aus den möglichen Batterietypen geeignete auswählen und sind in der Lage eine geeignete Systemkonfiguration vorzuschlagen.

Inhalt

Elektrochemische Grundlagen

Einführung in die Elektrochemie, Elektrochemische Potentiale, Konzentrationsabhängigkeit, Elektrochemische Methoden.

Grundlagen elektrochemischer Speichersysteme

Aufbau und Funktionsweise von primären und sekundären Batterien
Volta-Batterie / Leclanche-Element, Alkali-Mangan, Zink-Kohle, Blei-Säure, Zink-Luft, Nickel-Cadmium, Nickel-Metallhydrid, Redox-Flow-Batterien, Hochtemperaturbatterien, Lithium Ionen Batterien, Neue Speichersysteme (z.B. Li-O, Li-S)

Aufbau und Funktionsweise von Superkondensatoren, Aufbau von hybriden Systemen

Werkstoffe und Verfahren für elektrochemische Speicher

Einlagerungs- und Konversionselektroden, Polymere und keramische Separatoren

Elektrolytadditive und Elektrodenbeschichtungen

Flüssige und feste Elektrolytsysteme

Ableitermaterialien (Metalle, modifizierte Kunststoffe), Gehäusematerialien

Stackaufbau und verwendete Materialien in Redox-Flow-Batterien

Produktionsverfahren und Prozesse zur Fertigung von Batteriezellen

Vertiefungsfach: Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik

Aufbauprinzipien und Produktionsverfahren für wasserbasierte Batteriesysteme (Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid)

Aufbauprinzipien und Produktionsverfahren für Lithium-basierte Batteriesysteme

Elektrodenfertigung im Pastierverfahren (Pastenherstellung, Applikation, Trocknungsverfahren)

Herstellungsverfahren für Separationsfolien für unterschiedliche Batteriesysteme

Neue Herstellungsverfahren für post-Lithium-Ionen Batterien (Li-O, Li-S) und Legierungsbasierte Anoden

Qualitätssicherungsverfahren in der Zellenproduktion

Zellenformierung und Testverfahren für Zellen

Herstellungsverfahren für Stackkomponenten für Redox-Flow-Batterien

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 80
- Prüfungsvorbereitung: 10

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO Master 2016

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22990 - Materialien für elektrochemische Speicher und Wandler

4.4.12 Modul 6307 Datenanalyse und Statistik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Gisela Guthausen

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Gas-Partikel Systeme

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können statistische Angaben verstehen und beurteilen. Sie können aus der Vielfalt der neuen statistischen Methoden der Datenauswertung die für eine konkrete Fragestellung geeignete Methode finden und vergleichend mit anderen Ansätzen beurteilen.

Inhalt

Einführung in die Statistik und Anwendung auf die Datenanalyse in der Analytik. Einfache beschreibende Statistik mit Größen, wie Standardabweichung, typischen Verteilungen und deren Anwendungen. Die Anwendung dieser Werkzeuge führt zu statistischen Tests, die zur Approximation und Regression benötigt werden. Chemometrische Datenverarbeitung und statistische Behandlung großer Datensätze werden am Beispiel von multivariaten Näherungen zur Aufdeckung von Korrelationen studiert.

Literatur/Lernmaterialien

Angaben während der Vorlesung.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22943 – Datenanalyse und Statistik, Vorlesung 2 SWS

4.4.13 Modul 6308 Instrumentelle Analytik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch oder englisch bei Bedarf.

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Gisela Guthausen

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Wassertechnologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine.

Qualifikationsziele

Am Ende der Lehrveranstaltung sollen die Studierenden befähigt sein, die verschiedenen Verfahren zu beschreiben und kritisch zu vergleichen. Der Einsatz der Verfahren zur Beantwortung einer konkreten Fragestellung kann vergleichend kritisch abgewogen und beurteilt werden.

Inhalt

Einführung in ausgewählte Methoden der instrumentellen Analytik wie beispielsweise optische Methoden und magnetische Resonanzverfahren. Analytik über bildgebende Verfahren wie die MRI, μ CT und optische Mikroskopie (CLSM und OCT) und Grundlagen der Daten- und Bildanalyse werden vorgestellt. Der Fokus liegt dabei auf einer anschaulichen Darstellung der physikalisch-chemischen Grundlagen und den zugrundeliegenden Prinzipien sowie der Anwendungsfelder.

Literatur/Lernmaterialien

Hinweise werden im jeweiligen Kontext in der Vorlesung angegeben.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22942 – Instrumentelle Analytik, Vorlesung 2 SWS

4.4.14 Modul 6309 Partikelmesstechnik und Anwendungen

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Xiaoai Guo

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, die unterschiedlichen Messverfahren zur Partikelanalyse bzw. on-line/in-situ Prozessüberwachung in der Verfahrens- und Umwelttechnik auszuwählen. Die Studierenden können die technischen Vor- und Nachteile beurteilen und damit praktische Lösungen finden.

Inhalt

Einführung in die Partikelmesstechnik; Beschreibung der Partikeleigenschaften (Pulver, Suspensionen und Aerosole), Messungen an Einzelpartikeln und Partikelkollektive, Darstellung von Partikelgrößen und Partikelgrößenverteilungen (PGV), Bedeutung und Anwendungsbeispiele. Moderne on-line/off-line/in-situ Messverfahren und -geräte; Probennahme und Probenvorbereitung, Elektronenmikroskopie (REM/TEM) zur Bildanalyse der Partikelgröße und Morphologie, Gas Adsorption (BET) zur Analyse poröser Materialien, Atomic Force Microscope (AFM) zur Messung von Oberflächenrauigkeit und Haftkräften, Niederdruckimpaktor (LPI) und Zentrifugation zur Bestimmung von PGV, Lichtstreuung (LS) und Laserbeugung zur Messung von PGV, Tapered Element Oscillating Microbalance (TEOM) zur Bestimmung der Partikelmassenkonzentration, Coulter Counter, Optical Particle Counter (OPC) und Condensation Particle Counter (CPC) zur Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration, Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) zur Messung von PGV und Partikelkonzentration, Röntgenstreuung (SAXS/WAXS/XRD) zur Charakterisierung von Kristallen, Primärpartikeln und Aggregaten.

Ausgewählte Anwendungsbeispiele in der Verfahrens- und Umwelttechnik; In-situ zeit- bzw. orts aufgelöste Nanostrukturanalyse bei Syntheseprozessen in der Gas- und Flüssigphase, Produktentwicklung und Qualitätskontrolle, Überwachung der Innen- und Außenluftqualität. Praktikumsversuch: Charakterisierung von Nanopartikeln mittels der SWAXS Laborkamera.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 50h
- Prüfungsvorbereitung: 40h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22938 - Partikelmesstechnik und Anwendungen

4.4.15 Modul 6311 Grenzflächeneffekte in der Verfahrenstechnik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache :

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Ioannis Nicolaou

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Prozesse der mechanischen Verfahrenstechnik".

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine.

Inhalt

Definitions, Applications and stability of dispersions;Molecular – kinetic properties of dispersions:Thermal molecular motion and Brownian motion, Diffusion in solutions and dispersions, sedimentation stability; Adsorption at solid-gas interface: Nature of adsorption forces, Langmuir monomolecular adsorption theory, polymolecular theory of Polany and BET-theory, capillary condensation, chemical adsorption, kinetic of adsorption, influence of the properties of adsorbent and adsorptive on adsorption; Adsorption at solution-gas interface: Surface tension, surface active and inactive substances, Adsorption equation of Gibbs, Shishkovsky-equation and the derivation of Langmuir-equation , effects of the structure and size of tenside molecules, structure of the adsorbed layer; Adsorption at solid-solution interface:Molecular adsorption from the solution, ionic adsorption, wetting phenomena;Electrical properties of dispersions, Introduction to electrokinetic phenomena, structure of the electric double layer (Theories of Helmholtz – Perrin, Gouy-Chapman and Stern), Effects of electrolytes on zeta-potential, Electrophoresis and Electroosmosis, Measurement of zeta-potential;Stability and Coagulation of dispersions:Kinetic of coagulation, interparticle energy potential, solvation, structural-mechanical and entropy effects, coagulation through electrolytes, adsorption phenomena and coagulation;Applications in Crystallization and Solid – Liquid Separation.

Lehrveranstaltungen

- 22948 - Grenzflächeneffekte in der Verfahrenstechnik

4.4.16 Modul 6312 Projektorientiertes Softwarepraktikum

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch/Englisch

Modulverantwortlicher

Dr. Mathias Krause

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können über die eigene Fachdisziplin hinaus Probleme gemeinsam modellieren und simulieren. Sie haben eine kritische Distanz zu Ergebnissen und deren Darstellung erworben. Sie können die Ergebnisse der Projekte im Disput verteidigen. Sie haben die Bedeutung von Stabilität und Konvergenz von numerischen Verfahren aus eigener Erfahrung verstanden und sind in der Lage, Fehler aus der Modellbildung, der Approximation, der Berechnung und in der Darstellung zu bewerten.

Inhalt

Vorlesungsanteil: Einführung in Modellbildung und Simulationen von Strömungen, Wiederholung zugehöriger numerischer Verfahren, Einführung in zugehörige Software

Eigene Gruppenarbeit: Bearbeitung von 1-2 Projekten in denen Modellbildung, Diskretisierung, Simulation und Auswertung (z.B. Visualisierung) für konkrete Themen aus dem Bereich Strömungssimulation.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Schriftliche Ausarbeitung zu jedem Projekt.

Notenbildung

Modulnote ist die Note Ausarbeitung.

Lehrveranstaltungen

- 0161700 - Projektorientiertes Softwarepraktikum

4.4.17 Modul 6202 Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Achim Dittler

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Gas-Partikel-Systeme
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Studierende entwickeln ein Verständnis für die Herausforderungen der motorischen Abgasnachbehandlung auf Basis der vermittelten Grundlagen der Zusammensetzung motorischer Emissionen. Sie sind in der Lage, anwendungsgerechte Lösungen zur Emissionsminderung zu definieren und kennen die wesentlichen Problemstellungen im Betriebsverhalten der jeweiligen Komponenten (Oxidationskatalysator, Partikelfilter, SCR-Katalysator, Ammoniak-Schlupf-Katalysator). Die Studierenden lernen aktuelle Fragestellungen sachlich einzuordnen und selbstständig zu bewerten.

Inhalt

- Zusammensetzung verbrennungsmotorischer Abgase
- Gesetzliche Rahmenbedingungen
- Oxidationskatalysatoren: Aufbau, Funktionsweise & Auslegung
- Partikelreduktion – Abgasnachbehandlung mit Partikelfiltern: Aufbau, Funktion & Auslegung von Partikelfiltern; Rußentfernung; Alterung durch Ascheablagerungen; Ascheentfernung
- Stickoxidreduktion – Abgasnachbehandlung mittels selektiver katalytischer Reduktion: Grundlegende Reaktionen; mögliche Reduktionsmittel; AdBlue® – Spezifikation & Aufbereitung; Charakterisierung angewandter Katalysatoren
- Kombinierte Abgasnachbehandlungssysteme – Aufbau & Funktionsweise
- Sicherheits- und fahrzeugtechnische Aspekte der Abgasnachbehandlungsintegration ins Fahrzeug

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehr- und Lernformen

- 22992 – Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung; 2 V

4.4.18 Modul 5220 Bioprozessentwicklung

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Michael-Helmut Kopf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Biopharmazeutische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- erhalten Kenntnis in Theorie und Anwendung von Prozesse und Techniken zur Entwicklung industrieller, bio-basierter Verfahren.
- erhalten Einsicht in den Ablauf der Entwicklung eines large-scale (zweistellige kt/a) industriellen Bioprozesses.
- lernen theoretisches Verständnis und praktische Anwendung (am relevanten Beispiel) zu kombinieren.
- verstehen die relevant einer techno-ökonomischen Bewertung als Basis der Entwicklung wettbewerbsfähiger Prozesse.

Inhalt

- Ablauf einer Prozessentwicklung (neuer / alternativer Prozess) hin zu einem bio-basierten Produktionsprozess:
Ideation, Basiskonzept, kritische Analyse, Entwicklungsstationen
- Value Proposition des neuen Produktes / Prozesses:
Qualität, Leistungsmerkmale, Preis, Eco-efficiency, Regionale Aspekte
- Kritische Aspekte im Entwicklungsprozess:
Rohstofffragen, "Design to Cost", Spezifikation & Leistung, Regulatorik Eco-efficiency (Rohstoff- u. Energieeffizienz)
- Vom Labor in die Produktion (Schwerpunkt der Vorlesung):
Phasen der Prozessentwicklung: Suchforschung, Proof of Principle, Proof of Concept, Scale-up, Apparatedesign, Anlagendesign, Produktion
- Competitor Intelligence:
Wettbewerber und deren Prozesse, alternative Produkte mit ähnlicher / gleicher Anwendung.
- Benchmarking als Entwicklungswerkzeug:
Cost Benchmarking (CoP) als Entwicklungswerkzeug zur Identifikation von Entwicklungspotenzialen.

- Produktionsszenarien:
Eigene Investition, Toller, Produktionspartner

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehr- und Lernformen

- 22933 Bioprozessentwicklung

4.4.19 Modul 6605 Sol-Gel-Prozesse mit Praktikum

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Steffen Peter Müller

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Verfahrenstechnik
- Produktgestaltung
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Technische Thermodynamik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind befähigt das komplette Verfahren, ausgehend von der chemischen Sol-Bildung (Sol = Dispersionskolloid) bis hin zum fertigen Produkt, wie etwa einer Keramik, zu beschreiben und zu analysieren. Sie sind befähigt die einzelnen Schritte bis dorthin kritisch zu beurteilen und zu bewerten.

Inhalt

Herstellung von funktionalen Materialien durch Sol-Gel-Prozesse; Sol-Bildung: Hydrolyse und Kondensation; Vernetzung, Gelierung und Alterung; Deformation und Fließen von Gelen; Trocknung und Rissbildung; Struktur von Aero- und Xerogelen; Oberflächenchemie und Modifikation; Sinterung; Anwendungen: Pulver, Keramiken, Gläser, Filme, Membranen.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 22,5 h
- Praktikum: 11,5 h, 4 Versuche
- Selbststudium: 16 h
- Prüfungsvorbereitung: 130 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22110 – Sol-Gel-Prozesse
- 22111 – Praktikum zu 22110

Allgemeine Hinweise

Das Modul kann im Vertiefungsfach Chemische Verfahrenstechnik auch ohne Praktikum gewählt werden, Umfang 4 LP.

4.5 Fach 6400 Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Water Technology	Horn	WS	2 + 1	6
2	Gas-Partikel-Trennverfahren	Meyer	WS	2 + 1	6
3	Energie und Umwelt - <i>Verbrennung und Umwelt</i> - <i>Technical Systems for Thermal Waste Treatment</i>	Trimis Kolb	SS WS	4 + 0	8
4	Process Engineering in Wastewater Treatment - <i>Municipal Wastewater Treatment</i> - <i>International Sanitary Engineering</i>	Morck	WS	2 + 2	6
5	Environmental Biotechnology	Tiehm	WS	2 + 0	4
6	Brennstofftechnik - <i>Grundlagen der Brennstofftechnik</i>	Kolb	WS	2 + 1	6
7	Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen	Schmidt	SS	2 + 0	4
8	Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung	Dittler	SS	2 + 0	4

Kombinationen:

Mindestens eines der Module 1 – 3 muss gewählt werden

Prüfungsmodus:

Mündliche Prüfung der einzelnen Module

4.5.1 Modul 6304 Gas-Partikel-Trennverfahren

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Jörg Meyer

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Gas-Partikel-Systeme
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Grundlagen: Kennzeichnung einer Trennung, Elementartheorie für Sichter und Abscheider, Auswahlkriterien und Bewertung von Trennapparaten, Gesetzliche Rahmenbedingungen. Trennapparate für Gas-Partikel-Systeme: Sichter im Erdschwerefeld und Fliehkraftfeld, Fliehkraftabscheider (Gaszyklon), Filternde Abscheider, Nassabscheider (Wäscher), Elektrische Abscheider (Elektrofilter).

Funktionsweise, Bauformen, Einsatzbereiche, Praxisbeispiele. Näherungsrechnungen zur Quantifizierung von Abscheideleistung und Energieaufwand bei exemplarischen Abscheideaufgaben.

Lehrveranstaltungen

- 22939 – Gas-Partikel- Trennverfahren, Vorlesung 2 SWS
- 22940 – Übungen zu 22939, Übung 1 SWS

4.5.2 Modul 6401 Water Technology

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Harald Horn

Einordnung in Studiengang/ -fach

Pflicht im Vertiefungsfach „Wassertechnologie“

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Wasserchemie hinsichtlich Art und Menge der Wasserinhaltsstoffe vertraut und können deren Wechselwirkungen und Reaktionen in aquatischen Systemen erläutern. Die Studierenden erhalten Kenntnisse zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Prozessen der Trinkwasseraufbereitung. Sie sind in der Lage Berechnungen durchzuführen, die Ergebnisse zu vergleichen und zu interpretieren. Sie sind fähig methodische Hilfsmittel zu gebrauchen, die Zusammenhänge zu analysieren und die unterschiedlichen Verfahren kritisch zu beurteilen.

Inhalt

Wasserkreislauf, Nutzung, physikalisch-chemische Eigenschaften, Wasser als Lösemittel, Härte des Wassers, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht; Wasseraufbereitung (Siebung, Sedimentation, Flotation, Filtration, Flockung, Adsorption, Ionenaustausch, Gasaustausch, Entsäuerung, Enthärtung, Oxidation, Desinfektion); Anwendungsbeispiele, Berechnungen.

Literatur/Lernmaterialien

- Crittenden J. C. et al. (2005): Water Treatment, Principles and Design. Wiley & Sons, Hoboken.
- DVGW-Handbuch (2004): Wasseraufbereitung-Grundlagen und Verfahren, Oldenbourg, München.
- Vorlesungsskript (ILIAS Studierendenportal), Praktikumsskript.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 75 h

Vertiefungsfach: Umweltschutzverfahrenstechnik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22621 – Water Technology
- 22622 – Exercises to Water Technology

4.5.3 Modul 6402 Energie und Umwelt

Leistungspunkte: 8.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 2 Semester **Modulturnus:** Jährlich

Sprache: Deutsch/ Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis; Prof. Dr.-Ing. Thomas Kolb

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Umweltschutzverfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Vorlesung „Technical Systems for thermal waste treatment“:

- Waste: definition, specification, potential;
- Basic thermo-chemical processes for waste treatment: pyrolysis, gasification, combustion
- Technical systems for thermal waste treatment:
 - combustion: Grate furnace, rotary kiln, fluidized bed,
 - gasification: fixed bed, fluidized bed, entrained flow
 - pyrolysis: rotary kiln
- Refractory technology
- Legal aspects of waste management
- Tools for critical evaluation of waste treatment technologies
- Excursion to industrial sites

Vorlesung „Verbrennung und Umwelt“:

- Bedeutung des Umweltschutzes
- Schadstoffe aus der Verbrennung und ihre Wirkung
- Mechanismen der Schadstoffbildung
- Feuerungsbezogene Maßnahmen (Primärmaßnahmen) zur Emissionsminderung;
- Rauchgasreinigung: Sekundärmaßnahmen zur Emissionsminderung
- Emissionen bei motorischer Verbrennung und Verbrennung in Gasturbinen

Lehrveranstaltungen

- 22516 - Technical Systems for Thermal Waste Treatment, Vorlesung 2 SWS, WS
- 22507 – Verbrennung und Umwelt, Vorlesung 2 SWS, SS

4.5.4 Modul 6403 Process Engineering in Wastewater Treatment

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Dr. Tobias Morck

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Wassertechnologie
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden verfügen über das Wissen typischer Verfahrenstechniken der Abwasserreinigung im In- und Ausland. Sie sind in der Lage, diese technisch zu beurteilen und unter Berücksichtigung rechtlicher Randbedingungen flexibel zu bemessen. Die Studierenden können die Anlagentechnik analysieren, beurteilen und betrieblich optimieren. Es gelingt eine energetisch effiziente Auslegung unter Berücksichtigung wesentlicher kostenrelevanter Faktoren. Die Studierenden können die Situation in wichtigen Schwellen und Entwicklungsländern im Vergleich zu der in den Industrienationen analysieren und wasserbezogene Handlungsempfehlungen entwickeln.

Inhalt

Kommunale Abwassereinigung:

Die Studierenden erlangen vertieftes Wissen über Bemessung und Betrieb typischer Verfahrenstechniken der kommunalen Abwasserreinigung in Deutschland. Behandelt werden u.a.

- Verschiedene Belebungsverfahren
- Anaerobtechnik und Energiegewinnung
- Kofermentation und nachwachsende Rohstoffe
- Filtrationsverfahren
- Abwasserdesinfektion und pathogene Keime
- Chem. und biologische Phosphorelimination
- Spurenstoffelimination
- Ressourcenschutz und Energieeffizienz

Internationale Siedlungswasserwirtschaft:

Die Studierenden verfügen über das Wissen der Bemessung und des Betriebs der im internationalen Raum eingesetzten Techniken zur Wasseraufbereitung. Sie können diese Techniken analysieren, beurteilen und entscheiden, wann neue, stärker ganzheitlich orientierte Methoden eingesetzt werden können. Behandelt werden:

- Belebungsverfahren
- Tropf- und Tauchkörper
- Teichanlagen
- Bodenfilter / Wetlands
- UASB / EGSB / Anaerobe Filter
- Dezentrale versus zentrale Systeme
- Stoffstromtrennung
- Energiegewinnung aus Abwasser
- Trinkwasseraufbereitung
- Abfallwirtschaft

Literatur/Lernmaterialien

- Imhoff, K. u. K.R. (1999): Taschenbuch der Stadtentwässerung, 29. Aufl., Oldenbourg Verlag, München, Wien.
- ATV-DVWK (1997): Handbuch der Abwassertechnik: Biologische und weitergehende Abwasserreinigung, Band 5, Verlag Ernst & Sohn, Berlin.
- TV-DVWK(1997): Handbuch der Abwassertechnik: Mechanische Abwasserreinigung, Band 6, Verlag Ernst & Sohn, Berlin.
- Sperling, M., Chernicaró, C.A.L. (2005): Biological Wastewater Treatment in warm Climate Regions, IWA publishing, London.
- Wilderer, P.A., Schroeder, E.D. and Kopp, H. (2004): Global Sustainability - The Impact of Local Cultures. A New Perspective for Science and Engineering, Economics and Politics WILEY-VCH.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Die Erfolgskontrolle besteht aus zwei Teilleistungen:

- Studienleistung nach § 4 Abs. 3 SPO: Prüfungsvorleistung zur mündlichen Prüfung: Gruppenvortrag (20 min) und schriftliche Ausarbeitung (ca. 10 Seiten)
- Mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Vertiefungsfach: Umweltschutzverfahrenstechnik

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- Municipal Wastewater Treatment (SWS 1 + 1)
- International Sanitary Engineering (SWS 1 + 1)

4.5.5 Modul 6404 Environmental Biotechnology

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Andreas Tiehm

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Technische Biologie
- Umweltschutzverfahrenstechnik
- Wassertechnologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die Prinzipien der Mikrobiologie und deren technische Anwendung erklären. Sie sind in der Lage technisch relevante mikrobiologische Zusammenhänge auf ökologische, bio- und umwelttechnische Prozesse zu übertragen. Sie können biotechnologische Verfahren hinsichtlich leistungsbegrenzender Faktoren analysieren und Prozesskombinationen zur Steigerung der Umsatzraten unter ökologisch-ökonomischen Gesichtspunkten beurteilen.

Inhalt

Grundlagen Umweltbiotechnologie, Anwendungsgebiete, Stoffwechseltypen, Abbaubarkeit, Testverfahren zur Abbaubarkeit, Nährstoffe, Elektronenakzeptoren, Toxizität, Wachstumskinetik, Biologische Abwasserreinigung, Belebtschlammverfahren, Tropfkörper, Membranbioreaktoren, Klärschlammbehandlung, Biogasbildung, Desintegrationsverfahren, Mikrobiologischer Abbau von Schadstoffen (PAK, CKW), Sanierung kontaminierter Standorte, Natürlicher Abbau (Natural Attenuation), Uferfiltration, Trinkwasser-Aufbereitung, Monitoring-Methoden (Kulturverfahren, Molekularbiologie).

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Vertiefungsfach: Umweltschutzverfahrenstechnik

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22614 Environmental Biotechnology

4.5.6 Modul 6405 Brennstofftechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Thomas Kolb

Einordnung in Studiengang/ -fach

Pflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik (Falls nicht bereits in "Chemische Energieträger und Brennstofftechnologie gewählt)

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Umweltschutzverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, Energierohstoffe und daraus erzeugte Brennstoffe/chemische Energieträger zu charakterisieren und die Prozesse und Verfahren zur Erzeugung von chemischen Energieträgern bezüglich Verfahrenstechnik, Kosten und Umweltrelevanz kritisch zu bewerten.

Inhalt

- Überblick über die Energierohstoffe: Kohle, Öl, Gas, Biomasse - Entstehung, Vorräte, Verbrauch
- Technik der Förderung
- Charakterisierung und Analytik der Energierohstoffe und Brennstoffe
- Grundlagen, Prozesse und Verfahren zur Wandlung von Energierohstoffen in chemische Energieträger/Brennstoffe
- Prozesse und Verfahren der Brennstoff-Nutzung: Strom / Wärme, Mobilität, Synthese
- Vergleichende Bewertung von Prozessketten zur Wandlung und Nutzung von Brennstoffen auf Basis von LCA, Ökoeffizienzanalyse

Literatur/Lernmaterialien

- "Die Veredlung und Umwandlung von Kohle Technologien und Projekte 1970 bis 2000 in Deutschland"; ISBN 978-3-936418-88-0
- „Grundlagen der Gastechnik“; ISBN 978-3446211094
- "Handbook of Fuels"; ISBN 978-3-527-30740-1
- „Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry“; ISBN 978-3-5273-0673-2

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22305 - Grundlagen der Brennstofftechnik, Vorlesung 2 SWS
- 22306 – Übungen und Demonstrationen zu 22305, 1 SWS

4.5.7 Modul 6406 Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Professor Dr.-Ing. Jürgen Schmidt

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage, Risiken von technischen Anlagen systematisch abzuschätzen, Auswirkungen von möglichen Störfällen zu bewerten und geeignete sicherheitstechnische Gegenmaßnahmen zu definieren.

Die Vorlesung ist in Themenblöcke aufgeteilt.

Risikomanagement:

Sie können ...

- mit einer technischen Risikoanalyse Gefahren einstufen
- Risiken qualitativ und quantitativ definieren und einschätzen
- mit dem Risikografen Anforderungen an Schutzeinrichtungen bestimmen
- wesentliche Inhalte / Begriffe der Störfallverordnung wiedergeben
- ein Anlagensicherheitskonzept erstellen und bewerten
- eine Sicherheitsanalyse für eine Anlage durchführen

Gefahrstoffe:

Sie können ...

- Wirkung / Aufnahmewege toxischer Stoffe beschreiben
- Begriffe / Vorschriften einordnen
- Einstufungen vornehmen von ...
 - Gefährlichkeitsmerkmalen
 - Kennzeichnungen / Verpackungen
 - Sicherheitstechnischen Kenngrößen

- Grundlagen des Arbeitsschutzes anwenden (Grenzwerte / Betriebsanweisung)

Exotherme Chemische Reaktionen:

Sie können ...

- Ursachen für Durchgehireaktionen erkennen
- Gesetzliche Vorgaben anwenden
- Gefahren ermitteln und bewerten
- Sicherheitstechnische Kenngrößen festlegen
- Reaktionskalorimetrische Daten interpretieren (DTA / DWStau)
- Wärmebilanzen von Reaktoren beurteilen

Sicherheitseinrichtungen:

Sie sollen ...

- Die Bauarten und Einsatzbereiche von Sicherheitseinrichtungen kennen
 - Die Funktion und Charakteristiken von Sicherheitsventilen beschreiben können
 - Den Weg zur Auslegung von Sicherheitseinrichtungen im Detail wiedergeben können
- Rückhalteeinrichtungen:

Sie sind in der Lage ...

- Die Bauarten und Einsatzbereiche von Rückhaltesystemen wiederzugeben
- Zyklonabscheider und Schwerkraftabscheider für Notentlastungssysteme auszulegen
- Rückhaltesysteme für Chemieanlagen sicherheitstechnisch zu bewerten
- Notkühlung und Stoppersysteme als Alternative zu Entlastungssystemen vorzuschlagen

Ausbreitung von Gefahrstoffen:

Sie sind in der Lage ...

- zu entscheiden, ob Stoffe bei Notentlastungen von Reaktoren in die Atmosphäre entlastet werden dürfen
- Einflussgrößen auf die Ausbreitung von Schadstoffen zu beschreiben
- Störfall-Beurteilungswerte zu benennen und zu erklären
- das Vorgehen bei der Ausbreitungsrechnung zu beschreiben
- Empfehlungen für die Betriebe zu geben, worauf bei der Entlastung von Gefahrstoffen zu achten ist
- vorhandene Notentlastungseinrichtungen zu bewerten

PLT Schutzeinrichtungen:

Sie sollen ...

- PLT-Einrichtungen klassifizieren können
- die Anforderungen an eine PLT-Schutzeinrichtungen benennen können
- die Vorgehensweise zur Auslegung von PLT-Schutzeinrichtungen wiedergeben können
- den Einsatz vorhandener PLT-Schutzeinrichtungen bewerten können

Explosionsschutz:

Sie sind in der Lage ...

- die Voraussetzungen für das Auftreten von Explosionen zu benennen
- Explosionsbereiche bei Zweistoffsystemen/Dreistoffsystemen einzugrenzen
- Sicherheitstechnische Kennzahlen wie Mindestzündenergie/Zündtemperatur und die Explosionskenngößen (P_{max} , KG) zu definieren und die damit verbundenen Konzepte zu beschreiben
- Schutzmaßnahmen für die Vermeidung von Explosionen zu vorschlagen
- Vorhandene Schutzmaßnahmen an Anlagen zu bewerten

Elektrostatik:

Sie sind in der Lage ...

- Die verschiedenen Formen der elektrostatischen Aufladung und Entladung von Gegenständen und Einrichtungen zu beschreiben
- Schutzmaßnahmen gegen Explosionen aufzuzeigen
- Vorhandene Schutzmaßnahmen zu bewerten und Empfehlungen für die korrekte Ausführung bei neuen Anlagen zu geben

Inhalt

Einführung in den Schutz von Mensch und Umwelt vor den Gefahren von technischen Anlagen in der Chemie, Petrochemie, Pharmazie und im Bereich Öl und Gas. Durch Risikomanagement lassen sich Störfälle vermeiden und die Auswirkungen von Ereignissen begrenzen. Risikomanagement, Handhabung von Gefahrstoffen, Vermeidung von Durchgehareaktionen bei gefährlichen chemischen Reaktionen, Auslegung von Schutzeinrichtungen für Notentlastungen wie Sicherheitsventile, Berstscheiben und nachgeschaltete Rückhalteeinrichtungen. Moderne Prozessleittechnische Systeme, Emission und Ausbreitung von Gefahrstoffen in der Atmosphäre sowie Explosionsschutz und Brandschutz.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Vertiefungsfach: Umweltschutzverfahrenstechnik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Vorlesungsblocknote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22308 – Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen

Allgemeine Hinweise

Die Vorlesung wird als Blockvorlesung mit Exkursion in einen Störfallbetrieb gehalten.

4.5.8 Modul 6202 Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Achim Dittler

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Gas-Partikel-Systeme
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Studierende entwickeln ein Verständnis für die Herausforderungen der motorischen Abgasnachbehandlung auf Basis der vermittelten Grundlagen der Zusammensetzung motorischer Emissionen. Sie sind in der Lage, anwendungsgerechte Lösungen zur Emissionsminderung zu definieren und kennen die wesentlichen Problemstellungen im Betriebsverhalten der jeweiligen Komponenten (Oxidationskatalysator, Partikelfilter, SCR-Katalysator, Ammoniak-Schlupf-Katalysator). Die Studierenden lernen aktuelle Fragestellungen sachlich einzuordnen und selbstständig zu bewerten.

Inhalt

- Zusammensetzung verbrennungsmotorischer Abgase
- Gesetzliche Rahmenbedingungen
- Oxidationskatalysatoren: Aufbau, Funktionsweise & Auslegung
- Partikelreduktion – Abgasnachbehandlung mit Partikelfiltern: Aufbau, Funktion & Auslegung von Partikelfiltern; Rußentfernung; Alterung durch Ascheablagerungen; Ascheentfernung
- Stickoxidreduktion – Abgasnachbehandlung mittels selektiver katalytischer Reduktion: Grundlegende Reaktionen; mögliche Reduktionsmittel; AdBlue® – Spezifikation & Aufbereitung; Charakterisierung angewandter Katalysatoren
- Kombinierte Abgasnachbehandlungssysteme – Aufbau & Funktionsweise
- Sicherheits- und fahrzeugtechnische Aspekte der Abgasnachbehandlungsintegration ins Fahrzeug

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Vertiefungsfach: Umweltschutzverfahrenstechnik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehr- und Lernformen

- 22992 – Grundlagen motorischer Abgasnachbehandlung; 2 V

4.6 Fach 6500 Thermische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Thermische Trennverfahren II	Kind	WS	2 + 1	6
2	Wärmeübertragung II	Wetzel, Dietrich	WS	2 + 1	6
3	Stoffübertragung II	Schabel	WS	1 + 2	6
4	Trocknungstechnik – dünne Schichten und poröse Stoffe	Schabel	SS	2 + 1	6
5	Industrielle Kristallisation	Kind	SS	2 + 1	6
6	Wärmeübertrager	Wetzel	WS	2 + 0	4
7	Statistische Thermodynamik	Enders	SS	2 + 1	6
8	Thermodynamik der Phasengleichgewichte	Türk	WS	2 + 1	6
9	Theorie turbulenter Strömungen ohne und mit überlagerter Verbrennung	Zarzalıs	SS	2 + 0	4
10	Hochtemperatur-Verfahrenstechnik	Stapf	SS	2 + 1	6
11	Angewandte Molekulare Thermodynamik	Türk	SS	2 + 1	6
12	Messtechnik in der Thermofluidodynamik	Trimis	WS	2 + 1	6
13	Solare Prozesstechnik	Neises-von Puttkamer	SS	2 + 1	6
14	Kältetechnik B – Grundlagen der industriellen Gasgewinnung	Grohmann	SS	2+1	6

Kombinationen:

- Mindestens 2 Module aus 1 – 6
- Modul 13 nur in Kombination mit 1, 2, 5 oder 6

Prüfungsmodus:

Mündliche Gesamtprüfung der Modulkombination

4.6.1 Modul 6112 Trocknungstechnik - dünne Schichten und poröse Stoffe

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. h. c. Wilhelm Schabel

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Thermische Verfahrenstechnik
- Angewandte Rheologie
- Lebensmittelverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage Anforderungen an ein geeignetes Trocknungsverfahren zu identifizieren. Sie haben einen Überblick über den Stand der Wissenschaft und Technik und sind in der Lage ein solches Verfahren auszulegen, zu bewerten und auszuwählen. Das Qualifikationsziel ist es eine methodische Vorgehensweise zu erlernen, um die grundlegenden Erkenntnisse auf neue Prozesse und Apparate zu übertragen.

Inhalt

Einführung und industrielle Anwendungen zur Trocknungstechnik; Trocknungsverfahren und Modellbildung; Modellierung der Wärme- Stoffübertragung bei der Trocknung; Bestimmung von Materialeigenschaften, Feuchteleitung, Sorption, Diffusion; Trocknungsverlaufskurve, Trocknungsabschnitte; Anwendung der Grundlagen auf die Trocknung dünner Schichten und poröser Stoffe; Prinzipien der Sprüh-, Wirbelschicht-, Mikrowellen-, Infrarot- und Gefriertrocknung.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 - 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Vertiefungsfach: Thermische Verfahrenstechnik

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22811 – Trocknungstechnik - poröse Stoffe und dünne Schichten, Vorlesung, 2 SWS
- Übung und Beispiele zu 22811, 1 SWS

4.6.2 Modul 6501 Wärmeübertragung II

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Thomas Wetzel

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Thermische Verfahrenstechnik“.

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die grundlegenden Differentialgleichungen der Thermofluidodynamik herleiten und kennen mögliche Vereinfachungen bis hin zur instationären Wärmeleitung in ruhenden Medien. Die Studierende kennen verschiedene analytische und numerische Lösungsmethoden für die instationäre Temperaturfeldgleichung in ruhenden Medien. Die dabei eingesetzten Lösungsmethoden können die Studierenden selbstständig auf stationäre Wärmeleitungsprobleme wie die Wärmeübertragung in Rippen und Nadeln anwenden.

Inhalt

Fortgeschrittene Themen der Wärmeübertragung: Thermofluiddynamische Transportgleichungen, Instationäre Wärmeleitung; thermische Randbedingungen; Analytische Methoden (Kombinations- und Separationsansatz, Laplace-Transformation); Numerische Methoden (Finite Differenzen- und Volumenverfahren); Wärmeübertragung in Rippen und Nadeln.

Literatur/Lernmaterialien

- Von Böckh/Wetzel: „Wärmeübertragung“, Springer, 6. Auflage 2015
- VDI-Wärmeatlas, Springer-VDI, 10. Auflage, 2011

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 40 h
- Selbststudium: 80 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

(Summe: 180 h)

Vertiefungsfach: Thermische Verfahrenstechnik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 25 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO Master 2016.

Notenbildung

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22809 – Wärmeübertragung II, Vorlesung 2 SWS

4.6.3 Modul 6502 Thermische Trennverfahren II

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Matthias Kind

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Thermische Verfahrenstechnik
- Technische Thermodynamik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Erarbeitung eines tiefen Prozessverständnisses am Beispiel der Rektifikation von Mehrkomponenten-Gemischen. Fähigkeit zur Übertragung dieses Verständnisses in ein numerisches Modell und zur Lösung dieses Modells. Verständnis der fluiddynamischen Vorgänge in Kolonnen.

Inhalt

Grundlagen der Modellierung und Simulation verfahrenstechnischer Prozesse am Beispiel der Rektifikation eines mehrkomponentigen Gemischs: Phasengleichgewicht, Fugazitätskoeffizient, Aktivitätskoeffizienten-Modelle; Flash-Rechnung; Gleichungssystem für die Simulation der kontinuierlichen Rektifikation von Mehrkomponenten-Gemischen; Lösung des Gleichungssystems für ein 3-komponentiges System nach der Methode von Thiele und Gaddes; Kennenlernen weiterer Lösungsmethoden; Grundlagen der fluiddynamischen Auslegung einer von Boden- und Füllkörperkolonnen.

Literatur/Lernmaterialien

- Gmehling, J.; Kolbe, B.; Kleiber, M.; Rarey, J. R. Chemical thermodynamics; Wiley-VCH, 2012
- Schlünder, E.-U.; Thurner, F. Destillation, Absorption, Extraktion; Lehrbuch Chemie + Technik; Vieweg, 1995
- Stephan, P.; Mayinger, F.; Schaber, K.; Stephan, K. Thermodynamik. Band 2, 15th ed.; Springer, 2010
- VDI-GVC, Ed. VDI-Wärmeatlas, 11., bearb. und erw. Aufl.; VDI-Buch; Springer Vieweg: Berlin, 2013

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 70 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO Master 2016

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22812 – Thermische Trennverfahren II, Vorlesung 2 SWS
- 22813 – Übungen zu 22812, 1 SWS

4.6.4 Modul 6503 Stoffübertragung II

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Wilhelm Schabel

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach Thermische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage zu fortgeschrittenen, grundlegenden Stoffübertragungsprozessen Berechnungen sowohl analytisch als auch numerisch durchzuführen und eine Analyse der eigenen Versuchsergebnisse mit den Berechnungen und der Literatur im Team zu bewerten. Das Qualifikationsziel ist es diese grundlegenden Erkenntnisse auf andere Bereiche der Stoffübertragung und Prozesstechnik eigenständig zu übertragen.

Inhalt

Fortgeschrittene Themen der Stoffübertragung;

Grundlegende Versuche mit Ausarbeitung in Teamarbeit, Bewertung und Diskussion zu: Membrandiffusion; Gemischverdunstung; Diffusionsdestillation; Gemischkondensation; Physikalische Absorption; Chemische Absorption; Diffusion und Absorption in Polymeren; Ausgewählte Themen und Literaturbesprechung; Diskussion und Vorstellung von Ergebnissen/Gruppenarbeit.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

(Summe 180 h)

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20-30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO Master 2016.

Vertiefungsfach: Thermische Verfahrenstechnik

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22817 –Stoffübertragung II, Vorlesung, 2 SWS
- 22818 – Übung und Praktikum zu 22817 Stoffübertragung II, 1 SWS

4.6.5 Modul 6504 Industrielle Kristallisation

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Matthias Kind

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Produktgestaltung
- Thermische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Erarbeitung von tiefem Prozessverständnis am Beispiel der Industriellen Kristallisation. Übertragung dieses Verständnisses in ein numerisches Modell.

Inhalt

Verfahren und Apparate zur Kristallisation aus Lösungen; Gleichgewicht, Wachstums- und Keimbildungskinetik; Modellierung und Simulation der Kristallgrößenverteilung kontinuierlich und absatzweise betriebener Kristallisatoren; Lösung der gekoppelten Stoff- und Populationsbilanz; Apparateauslegung, Bestimmung der Hauptabmessungen von Zwangsumlauf-Kristallisatoren.

Literatur/Lernmaterialien

- Gnielinski, V.; Mersmann, A.; Thurner, F. Verdampfung, Kristallisation, Trocknung; Vieweg, 1993
- Mersmann, A.; Kind, M.; Stichlmair, J. Thermische Verfahrenstechnik, 2nd ed.; Springer, 2005
- Mullin, J. W. Crystallization, 3rd ed.; Butterworth-Heinemann, 1993
- Randolph, A. D.; Larson, M. A. Theory of particulate processes; Academic Press, 1971

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 40 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 70 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 - 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22814 – Industrielle Kristallisation, Vorlesung 2 SWS
- 22815 – Übung zu 22814, 1 SWS (als Hausaufgabe im Selbststudium)

4.6.6 Modul 6505 Wärmeübertrager

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Thomas Wetzel

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Thermische Verfahrenstechnik“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen wesentliche Berechnungsmethoden für die Auslegung und Nachrechnung von Wärmeübertragern und können diese selbständig auf ingenieurtechnische Problemstellungen anwenden. Die Studierenden können selbständig Entwurfsmethodiken für Wärmeübertrager einsetzen und die dafür benötigten Berechnungen von Wärmedurchgangskoeffizienten durchführen.

Inhalt

Wärmeübertragertypen, log. Temperaturdifferenz, e-NTU-Methode, Zellenmethodik, Entwurf von Wärmeübertragern, Wärmeübergang, Wärmeübergang in Ringspalten und bei Rohrbündeln, Kompaktwärmeübertrager, Mikrokanal-Wärmeübertrager.

Literatur/Lernmaterialien

Wird in der Veranstaltung vorgestellt.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22807 – Wärmeübertrager, Vorlesung 2 SWS

4.6.7 Modul 6506 Statistische Thermodynamik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Sabine Enders

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Technische Thermodynamik“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Thermodynamik III

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die Grundprinzipien der statistischen Mechanik und erkennen Vor- und Nachteile bei der Anwendung in der Verfahrenstechnik.

Inhalt

Boltzmann-Methode, Gibbs-Methode, Reale Gase, Zustandsgleichungen, Polymere.

- **Literatur/Lernmaterialien**
- J. Blahous, Statistische Thermodynamik, Hirzel Verlag Stuttgart, 2007.
- H.T. Davis, Statistical Mechanics of Phases, Interfaces, and Thin Films, Wiley-VCH, New York, 1996.
- G.G. Gray, K.E. Gubbins, Theory of Molecular Fluids Fundamentals. Clarendon, Press Oxford, 1984.
- J.P. Hansen, I.R. McDonald, Theory of Simple Liquids with Application to Soft Matter. Fourth Edition, Elsevier, Amsterdam, 2006.
- G.H. Findenegg, T. Hellweg, Statistische Thermodynamik, 2. Auflage, Springer Verlag, 2015.
- J.O. Hirschfelder, C.F. Curtis, R.B. Bird, Molecular Theory of Gases and Liquids. John-Wiley & Sons, New York, 1954.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22010 - Vorlesung
- 22011 - Übung

4.6.8 Modul 6507 Thermodynamik der Phasengleichgewichte

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Michael Türk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Technische Thermodynamik
- Thermische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Allgemeine Grundlagen, chemischen Potential, partielle molare Größen, Mischungs- und Exzessgrößen, Zustandsgleichungen, reine Gase und Gasgemische, Berechnung von Fugazitäten und -koeffizienten, reine Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgemische, Berechnung von Fugazitäten und Aktivitäten; Raoultsches Gesetz, Henrysches Gesetz, Berechnung binärer und ternärer Phasengleichgewichte, Phasengleichgewichte von Polymerlösungen

Lehrveranstaltungen

- 22016 – Thermodynamik der Phasengleichgewichte

4.6.9 Modul 6508 Theorie turbulenter Strömungen ohne und mit überlagerter Verbrennung

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Nikolaos Zarzalis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern:

- Thermische Verfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studenten lernen und verstehen die Ähnlichkeit zwischen Impuls-, Energie- und Stofftransport.

Die Studenten sind in der Lage aus der Anwendung der Analogie zwischen dem turbulenten und laminaren Transport die „turbulente“ Diffusion zu erklären und zu quantifizieren.

Die Studenten können gemessene Feldverteilungen von Turbulenzgrößen beurteilen.

Die Studenten können unterschiedliche Flammenstrukturen auf Grund der Wechselwirkung zwischen Turbulenz und Wärmefreisetzung analysieren und erklären.

Inhalt

Charakterisierung der Turbulenz; Herleitung der Bilanzgleichungen für Masse, Impuls und Energie; Turbulenter Impuls-, Wärme- und Stofftransport; Herleitung der Bilanzgleichungen für die kinetische Energie der mittleren Strömung und der turbulenten Schwankungsbewegung; Herleitung der Bilanzgleichungen für die Enstrophie der mittleren Strömung und der turbulenten Schwankungsbewegung; Erläuterung der Energiekaskade; Wechselwirkung zwischen Turbulenz und Wärmefreisetzung bei turbulenten Vormischflammen.

Literatur/Lernmaterialien

- Tennekes and Lumley, A first course in turbulence;
- N. Peters, Turbulent combustion
- T. Poinso, D. Veynante, Theoretical and numerical combustion

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 15
- Prüfungsvorbereitung: 75

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von max. 30min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22514 – Theorie turbulenter Strömungen ohne und mit überlagerter Verbrennung, Vorlesung, 2 SWS

4.6.10 Modul 6509 Hochtemperatur-Verfahrenstechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dieter Stapf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in folgenden Vertiefungsfächern:

- Chemische Energieträger-Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Thermische Verfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden identifizieren Anforderungen an Hochtemperaturprozesse aus der Problemstellung. Durch geeignete Bilanzierung unter Berücksichtigung relevanter kinetischer Vorgänge ermitteln sie daraus die erforderlichen Prozessparameter. Sie sind fähig, hierfür geeignete Reaktoren und Prozesskomponenten auszuwählen. Somit können die Studierenden unterschiedliche Verfahren der Prozessindustrie kritisch beurteilen und Lösungen für neue Problemstellungen der HTVT systematisch entwickeln.

Inhalt

Hochtemperaturprozesse im Beispiel; Verbrennungstechnische Grundlagen; Wärmeübertragung durch Strahlung; Wärmeaustauschrechnung für Hochtemperaturanlagen; Metallische und keramische Hochtemperaturwerkstoffe; Beispiele zur Konstruktion von Hochtemperaturanlagen.

Literatur/Lernmaterialien

Auf aktuelle Literatur wird im Fortlauf der Vorlesung hingewiesen

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22505 – Hochtemperaturverfahrenstechnik, Vorlesung 2 SWS
- 22506 – Übung zu 22505, Übung, 1 SWS

Allgemeine Hinweise

Dieses Modul behandelt die Hochtemperaturverfahrenstechnik als Querschnittsthema verschiedener verfahrenstechnischer Fachgebiete. Im Rahmen der Übungen findet die Anwendung der erlernten Grundlagen in der Prozessbeurteilung anhand konkreter Beispiele der HTVT statt.

4.6.11 Modul 6511 Angewandte Molekulare Thermodynamik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Michael Türk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Technische Thermodynamik
- Thermische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Allgemeine Grundlagen, Zwischenmolekulare Wechselwirkung, Virialkoeffizienten, Potentialfunktionen, Zustandsgleichung für reale Gase; Stoßprozess, Ablenkwinkel und Stoßintegrale, Transportkoeffizienten für ein- und mehratomige Gase, Transportkoeffizienten in binären Gasgemischen, Druckabhängigkeit der Transportkoeffizienten; Berechnung thermodynamischer Zustandsgrößen mittels der statistischen Thermodynamik.

Lehrveranstaltungen

- 22019 – Angewandte molekulare Thermodynamik

4.6.12 Modul 6512 Messtechnik in der Thermofluidodynamik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Energieverfahrenstechnik
- Thermische Verfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Es werden die gängigen experimentellen Methoden der Strömungs-, Konzentrations- und Temperaturmesstechnik in Theorie und Praxis vermittelt. Zunächst werden die Grundlagen der Messung der Geschwindigkeit, Druck, Dichte, Temperatur, Wärmestrom und Konzentration erläutert. Anschließend werden die Methoden zur Messung dieser Größen vorgestellt, hinsichtlich Genauigkeit und Auflösung diskutiert und in ihrer technischen Ausführung dargelegt. Insbesondere wird der Schwerpunkt auf moderne laser-optische Messverfahren einschließlich digitaler Bildverarbeitung gelegt (LDA, PDA, PIV, LIF, ...). Abschließend werden die Methoden zur Weiterverarbeitung und Analyse der Messdaten insbesondere in turbulenten Strömungen erläutert. Die Studierenden können in den kombinierten Praktikums-Übungsstunden unmittelbar die Methoden erproben.

Lehrveranstaltungen

- 22509 – Messtechnik in der Thermofluidodynamik, Vorlesung 2 SWS
- 22510 – Übung zu 22509 Messtechnik in der Thermofluidodynamik, 1 SWS

4.6.13 Modul 6513 Solare Prozesstechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Martina Neises-von Puttkamer

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Thermische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

In der Vorlesung Solare Prozesstechnik wird die Nutzung und Einbindung der konzentrierenden Solartechnik in verschiedene Hochtemperaturverfahren beschrieben. Es werden nach der Einführung der Grundlagen der Solarstrahlung die Techniken erläutert, mit denen die direkte Sonnenstrahlung konzentriert werden kann. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der Einkopplung dieser solaren Hochtemperaturwärme in Hochtemperaturprozesse, die somit rein oder zum Teil solar betrieben werden können. Hier werden die stromerzeugenden Prozesse, rein thermische Hochtemperaturprozesse und chemische Prozesse betrachtet. Aus der Vielzahl der existierenden Prozesse werden beispielhaft einige herausgegriffen und die Herausforderungen der solaren Einkopplung, sowie die technische Umsetzung gezeigt. Hierbei werden notwendige Entwicklungsschritte in unterschiedlichen Bereichen, wie der Materialwissenschaft, der Prozessführung und der Reaktortechnik erläutert und die Entwicklung vom Labor bis zum Pilotmaßstab verdeutlicht. Querschnittsthemen, die in allen Prozessen eine bedeutende Rolle spielen sind die Einbettung von Speichern und die Hybridisierung von Prozessen. Verschiedene thermische und chemische Speichersysteme werden erläutert und ihre Einbeziehung in und Anpassung an die gezeigten Prozesse wird beispielhaft erklärt. Der hybride Betrieb wird im Rahmen der Prozessführung anhand der gezeigten Prozesse genauer erläutert.

4.7 Fach 6600 Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Produktgestaltung: Grundlagen und ausgewählte Beispiele - Produktgestaltung II - Produktgestaltung: Beispiele aus der Praxis	Kind, Karbstein	WS/SS	4 + 0	8
2	Produktgestaltung: Beispiele aus der Praxis	Karbstein	SS	2 + 0	4
3	Ausgewählte Formulierungstechnologien (mdl.) - Hilfs- und Effektstoffe - Emulgieren und Dispergieren - Trocknen von Dispersionen - Extrusion	Schmidt Karbstein Emin	WS	4 + 0	8
4	Lebensmittelverfahrenstechnik	Karbstein	WS/SS	5 + 0	10
5	Lebensmittelkunde und -funktionalität	Watzl	WS	2 + 0	4
6	Industrielle Kristallisation	Kind	SS	2 + 1	6
7	Einführung in die Agglomerationstechnik	Anlauf	SS	2 + 0	4
8	Sol-Gel-Prozesse - Sol-Gel-Prozesse - Praktikum Sol-Gel-Prozesse	Müller	SS	2 + 0 0 + 1	4 2
9	Grundlagen der Herstellungsverfahren der Keramik und Pulvermetallurgie	Oberacker	WS	2 + 0	4
10	Produktentstehung – Entwicklungsmethodik	Albers	SS	3 + 0	6
11	Nanopartikel – Struktur und Funktion	Meyer	SS	2 + 1	6
12	Beispiele mechanischer Formulierungsverfahren: Emulgieren, Dispergieren, Extrusion	Karbstein Emin	WS	2 + 0	4
13	Rheologie und Rheometrie	Hochstein	SS	2 + 0	4
14	Rheologie von Polymeren	Willenbacher	SS	2 + 0	4
15	Stabilität disperser Systeme	Willenbacher	WS	2 + 0	4

Kombinationen:

- Modul 1 oder Modul 2 muss belegt werden
- Modul 2 wird nur denjenigen Studierende empfohlen, die die Vorlesung „Grundlagen der Produktgestaltung (Vorl. Nr. 22816) im Bachelor bereits belegt haben, Modul 2 nicht wählbar bei Wahl von Modul 1
- Modul 3 darf nur gewählt werden, wenn es nicht bereits als Wahlpflichtmodul gewählt wurde. Wird dieses Modul im Vertiefungsfach „Produktgestaltung“ gewählt, ist die Erfolgskontrolle eine mündliche Prüfung
- Modul 12 nicht wählbar, wenn das Wahlpflichtmodul „Ausgewählte Formulierungstechnologien“ oder Modul 3 gewählt wurde

Prüfungsmodus:

Mündliche Gesamtprüfung der Modulkombination

4.7.1 Modul 5112 Ausgewählte Formulierungstechnologien

Leistungspunkte: 8.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Fach "Erweiterte Grundlagen"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die Anforderungen an Formulierungen aus dem Bereich Life Sciences. Sie können geeignete Matrix- und Hilfsstoffe auswählen. Sie kennen die Grundlagen zur Herstellung von flüssigen und festen Formulierungen und können ausgewählte Verfahren (s. Inhalte) auslegen. Sie kennen geeignete konventionelle und innovative Apparate. Sie identifizieren Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und qualitätsbestimmenden Eigenschaften von Formulierungen. Sie können Prozesswissen zwischen einzelnen Produktgruppen übertragen. Die Studierenden sind in der Lage, relevante Produkteigenschaften zu benennen und kennen Methoden, diese mit wissenschaftlichen Methoden zu charakterisieren. Sie können den Zusammenhang zwischen physikalischen Eigenschaften einer Formulierung und Qualitätsparametern erläutern. Darauf aufbauend können sie geeignete Messmethoden für die Beurteilung relevanter Eigenschaften auswählen und kennen Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung.

Inhalt

Hilfs- und Effektstoffe: (LV FT1: U. van der Schaaf/LVT)

Stoffklassen: Molekularer Aufbau und Eigenschaften; Aufgaben und Funktionen: z.B. Grenzflächenaktivität und Modulation der Fließeigenschaften; Messverfahren und neue Entwicklungen

Emulgieren und Dispergieren: (LV FT2: H.P. Karbstein/LVT)

Besonderheiten flüssiger Formulierungen; Ziele der Verfahren; Grundlagen der Zerkleinerung und Stabilisierung von Tropfen und Partikeln in flüssiger Umgebung; Apparate-technische Umsetzung: Anlagenaufbau und Prozessauslegung; Prozess- und Eigenschaftsfunktionen; Beurteilung der Produktqualität: Grundlagen und Messverfahren; neue Entwicklungen.

Trocknen von Dispersionen: (LV FT3: H.P. Karbstein/LVT)

Ziele der Trocknung, Grundlagen der Haltbarkeit; Verfahren am Beispiel Sprühtrocknung, Walzentrocknung, Gefriertrocknung: Verfahrensprinzip, Anlagenaufbau und -auslegung, Prozessfunktionen. Beurteilung der Qualität von Pulvern, Instanteigenschaften: Grundlagen und Messverfahren. Agglomeration zur Verbesserung der Instanteigenschaften.

Vertiefungsfach: Produktgestaltung

Extrusionstechnik: (LV FT4: M. A. Emin/LVT)

Grundlagen der Extrusionstechnik und der Gestaltung von extrudierten Produkten: Apparateaufbau, Verfahrensauslegung, Charakterisierung des Prozesses und der Produkte (Grundlagen der Mess- und Modellierungstechnik).

Die Vorlesung ist Voraussetzung für ein Praktikum, das im Rahmen des NF oder VF LVT gewählt werden kann.

Literatur/Lernmaterialien

- Vorlesungsskript (KIT Studierendenportal);
- Köhler, K., Schuchmann, H. P.: Emulgiertechnik, 3. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg, 978-3-89947-869-3, 2012.
- Bouvier, J., Campanella, O.H.: Extrusion Processing Technology: Food and Non-Food Biomaterials, Wiley-Blackwell, 2014
- McClements, D. J.: Food Emulsions, 3. Auflage, CRC Press, 978-1-49872-668-9, 2015
- Mezger, T.G.: Das Rheologie Handbuch, 4. Auflage, Vincentz Network, 978-3866308633, 2012

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 80 h
- Prüfungsvorbereitung: 80 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22209 - Hilfs- und Effektstoffe, V 1 SWS
- 22229 - Emulgieren und Dispergieren, V 1 SWS
- 22226 - Trocknen von Dispersionen, V 1 SWS
- 22246 - Extrusionstechnik, V 1 SWS

Dozenten

Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein, Dr.-Ing. Ulrike van der Schaaf, Dr.- Ing. Azad Emin

Grundlage für

Vertiefungsfach Lebensmittelverfahrenstechnik

Allgemeine Hinweise

Das Modul kann alternativ im Fach „Erweiterte Grundlagen“ gewählt werden (mit abweichender Erfolgskontrolle und abweichenden LPs)

4.7.2 Modul 6106 Beispiele mechanischer Formulierungsverfahren: Emulgieren, Dispergieren, Extrusion

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Produktgestaltung
- Prozesse der mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Das Modul kann nicht in Kombination mit dem Wahlpflichtmodul „Ausgewählte Formulierungstechnologien“ gewählt werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Grundlagen zur Herstellung von flüssigen und festen Formulierungen und können ausgewählte Verfahren auslegen. Sie kennen geeignete konventionelle und innovative Apparate. Sie identifizieren Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und qualitätsbestimmenden Eigenschaften von Formulierungen. Sie können Prozesswissen zwischen einzelnen Produktgruppen übertragen.

Inhalt

Emulgieren und Dispergieren: (LV FT2: H.P. Karbstein/LVT)

Besonderheiten flüssiger Formulierungen; Ziele der Verfahren; Grundlagen der Zerkleinerung und Stabilisierung von Tropfen und Partikeln in flüssiger Umgebung; Apparate technische Umsetzung: Anlagenaufbau und Prozessauslegung; Prozess- und Eigenschaftsfunktionen; Beurteilung der Produktqualität: Grundlagen und Messverfahren; neue Entwicklungen.

Extrusionstechnik: (LV FT4: M.A. Emin/LVT)

Grundlagen der Extrusionstechnik und der Gestaltung von extrudierten Produkten: Apparateaufbau, Verfahrensauslegung, Charakterisierung des Prozesses und der Produkte (Grundlagen der Mess- und Modellierungstechnik).

Vorlesung ist Voraussetzung für ein Praktikum, das im Rahmen des NF oder VF LVT gewählt werden kann.

Literatur/Lernmaterialien

- Köhler, K., Schuchmann, H. P.: Emulgiertechnik, 3. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg, 978-3-89947-869-3, 2012.
- Bouvier, J., Campanella, O.H.: Extrusion Processing Technology: Food and Non-Food Biomaterials, Wiley-Blackwell, 2014

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 40 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 15 - 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22229 - Emulgieren und Dispergieren
- 22246 - Extrusionstechnik

Dozenten

Prof. Dr.-Ing. H. P. Karbstein, Dr.-Ing. A. Emin

4.7.3 Modul 6107 Einführung in die Agglomerationstechnik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Harald Anlauf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Angewandte Rheologie
- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die grundlegenden Gesetze und daraus folgende physikalische Prinzipien der Agglomeration von Partikeln erläutern und nicht nur den dazu geeigneten Verfahren zuordnen, sondern auch ausgewählten Apparaten. Sie sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen Produkt-, Betriebs- und Konstruktionsparametern herzustellen und auf verschiedene Agglomerationsverfahren anzuwenden. Sie können Agglomerationsaufgaben mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und alternative Lösungsvorschläge angeben. Auf der Basis des Gelernten können die Studierenden beurteilen, ob und gegebenenfalls in welcher Form ein erfolgversprechender Agglomerationsprozess gestaltet werden kann.

Literatur/Lernmaterialien

Anlauf: Skriptum „Einführung in die Agglomerationstechnik“

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h (Vorlesung 2 SWS)
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Vertiefungsfach: Produktgestaltung

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO 2016

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22935 - Einführung in die Agglomerationstechnik

Dozenten

Dr.-Ing. Harald Anlauf

4.7.4 Modul 6109 Grundlagen der Herstellungsverfahren der Keramik und Pulvermetallurgie

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Rainer Oberacker

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Voraussetzungen: keine

Empfehlung: Es werden Kenntnisse der allgemeinen Werkstoffkunde vorausgesetzt

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse zur Charakterisierung von Pulvern, Pasten und Suspensionen. Sie kennen die verfahrenstechnischen Grundlagen, die für die Verarbeitung von Partikelsystemen zu Formkörpern relevant sind. Sie können diese Grundlagen zur Auslegung von ausgewählten Verfahren der Nass- und Trockenformgebung anwenden.

Inhalt

Die Vorlesung vermittelt verfahrenstechnisches Grundlagenwissen zur Herstellung von Formkörpern aus Keramik- und Metall-Partikelsystemen. Sie gibt einen Überblick über die wichtigsten Formgebungsverfahren und ausgewählte Werkstoffgruppen.

Schwerpunkt bilden die Themenbereiche Charakterisierung und Eigenschaften von partikulären Systemen und insbesondere die Grundlagen der Formgebungsverfahren für Pulver, Pasten und Suspensionen.

Literatur/Lernmaterialien

- Folien zur Vorlesung: verfügbar unter <http://ilias.studium.kit.edu>
- R.J. Brook: Processing of Ceramics I+II, VCH Weinheim, 1996
- M.N. Rahaman: Ceramic Processing and Sintering, 2nd Ed., Marcel Dekker, 2003
- W. Schatt ; K.-P. Wieters ; B. Kieback. „Pulvermetallurgie: Technologien und Werkstoffe“, Springer, 2007
- R.M. German. “Powder metallurgy and particulate materials processing. Metal Powder Industries Federation, 2005
- F. Thümmel, R. Oberacker. “Introduction to Powder Metallurgy”, Institute of Materials, 1993

Vertiefungsfach: Produktgestaltung

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 – 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 2193010 - Grundlagen der Herstellungsverfahren der Keramik und Pulvermetallurgie

4.7.5 Modul 6504 Industrielle Kristallisation

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Matthias Kind

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Produktgestaltung
- Thermische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Erarbeitung von tiefem Prozessverständnis am Beispiel der Industriellen Kristallisation. Übertragung dieses Verständnisses in ein numerisches Modell.

Inhalt

Verfahren und Apparate zur Kristallisation aus Lösungen; Gleichgewicht, Wachstums- und Keimbildungskinetik; Modellierung und Simulation der Kristallgrößenverteilung kontinuierlich und absatzweise betriebener Kristallisatoren; Lösung der gekoppelten Stoff- und Populationsbilanz; Apparateauslegung, Bestimmung der Hauptabmessungen von Zwangsumlauf-Kristallisatoren.

Literatur/Lernmaterialien

- Gnielinski, V.; Mersmann, A.; Thurner, F. Verdampfung, Kristallisation, Trocknung; Vieweg, 1993
- Mersmann, A.; Kind, M.; Stichlmair, J. Thermische Verfahrenstechnik, 2nd ed.; Springer, 2005
- Mullin, J. W. Crystallization, 3rd ed.; Butterworth-Heinemann, 1993
- Randolph, A. D.; Larson, M. A. Theory of particulate processes; Academic Press, 1971

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 40 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 70 h

Vertiefungsfach: Produktgestaltung

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 - 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22814 – Industrielle Kristallisation, Vorlesung 2 SWS
- 22815 – Übung zu 22814, 1 SWS (als Hausaufgabe im Selbststudium)

4.7.6 Modul 6601 Produktgestaltung: Grundlagen und ausgewählte Beispiele

Leistungspunkte: 8.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 2 Semester **Modulturnus:** Jährlich

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Matthias Kind, Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Produktgestaltung"

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studenten haben bezüglich Produktgestaltung ein vielfältig erprobtes Verständnis für ihre Rolle und mögliche fachliche Aufgaben im industriellen Umfeld. Die Studierenden können die wesentlichen Prinzipien der Produktgestaltung darlegen und anhand unterschiedlicher Beispiele aus der Praxis anwenden. Die Studierenden können für ausgewählte Produkte beurteilen, welche physikalischen Eigenschaften für die Gestaltung von Produkteigenschaften relevant sind. Auf dieser Grundlage können sie geeignete Herstellungsverfahren und –anlagen auswählen und wissen, welche Prozessparameter wie zu variieren sind, um das Verfahren an die Qualitätsanforderungen der Produkte anpassen. Bei den Auswahlkriterien können sie ausgewählte wirtschaftliche Aspekte mit einbeziehen.

Inhalt

Inhalte Produktgestaltung II

Stetige Produktinnovationen sind eine Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit von Firmen. In dieser Lehrveranstaltung wird das Prinzip der „Konzeptuellen Produktgestaltung“ anhand vielfältiger praxisnaher Beispiele erläutert, in Übungen und mittels eines instruktiven Films selbst erarbeitet und schließlich auf den Gebieten „Kristallisation“ und „Kolloidale Systeme“ fachlich vertieft.

Unter „Konzeptueller Produktgestaltung“ ist folgende systematische 2-stufige Vorgehensweise zu verstehen: Analyse und Nutzung des Zusammenhangs zwischen den Prozessparametern und den physico-chemischen Eigenschaften des Produktes (Prozessfunktion) und des Zusammenhangs zwischen diesen physico-chemischen Eigenschaften und der anwendungstechnischen Qualitätsmerkmale des Produktes (Eigenschaftsfunktion).

Inhalte Produktgestaltung: Beispiele aus der Praxis

Anhand von ausgewählten Konsumprodukten geben verschiedene **Dozenten** Beispiele, wie im industriellen Alltag Produkte gestaltet werden und was dabei zu beachten ist. Auch Aspekte außerhalb der reinen Verfahrenstechnik, wie beispielsweise zugrunde liegende Kostenkalkulationen oder Marketingüberlegungen werden diskutiert. Die **Dozenten** kommen entweder direkt aus der Industrie oder berichten von einer Produktentwicklung, die sie in Ihrer Berufszeit in der Industrie selber begleitet haben. Zu Beginn der Reihe wird in einer Einführungsvorlesung das allen Teilbeiträgen zugrunde liegende Ziel und spätere Prüfungsinhalte erläutert.

Literatur/Lernmaterialien

- Product Design and Engineering – Best Practices (Ed. U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner); Wiley VCH; Weinheim 2007; Vol. 1: Basics and Technologies; Vol. 2: Rawmaterials, Additives and Applications
- Product Design and Engineering – Formulation of Gels and Pastes (Ed. U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner); Wiley VCH; Weinheim 2013
- Weitere Vorlesungsbegleitende Unterlagen werden durch jeweilige **Dozenten** bereitgestellt

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 120 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22833 – Produktgestaltung II, Vorlesung 2 SWS (WS)
- 22215 - Produktgestaltung: Beispiele aus der Praxis, Vorlesung 2 SWS (SS)

Dozenten

Prof. Dr.-Ing. Matthias Kind, Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein

4.7.7 Modul 6602 Produktgestaltung: Beispiele aus der Praxis

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Produktgestaltung
- Lebensmittelverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die wesentlichen Prinzipien der Produktgestaltung darlegen und anhand unterschiedlicher Beispiele aus der Praxis anwenden. Die Studierenden können für ausgewählte Produkte beurteilen, welche physikalischen und chemischen Eigenschaften oder Strukturen für die Gestaltung von Produkteigenschaften relevant sind. Auf dieser Grundlage können sie geeignete Herstellungsverfahren und –anlagen auswählen und wissen, welche Prozessparameter wie zu variieren sind, um das Verfahren an die Qualitätsanforderungen der Produkte anpassen. Bei den Auswahlkriterien können sie ausgewählte wirtschaftliche Aspekte mit einbeziehen.

Inhalt

Anhand von ausgewählten Konsumprodukten geben verschiedene **Dozenten** Beispiele, wie im industriellen Alltag Produkte gestaltet werden und was dabei zu beachten ist. Auch Aspekte außerhalb der reinen Verfahrenstechnik, wie beispielsweise zugrunde liegende Kostenkalkulationen oder Marketingüberlegungen werden diskutiert. Die **Dozenten** kommen entweder direkt aus der Industrie oder berichten von einer Produktentwicklung, die sie in Ihrer Berufszeit in der Industrie selber begleitet haben. Zu Beginn der Reihe wird in einer Einführungsvorlesung das allen Teilbeiträgen zugrunde liegende Ziel und spätere Prüfungsinhalte erläutert.

Literatur/Lernmaterialien

Vorlesungsbegleitende Unterlagen werden durch jeweilige **Dozenten** bereitgestellt

- Product Design and Engineering – Best Practices (Ed. U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner); Wiley VCH; Weinheim 2007; Vol. 1: Basics and Technologies; Vol. 2: Rawmaterials, Additives and Applications
- Product Design and Engineering – Formulation of Gels and Pastes (Ed. U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner); Wiley VCH; Weinheim 2013

Vertiefungsfach: Produktgestaltung

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 15 - 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22215 - Produktgestaltung: Beispiele aus der Praxis; Vorlesung 2 SWS

4.7.8 Modul 6603 Lebensmittelverfahrenstechnik

Leistungspunkte: 10.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 5,0 Std.

Moduldauer: 2 Semester **Modulturnus:** jährlich, WS/SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. - Ing. Heike P. Karbstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

- Pflicht im Vertiefungsfach "Lebensmittelverfahrenstechnik"
- Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Produktgestaltung"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Inhalte des Moduls „Ausgewählte Formulierungstechnologien“ werden vorausgesetzt

Qualifikationsziele

Die Studierenden können konventionelle Verfahrensketten zur Herstellung unterschiedlicher, auch komplex aufgebauter, Lebensmittel erläutern. Sie kennen die relevanten Grundoperationen und deren konventionellen Umsetzungskonzepte sowie innovative Ansätze. Diese Prozessschritte können die Studierenden prinzipiell auslegen. Sie identifizieren Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und qualitätsbestimmenden Eigenschaften von Lebensmitteln. Auch sind sie in der Lage, Prozesswissen zwischen einzelnen Produktgruppen zu übertragen. Sie kennen wesentliche Aspekte, die zur energetischen Beurteilung der einzelnen Prozessschritte und –ketten herangezogen werden müssen. Die Studierenden können Prinzipien der Produktgestaltung anwenden. Das beinhaltet das Identifizieren der Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und der Struktur eines Lebensmittels (Prozessfunktion) sowie zwischen der Struktur und den Eigenschaften (Eigenschaftsfunktion). Darauf aufbauend sind sie in der Lage, Problemstellungen aus dem Bereich der Lebensmittelverfahrenstechnik mit wissenschaftlichen Methoden zu analysieren und zu lösen. Die Studierenden können damit ein Verfahren im Hinblick auf die Eignung für Verarbeitungsschritte im Lebensmittelbereich beurteilen und dabei Aspekte wie Nachhaltigkeit, Energieeffizienz, Lebensmittelsicherheit oder zu erwartende Produktqualität in die Betrachtungen mit einbeziehen.

Inhalt

Prozessketten zur Herstellung der wichtigsten Lebensmittel wie Milch und Milchprodukte, Fleisch und Fleischprodukte, Nahrungsöle, Margarine und Streichfette, Getreideerzeugnisse, Obst & Gemüse und Folgeprodukte, Zucker, Schokolade, Kaffee, Bier, Wein, Branntwein: Grundlagen der Verfahren, energetische Aspekte und rohstoffbezogene Spezifika, innovative Verfahrensansätze; wichtige Parameter zur Qualitätseinstellung.

Literatur/Lernmaterialien

- H.P. Schuchmann und H. Schuchmann: Lebensmittelverfahrenstechnik: Rohstoffe, Prozesse, Produkte; Wiley VCH, 2005; ISBN: 978-3-527-66054-4 (auch als ebook)
- H.G. Kessler: Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik – Molkereitechnologie, Verlag A. Kessler, 1996, ISBN 3-9802378-4-2
- H.G. Kessler: Food and Bio Process Engineering - Dairy Technology, Publishing House A. Kessler, 2002, ISBN 3-9802378-5-0
- M. Loncin: Die Grundlagen der Verfahrenstechnik in der Lebensmittelindustrie; Aarau Verlag, 1969, ISBN 978-3794107209

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 75 h
- Selbststudium: 150 h
- Prüfungsvorbereitung: 75 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 40 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22210 - Lebensmittelverfahrenstechnik, Vorlesung 5 SWS (3 SWS im SS, 2 SWS im WS; es kann sowohl im SS als auch im WS begonnen werden)

4.7.9 Modul 6604 Lebensmittelkunde und -funktionalität

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Bernhard Watzl

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage auf Nährstoffbasis eine gesundheitliche Bewertung von Lebensmitteln bzw. Ernährungsweisen durchzuführen.

Inhalt

Bedeutung der Ernährung für die Gesundheit. Im Mittelpunkt stehen Makro- und Mikronährstoffe (Kohlenhydrate, Proteine, Fette, Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente, Ballaststoffe, sekundäre Pflanzenstoffe) sowie deren Bedeutung im Stoffwechsel des Menschen. Es werden die wesentlichen Lebensmittelgruppen (pflanzlich, tierisch) für die Nährstoffzufuhr vorgestellt. Darüber hinaus werden funktionelle Aspekte der Lebensmittel sowie einzelner Inhaltsstoffe (z. B. Senkung des Cholesterinspiegels, Stimulation des Immunsystems, Modulation von Krankheitsrisiken) behandelt.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22207 - Lebensmittelkunde und -funktionalität

4.7.10 Modul 6605 Sol-Gel-Prozesse mit Praktikum

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Steffen Peter Müller

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Verfahrenstechnik
- Produktgestaltung
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Technische Thermodynamik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind befähigt das komplette Verfahren, ausgehend von der chemischen Sol-Bildung (Sol = Dispersionskolloid) bis hin zum fertigen Produkt, wie etwa einer Keramik, zu beschreiben und zu analysieren. Sie sind befähigt die einzelnen Schritte bis dorthin kritisch zu beurteilen und zu bewerten.

Inhalt

Herstellung von funktionalen Materialien durch Sol-Gel-Prozesse; Sol-Bildung: Hydrolyse und Kondensation; Vernetzung, Gelierung und Alterung; Deformation und Fließen von Gelen; Trocknung und Rissbildung; Struktur von Aero- und Xerogelen; Oberflächenchemie und Modifikation; Sinterung; Anwendungen: Pulver, Keramiken, Gläser, Filme, Membranen.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 22,5 h
- Praktikum: 11,5 h, 4 Versuche
- Selbststudium: 16 h
- Prüfungsvorbereitung: 130 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Vertiefungsfach: Produktgestaltung

Lehrveranstaltungen

- 22110 – Sol-Gel-Prozesse
- 22111 – Praktikum zu 22110

Allgemeine Hinweise

Das Modul kann im Vertiefungsfach Chemische Verfahrenstechnik auch ohne Praktikum gewählt werden, Umfang 4 LP.

4.7.11 Modul 6606 Produktentstehung - Entwicklungsmethodik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Albert Albers

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Produktgestaltung“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können ...

- Produktentwicklung in Unternehmen einordnen und verschiedene Arten der Produktentwicklung unterscheiden
- die für die Produktentwicklung relevanten Einflussfaktoren eines Marktes benennen
- die zentralen Methoden und Prozessmodelle der Produktentwicklung benennen, vergleichen und diese auf die Entwicklung moderat komplexer technische Systeme anwenden
- Problemlösungssystematiken erläutern und zugehörige Entwicklungsmethoden zuordnen
- Produktprofile erläutern sowie darauf aufbauend geeignete Kreativitätstechniken zur Lösungsfindung/Ideenfindung unterscheiden und auswählen
- Gestaltungsrichtlinien für den Entwurf technischer Systeme erörtern und auf die Entwicklung gering komplexer technischer Systeme anwenden
- Qualitätssicherungsmethoden für frühe Produktentwicklungsphasen nennen, vergleichen, situationsspezifisch auswählen und diese auf moderat komplexe technische Systeme anwenden
- Methoden der statistischen Versuchsplanung erläutern
- Kostenentstehung und Kostenverantwortung im Konstruktionsprozess erläutern

Inhalt

Grundlagen der Produktentwicklung: Grundbegriffe, Einordnung der Produktentwicklung in das industrielle Umfeld, Kostenentstehung/Kostenverantwortung Konzeptentwicklung: Anforderungsliste/Abstraktion der Aufgabenstellung/Kreativitätstechniken/ Bewertung und Auswahl von Lösungen Entwerfen: Allgemein gültige Grundregeln der Gestaltung, Gestaltungsprinzipien als problemorientierte Hilfsmittel Rationalisierung in der Produktentwicklung: Grundlagen des Entwicklungsmanagements, Simultaneous Engineering und integrierte Produktentwicklung, Baureihenentwicklung und Baukastensysteme

Qualitätssicherung in frühen Entwicklungsphasen: Methoden der Qualitätssicherung im Überblick, QFD, FMEA

Literatur/Lernmaterialien

- Vorlesungsunterlagen
- Pahl, Beitz: Konstruktionslehre, Springer-Verlag 1997
- Hering, Triemel, Blank: Qualitätssicherung für Ingenieure; VDI-Verlag,1993

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 31,5 h
- Selbststudium: 148,5

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20-30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 2146176 – Produktentstehung - Entwicklungsmethodik

4.7.12 Modul 6607 Nanopartikel - Struktur & Funktion

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Gerhard Kasper, Dr.-Ing. Jörg Meyer

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Gas-Partikel-Systeme
- Produktgestaltung
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Lehrveranstaltungen

- 22936 Nanopartikel Struktur und Funktion, Vorlesung 2 SWS
- 22937 Übungen zu Nanopartikel Struktur und Funktion, Übung 1 SWS

4.7.13 Modul 5204 Rheologie und Rheometrie

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. B. Hochstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage das rheologische Verhalten komplexer Fluide wie Suspensionen und Emulsionen zu beschreiben und kennen die zur Verfügung stehenden Meßmethoden und Rheometer für die Ermittlung der rheologischen Materialfunktionen sowie deren Anwendungsgebiete. Sie kennen den Zusammenhang zwischen dem Fließ- und dem verfahrenstechnischen Verhalten der komplexen Fluide und die Möglichkeiten spezielles Verhalten einzustellen.

Inhalt

Rheologische Materialfunktionen; Relevanz rheologischer Größen in Produktentwicklung, Qualitätsmanagement und Verarbeitung; Praxisrelevante Schergeschwindigkeiten; allgemeiner Spannungszustand, Extraspannungen, Definition des hydrostatischen Druckes, viskosimetrische Strömung; Rheologische Grundkörper; Kugelfall- und Auslaufviskosimeter, Kegel-Platte-, Platte-Platte-, koaxiales Zylinderrheometer, Hochdruck-Kapillarrheometer; Energiedissipation bei einer Scherung; thermo-rheologisches Verhalten; Versuchsführungen; Schwingungsrheologie, Cox-Merz Beziehung, Time-Temperature Superposition, Strain rate frequency Superposition, Einführung in die Dehnrheologie (CaBER-Experiment); Anwendungsbeispiele: Auslegung eines Spenders für kosmetische Produkte, Ermittlung der (Temperatur-) Stabilität von Emulsionen mittels Schwingungsanalyse, Bestimmung der Molmassenverteilung eines Polymers aus der Viskositätsfunktion, Rheologisches Verhalten linearer unvernetzter Polymere.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Vertiefungsfach: Produktgestaltung

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Lehrveranstaltungen

- 22949 – Rheologie und Rheometrie

4.7.14 Modul 5205 Rheologie von Polymeren

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. N. Willenbacher

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften von Polymermolekülen und die molekularen Ursachen für das makroskopische viskoelastische Verhalten.

Die Studierenden sind mit den wichtigsten Modellen zur Beschreibung des Fließverhaltens von Polymerschmelzen, -lösungen und -gelen vertraut. Aus rheologischen Daten können sie auf den molekularen Aufbau der entsprechenden Polymere zurückschließen.

Die Studierenden können das Verarbeitungsverhalten von Polymeren an Hand rheologischer Daten beurteilen.

Inhalt

Grundlagen der (Scher)-Rheometrie & Rheologische Phänomene, Lineare Viskoelastizität, Polymere in Natur und Technik, Was ist ein Polymer? Kettenmodelle und -statistik, verdünnte und mäßig konzentrierte Lösungen, Rouse-Modell - vom Molekül zum Modul !

Zimm-Modell - Intrinsische Viskosität, Molmasse, Molekülarchitektur, Einfluss von Polymerkonzentration und Lösemittelgüte, konzentrierte Lösungen und Schmelzen, Entanglement-Konzept, Röhrenmodelle und Reptation, Einfluss von Molmassenverteilung und Glastemperatur, Zeit-Temperatur Superposition, Gele und Netzwerke, Verdickerlösungen.

Dehnrheologie und Beschichtungsprozesse, Technische Bedeutung - Beispiele aus der industriellen Praxis.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Vertiefungsfach: Produktgestaltung

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22924 – Rheologie von Polymeren

4.7.15 Modul 5208 Stabilität disperser Systeme

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. N. Willenbacher

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Angewandte Rheologie
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Phänomene, die zur De-Stabilisierung kolloidaler Systeme führen und können diese Vorgänge quantitativ beschreiben. Sie kennen die wichtigsten Mechanismen zur Stabilisierung von Dispersionen, Emulsionen und Schäumen und können Produkteigenschaften entsprechend gestalten.

Inhalt

DLVO-Theorie, Polymeradsorption und sterische Wechselwirkungen, sog. Verarmungs- (depletion) Wechselwirkung.

Dispersionen: elektrostatische und sterische Stabilisierung, Flockung und Koagulation, schnelle Koagulation (Smoluchowski-Gleichung), langsame Koagulation, strömungsinduzierte Koagulation

Emulsionen: Herstellung von Emulsionen, mechanische Beanspruchung, Stabilisierung durch Tenside, Thermodynamik von Oberflächen, Gibbs Adsorptionsgleichung, Grenz- und Oberflächenspannung/ Benetzung, Aufrahmung und Sedimentation, Koaleszenz, Ostwald-Reifung

Stabilisierung durch Polymere, Proteine, feste Partikel (Pickering Emulsionen)

Schäume: Struktur- und Topologie, Koaleszenz, Disproportionierung, Drainage, Filmstabilität und -kollaps, Entschäumen

Messmethoden: optische Methoden: statische und dynamische Lichtstreuung, Trübung, DWS

Zentrifugation, Elektrokinetik, dielektrische Spektroskopie, Leitfähigkeit, Ultraschall, Rheologie, Kalorimetrie, statische und dynamische Schäumtests

Praxisbeispiele

Vertiefungsfach: Produktgestaltung

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22916 – Stabilität disperser Systeme

4.8 Fach 6700 Chemische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Reaktionstechnik mehrphasiger Systeme - <i>Chemische Verfahrenstechnik II</i> - <i>Heterogene Katalyse I</i> - <i>Übung und Repetitorium</i>	Kraushaar	WS	3 + 2	10
2	Heterogene Katalyse II	Kraushaar	SS	2 + 1	6
3	Reaktionskinetik	Müller	WS	2 + 1	6
4	Sol-Gel-Prozesse - <i>Sol-Gel-Prozesse</i> - <i>Praktikum Sol-Gel-Prozesse</i>	Müller	SS	2 + 0 0 + 1	4 2
5	Messmethoden in der chemischen Verfahrenstechnik - <i>Messmethoden in der chemischen Verfahrenstechnik</i> - <i>Praktikum zu Messmethoden in der chemischen Verfahrenstechnik</i>	Müller	SS	2 + 0 0 + 1	4 2
6	Auslegung von Mikroreaktoren	Pfeifer	WS	3 + 0	6
7	Katalytische Mikroreaktoren - <i>Katalytische Mikroreaktoren</i> - <i>Praktikum zu Katalytische Mikroreaktoren</i>	Pfeifer	SS	2 + 0 0 + 1	4 2

Kombinationen:

- Modul 1 = Pflichtmodul, sofern nicht "Katalytische Reaktionstechnik" (Profilfach, im Bachelor) absolviert
- Modul 6 ist nicht wählbar nach Ablegen des Profilfachs "Mikroverfahrenstechnik" im Bachelor
- Module 6 & 7 dürfen nicht kombiniert werden, d.h. wählbar ist nur 6 oder 7
- Praktika (4, 5 & 7) können ausgewählt werden, wobei sich die Modul-LP entsprechend verringern

Prüfungsmodus:

Mündliche Gesamtprüfung der Modulkombination

4.8.1 Modul 6605 Sol-Gel-Prozesse mit Praktikum

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Steffen Peter Müller

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Verfahrenstechnik
- Produktgestaltung
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Technische Thermodynamik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind befähigt das komplette Verfahren, ausgehend von der chemischen Sol-Bildung (Sol = Dispersionskolloid) bis hin zum fertigen Produkt, wie etwa einer Keramik, zu beschreiben und zu analysieren. Sie sind befähigt die einzelnen Schritte bis dorthin kritisch zu beurteilen und zu bewerten.

Inhalt

Herstellung von funktionalen Materialien durch Sol-Gel-Prozesse; Sol-Bildung: Hydrolyse und Kondensation; Vernetzung, Gelierung und Alterung; Deformation und Fließen von Gelen; Trocknung und Rissbildung; Struktur von Aero- und Xerogelen; Oberflächenchemie und Modifikation; Sinterung; Anwendungen: Pulver, Keramiken, Gläser, Filme, Membranen.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 22,5 h
- Praktikum: 11,5 h, 4 Versuche
- Selbststudium: 16 h
- Prüfungsvorbereitung: 130 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22110 – Sol-Gel-Prozesse
- 22111 – Praktikum zu 22110

Allgemeine Hinweise

Das Modul kann im Vertiefungsfach Chemische Verfahrenstechnik auch ohne Praktikum gewählt werden, Umfang 4 LP.

4.8.2 Modul 6701 Reaktionstechnik mehrphasiger Systeme

Leistungspunkte: 10.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 5,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Bettina Kraushaar-Czarnetzki

Einordnung in Studiengang/ -fach

Pflicht im Vertiefungsfach "Chemische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen das Filmmodell und sind in der Lage, es zur Berechnung von Stofftransport-Einflüssen in reagierenden mehrphasigen Systemen anzuwenden. Sie kennen technische Reaktoren für die Umsetzung von zwei- und dreiphasigen Reaktionsgemischen und können ihre Anwendungsgebiete und technischen Einsatzgrenzen erörtern. Im Fall mehrphasiger Reaktoren mit gut definierten System-Eigenschaften sind sie auch in der Lage, eine rechnerische Auslegung der Reaktordimensionen und der geeigneten Betriebsbedingungen vorzunehmen. Die Studierenden kennen die Funktionen von Katalysatoren und können die Modellvorstellungen zu ihrer Wirkungsweise erörtern. Sie kennen die Methoden zur industriellen Herstellung von heterogenen Katalysatoren und können Zusammenhänge zwischen Verarbeitung und Eigenschaften aufzeigen. Die Studierenden kennen Methoden zur Bestimmung von physikalisch-chemischen und katalytischen Eigenschaften und sind dazu fähig, auf der Basis der Untersuchungsergebnisse qualifizierte Aussagen über die Anwendungsmöglichkeit und Wirksamkeit von heterogenen Katalysatoren zu machen.

Inhalt

Theorie von Stofftransport und Reaktion in mehrphasigen Reaktionssystemen (Filmmodell); technische Reaktoren für zweiphasige Systeme: gasförmig-flüssig, flüssig-flüssig, gasförmig-fest; Reaktoren für dreiphasige Systeme. Funktionen und Wirkungsweise von Katalysatoren; Aufbau, Herstellung und Formgebung von heterogenen Katalysatoren; physikalisch-chemische Eigenschaften (Zusammensetzung, morphologische und mechanische Eigenschaften, Gesamtoberfläche und partielle Oberflächen, Porosität und Porenradienverteilung, Oberflächenchemie) und ihre Charakterisierung; funktionale Charakterisierung (Aktivität, Selektivität).

Literatur/Lernmaterialien

- B. Kraushaar-Czarnetzki: Skript "Chemische Verfahrenstechnik II";
- B. Kraushaar-Czarnetzki: Foliensammlung "Heterogene Katalyse I".

Alle Lernmaterialien und Hinweise auf Spezialliteratur sind auf der Lernplattform ILIAS (<https://ilias.studium.kit.edu>) abgelegt.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 70 h
- Repetitorium: 30 h
- Selbststudium: 120 h
- Prüfungsvorbereitung: 80 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 40 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22122 - Chemische Verfahrenstechnik II, 2V
- 22125 - Heterogene Katalyse I, 1V
- 22123 - Übungen und Repetitorium, 2Ü

4.8.3 Modul 6702 Heterogene Katalyse II

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Bettina Kraushaar-Czarnetzki

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Chemische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Studierende kennen die Einflüsse von Stoff- und Wärmetransport-hemmungen auf Aktivität und Selektivität sowie auf das Auftreten von Partikel-/Film-Überhitzung und multiplen Betriebszuständen. Sie können Konzepte zur Gestaltung von Katalysatoren entwickeln, mit denen Transporthemmungen und hohe Druckverluste vermieden werden. Sie sind fähig, Reaktoren und Betriebsbedingungen auszuwählen, die eine optimale Nutzung der Leistungsmerkmale eines Katalysators ermöglichen.

Inhalt

Einflüsse von Stoff- und Wärmetransport auf die Wirksamkeit von Katalysatoren (Aktivität, Selektivität, Überhitzungsphänomene, multiple Zustände); moderne Formulierungs- und Formgebungstechniken zur Leistungsmaximierung von technischen Kontakten; Konzepte für katalytische Reaktoren; aktuelle Fallstudien zur Entwicklung und Anwendung von heterogenen Katalysatoren.

Literatur/Lernmaterialien

Siehe Lernplattform ILIAS (<https://ilias.studium.kit.edu>).

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 32 h
- Repetitorium: 28 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22134 - Heterogene Katalyse II, 2V
- 22135 - Übung/Repetitorium zu Het. Kat. II, 1Ü

Allgemeine Hinweise

Im Vertiefungsfach "Chemische Verfahrenstechnik" nur in Kombination mit dem Modul "Reaktionstechnik mehrphasiger Systeme" wählbar.

Die Kombination mit dem Modul "Reaktionstechnik mehrphasiger Systeme" entfällt bzw. ist ausgeschlossen, wenn im Bachelor-Studium das Profulfach "Katalytische Reaktionstechnik" absolviert wurde.

4.8.4 Modul 6703 Reaktionskinetik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Steffen Peter Müller

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Chemische Verfahrenstechnik".

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die Ursachen und die unterschiedlichen elementaren Schritte von chemisch homogenen Reaktionen grundlegend erörtern. Ferner sind sie mit diesen Grundlagen befähigt, Berechnungen von chemischen Reaktionen mittels Ergebnissen aus kinetischen Versuchen durchzuführen. Anhand verschiedener Beispiele können die Studierenden Reaktionen unterschiedlicher Elementarschritte identifizieren sowie analysieren und daher die Sachverhalte chemisch homogener Reaktionen beurteilen und kritisch bewerten.

Inhalt

Grundlagen: Theorie des aktivierten Komplexes, thermodynamische Aspekte, aktive Zentren, Kettenreaktionen. Anwendungen: Photochemie, Reaktionen in Lösungen, Poly-Reaktionen, Autokatalyse, Explosionen.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 34 h
- Selbststudium: 16 h
- Prüfungsvorbereitung: 130 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22106 - Vorlesung Reaktionskinetik
- 22107 - Übung zu 22106

Allgemeine Hinweise

Übungen 14-täglich.

4.8.5 Modul 6704 Messmethoden in der chemischen Verfahrenstechnik mit Praktikum

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Steffen Peter Müller

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Chemische Verfahrenstechnik".

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können unterschiedliche Messmethoden erörtern und können diese auch z.B. anhand unterschiedlichen Messprinzipien unter-einander vergleichen und analysieren. Die Studierenden sind daher fähig, unterschiedliche Messmethoden kritisch zu beurteilen und zu bewerten.

Inhalt

Theorie und Praxis zur *on-line* Messung von Prozessgrößen (Temperatur, Druck, Durchflussgeschwindigkeit, Gemischzusammensetzung, pH-Wert) und zur Bestimmung von Stoffeigenschaften (Fluidichte, Feststoffdichte).

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 22,5 h
- Praktikum: 11,5 h, 8 Versuche
- Selbststudium: 26 h
- Prüfungsvorbereitung: 120 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22126 – Messmethoden in der chemischen Verfahrenstechnik
- 22127 – Praktikum zu 22126

Allgemeine Hinweise

Das Modul kann auch ohne Praktikum gewählt werden, Umfang 4 LP

4.8.6 Modul 6705 Auslegung von Mikroreaktoren

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Peter Pfeifer

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Chemische Verfahrenstechnik".

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studentinnen und Studenten können die Methoden der Prozessintensivierung durch Mikrostrukturierung des Reaktionsraumes anwenden und sind in der Lage die Vorteile und Nachteile einer Übertragung von gegebenen Prozessen in mikroverfahrenstechnische Apparate zu analysieren. Mit Kenntnis über spezielle Herstellverfahren für Mikroreaktoren sind die Studentinnen und Studenten in der Lage Auslegungsmethoden auf mikrostrukturierte Systeme hinsichtlich des Wärmetauschs anzuwenden und die Möglichkeiten zur Übertragung von Prozessen aus konventioneller Verfahrenstechnik in den Mikroreaktor hinsichtlich der Wärmeübertragungsleistung zu analysieren. Sie verstehen außerdem, wie die Mechanismen von Stofftransport und Mischung in strukturierten Strömungsmischern zusammenspielen, und sind in der Lage diese Kenntnisse auf die Kombination von Mischung und Reaktion anzuwenden. Darüber hinaus können sie mögliche Limitierungen bei der Prozessumstellung analysieren und so mikrostrukturierten Reaktoren für homogene Reaktionen angemessen auslegen. Die Studentinnen und Studenten verstehen die Bedeutung der Verweilzeitverteilung für Umsatz und Selektivität und sind in der Lage das Zusammenspiel von Stofftransport durch Diffusion und hydrodynamischer Verweilzeit in mikroverfahrenstechnischen Apparaten in gegebenen Anwendungsfällen zu analysieren.

Inhalt

Basiswissen zu mikroverfahrenstechnischen Systemen: Herstellung von mikrostrukturierten Systemen und Wechselwirkung mit Prozessen, Intensivierung von Wärmetausch und spezielle Effekte durch Wärmeleitung, Verweilzeitverteilung in Reaktoren und Besonderheiten in mikrostrukturierten Systemen, strukturierte Strömungsmischer (Bauformen und Charakterisierung) und Auslegung von strukturierten Reaktoren hinsichtlich Stoff- und Wärmetransport.

Literatur/Lernmaterialien

- Skript (Foliensammlung), Fachbücher:
- Kockmann, Norbert (Hrsg.), Micro Process Engineering, Fundamentals, Devices, Fabrication, and Applications, ISBN-10: 3-527-31246-3
- Micro Process Engineering - A Comprehens (Hardcover), Volker Hessel (Editor), Jaap C. Schouten (Editor), Albert Renken (Editor), Yong Wang (Editor), Junichi Yoshida (Editor), 3 Bände, 1500 Seiten, Wiley VCH, ISBN-10: 3527315500
- Winnacker-Küchler: Chemische Technik, Prozesse und Produkte, BAND 2: NEUE TECHNOLOGIEN, Kapitel Mikroverfahrenstechnik S. 759-819, ISBN-10: 3-527-30430-4
- Emig, Gerhard, Klemm, Elias, Technische Chemie, Einführung in die chemische Reaktionstechnik, Springer-Lehrbuch, 5., aktual. u. erg. Aufl., 2005, 568 Seiten, ISBN-10: 3-540-23452-7 (Kapitel Mikroreaktionstechnik S. 444-467)
- Chemical Kinetics, ISBN 978-953-51-0132-1 "Application of Catalysts to Metal Microreactor Systems", P. Pfeifer, <http://www.intechopen.com/books/chemical-kinetics/application-of-catalysts-to-metal-microreactor-systems>

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22145 – Auslegung von Mikroreaktoren

4.8.7 Modul 6706 Katalytische Mikroreaktoren mit Praktikum

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Peter Pfeifer

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Chemische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studentinnen und Studenten können die Methoden der Prozessintensivierung mittels katalytischer Mikroreaktoren anwenden und sind in der Lage die Vorteile und Nachteile einer Übertragung von gegebenen Prozessen in katalytisch funktionalisierten Mikroreaktoren zu analysieren. Zusammen mit der Kenntnis über spezielle Herstellverfahren für Mikroreaktoren sind die Studentinnen und Studenten in der Lage Auslegungsmethoden auf mikrostrukturierte Systeme hinsichtlich des Stoff- und Wärmetauschs in katalytisch funktionalisierten Mikroreaktoren anzuwenden und die Vor- und Nachteile sowie die Anwendbarkeit des Typs Mikroreaktor zu analysieren. Sie verstehen außerdem, wie die Mechanismen von Stofftransport und heterogen katalysierter Reaktion in strukturierten Reaktoren zusammenspielen, und sind in der Lage diese Kenntnisse auf reale Probleme anzuwenden. Darüber hinaus können sie mögliche Einsparungen beim Design der Mikroreaktoren erkennen und in die Praxis umsetzen bzw. die Fahrweise der Reaktoren so optimieren, dass sowohl CAPEX als auch OPEX durch den Einsatz katalytischer Mikroreaktoren reduziert wird.

Inhalt

Methoden der Herstellung von Mikroreaktoren; Verbindungstechniken für Mikrostrukturapparate; Grundlagen des Wärme- und Stofftransports in Mikrokanälen sowie der Verweilzeitverteilung in Einkanal- und Mehrkanalanordnungen. Schwerpunktthemen auf der Katalysatorintegration in Mikrostrukturreaktoren und Vergleich zu konventionellen katalytischen Reaktoren; experimentelle und mathematische Kriterien zur Beurteilung von Wärme- und Stofftransportlimitierungen in katalytischen Mikrostrukturreaktoren sowie die dazugehörigen Stoff- und Wärmebilanzen; Einstellungen isothermer Bedingungen, Fahrweisen mit erzwungenen Temperaturgradienten für exotherme Gleichgewichtsreaktionen sowie Kombination exothermer und endothermer Reaktionen in einem Mikroreaktor.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Praktikum: 20 h (3 Praktikumsversuche (je 0.5-1 Tag)) plus Ausarbeitung 30 h
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 50 h

Vertiefungsfach: Chemische Verfahrenstechnik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22136 – Katalytische Mikroreaktoren
- 22137 – Praktikum zu Grundlagen der Mikroverfahrenstechnik

Allgemeine Hinweise

Das Modul kann auch ohne Praktikum mit einem Umfang von 4 LP gewählt werden.

4.9 Fach 6800 Chemische Energieträger - Brennstofftechnologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Brennstofftechnik <i>- Grundlagen der Brennstofftechnik</i>	Kolb	WS	2 + 1	6
2	Energieträger aus Biomasse	Bajohr	WS	2 + 1	6
3	Katalytische Verfahren der Gastechik	Bajohr	SS	2 + 0	4
4	Raffinerietechnik – flüssige Energieträger	Rauch	SS	2 + 1	6
5	Technical Systems for Thermal Waste Treatment	Kolb	WS	2 + 0	4
6	Grundlagen der Verbrennungstechnik	Trimis	WS	2 + 1	6
7	Hochtemperatur-Verfahrenstechnik	Stapf	SS	2 + 1	6
8	Angewandte Verbrennungstechnik	Zarzalis	WS	2 + 1	6
9	Chemische Verfahrenstechnik II	Kraushaar- Czarnetzki	WS	2 + 0	4
10	Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen	Schmidt	SS	2 + 0	4
11	Wirbelschichttechnik	Rauch	WS	2+0	4

Kombinationen:

Modul 1 = Pflichtmodul

Prüfungsmodus:

Gesamtprüfung der Modulkombination

4.9.1 Modul 6405 Brennstofftechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Thomas Kolb

Einordnung in Studiengang/ -fach

Pflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik (Falls nicht bereits in "Chemische Energieträger und Brennstofftechnologie gewählt)

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Umweltschutzverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, Energierohstoffe und daraus erzeugte Brennstoffe / chemische Energieträger zu charakterisieren und die Prozesse und Verfahren zur Erzeugung von chemischen Energieträgern bezüglich Verfahrenstechnik, Kosten und Umweltrelevanz kritisch zu bewerten.

Inhalt

- Überblick über die Energierohstoffe: Kohle, Öl, Gas, Biomasse - Entstehung, Vorräte, Verbrauch
- Technik der Förderung
- Charakterisierung und Analytik der Energierohstoffe und Brennstoffe
- Grundlagen, Prozesse und Verfahren zur Wandlung von Energierohstoffen in chemische Energieträger/Brennstoffe
- Prozesse und Verfahren der Brennstoff-Nutzung: Strom / Wärme, Mobilität, Synthese
- Vergleichende Bewertung von Prozessketten zur Wandlung und Nutzung von Brennstoffen auf Basis von LCA, Ökoeffizienzanalyse

Literatur/Lernmaterialien

- "Die Veredlung und Umwandlung von Kohle Technologien und Projekte 1970 bis 2000 in Deutschland"; ISBN 978-3-936418-88-0
- „Grundlagen der Gastechnik“; ISBN 978-3446211094
- "Handbook of Fuels"; ISBN 978-3-527-30740-1
- „Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry“; ISBN 978-3-5273-0673-2

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22305 - Grundlagen der Brennstofftechnik, Vorlesung 2 SWS
- 22306 – Übungen und Demonstrationen zu 22305, 1 SWS

4.9.2 Modul 6406 Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Professor Dr.-Ing. Jürgen Schmidt

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger - Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage, Risiken von technischen Anlagen systematisch abzuschätzen, Auswirkungen von möglichen Störfällen zu bewerten und geeignete sicherheitstechnische Gegenmaßnahmen zu definieren. Die Vorlesung ist in Themenblöcke aufgeteilt.

Risikomanagement:

Sie können ...

- mit einer technischen Risikoanalyse Gefahren einstufen
- Risiken qualitativ und quantitativ definieren und einschätzen
- mit dem Risikografen Anforderungen an Schutzeinrichtungen bestimmen
- wesentliche Inhalte / Begriffe der Störfallverordnung wiedergeben
- ein Anlagensicherheitskonzept erstellen und bewerten
- eine Sicherheitsanalyse für eine Anlage durchführen

Gefahrstoffe:

Sie können ...

- Wirkung / Aufnahmewege toxischer Stoffe beschreiben
- Begriffe / Vorschriften einordnen

- Einstufungen vornehmen von ...
 - Gefährlichkeitsmerkmalen
 - Kennzeichnungen / Verpackungen
 - Sicherheitstechnischen Kenngrößen
- Grundlagen des Arbeitsschutzes anwenden (Grenzwerte / Betriebsanweisung)

Exotherme Chemische Reaktionen:

Sie können ...

- Ursachen für Durchgehreaktionen erkennen
- Gesetzliche Vorgaben anwenden
- Gefahren ermitteln und bewerten
- Sicherheitstechnische Kenngrößen festlegen
- Reaktionskalorimetrische Daten interpretieren (DTA / DWStau)
- Wärmebilanzen von Reaktoren beurteilen

Sicherheitseinrichtungen:

Sie sollen ...

- Die Bauarten und Einsatzbereiche von Sicherheitseinrichtungen kennen
- Die Funktion und Charakteristiken von Sicherheitsventilen beschreiben können
- Den Weg zur Auslegung von Sicherheitseinrichtungen im Detail wiedergeben können

Rückhalteeinrichtungen:

Sie sind in der Lage ...

- Die Bauarten und Einsatzbereiche von Rückhaltesystemen wiederzugeben
- Zyklonabscheider und Schwerkraftabscheider für Notentlastungssysteme auszulegen
- Rückhaltesysteme für Chemieanlagen sicherheitstechnisch zu bewerten
- Notkühlung und Stoppersysteme als Alternative zu Entlastungssystemen vorzuschlagen

Ausbreitung von Gefahrstoffen:

Sie sind in der Lage ...

- zu entscheiden, ob Stoffe bei Notentlastungen von Reaktoren in die Atmosphäre entlastet werden dürfen
- Einflussgrößen auf die Ausbreitung von Schadstoffen zu beschreiben
- Störfall-Beurteilungswerte zu benennen und zu erklären

- das Vorgehen bei der Ausbreitungsrechnung zu beschreiben
- Empfehlungen für die Betriebe zu geben, worauf bei der Entlastung von Gefahrstoffen zu achten ist
- vorhandene Notentlastungseinrichtungen zu bewerten

PLT Schutzeinrichtungen:

Sie sollen ...

- PLT-Einrichtungen klassifizieren können
- die Anforderungen an eine PLT-Schutzeinrichtungen benennen können
- die Vorgehensweise zur Auslegung von PLT-Schutzeinrichtungen wiedergeben können
- den Einsatz vorhandener PLT-Schutzeinrichtungen bewerten können

Explosionsschutz:

Sie sind in der Lage ...

- die Voraussetzungen für das Auftreten von Explosionen zu benennen
- Explosionsbereiche bei Zweistoffsystemen/Dreistoffsystemen einzugrenzen
- Sicherheitstechnische Kennzahlen wie Mindestzündenergie/Zündtemperatur und die Explosionskenngrößen (P_{max} , KG) zu definieren und die damit verbundenen Konzepte zu beschreiben
- Schutzmaßnahmen für die Vermeidung von Explosionen zu vorschlagen
- Vorhandene Schutzmaßnahmen an Anlagen zu bewerten

Elektrostatik:

Sie sind in der Lage ...

- Die verschiedenen Formen der elektrostatischen Aufladung und Entladung von Gegenständen und Einrichtungen zu beschreiben
- Schutzmaßnahmen gegen Explosionen aufzuzeigen
- Vorhandene Schutzmaßnahmen zu bewerten und Empfehlungen für die korrekte Ausführung bei neuen Anlagen zu geben

Inhalt

Einführung in den Schutz von Mensch und Umwelt vor den Gefahren von technischen Anlagen in der Chemie, Petrochemie, Pharmazie und im Bereich Öl und Gas. Durch Risikomanagement lassen sich Störfälle vermeiden und die Auswirkungen von Ereignissen begrenzen.

Risikomanagement, Handhabung von Gefahrstoffen, Vermeidung von Durchgehreaktionen bei gefährlichen chemischen Reaktionen, Auslegung von Schutzeinrichtungen für Notentlastungen wie Sicherheitsventile, Berstscheiben und nachgeschaltete Rückhalteeinrichtungen. Moderne Prozessleittechnische Systeme, Emission und Ausbreitung von Gefahrstoffen in der Atmosphäre sowie Explosionsschutz und Brandschutz.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Vorlesungsblocknote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22308 – Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen

Allgemeine Hinweise

Die Vorlesung wird als Blockvorlesung mit Exkursion in einen Störfallbetrieb gehalten.

4.9.3 Modul 6509 Hochtemperatur-Verfahrenstechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dieter Stapf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in folgenden Vertiefungsfächern:

- Chemische Energieträger-Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Thermische Verfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden identifizieren Anforderungen an Hochtemperaturprozesse aus der Problemstellung. Durch geeignete Bilanzierung unter Berücksichtigung relevanter kinetischer Vorgänge ermitteln sie daraus die erforderlichen Prozessparameter. Sie sind fähig, hierfür geeignete Reaktoren und Prozesskomponenten auszuwählen. Somit können die Studierenden unterschiedliche Verfahren der Prozessindustrie kritisch beurteilen und Lösungen für neue Problemstellungen der HTVT systematisch entwickeln.

Inhalt

Hochtemperaturprozesse im Beispiel; Verbrennungstechnische Grundlagen; Wärmeübertragung durch Strahlung; Wärmeaustauschrechnung für Hochtemperaturanlagen; Metallische und keramische Hochtemperaturwerkstoffe; Beispiele zur Konstruktion von Hochtemperaturanlagen.

Literatur/Lernmaterialien

Auf aktuelle Literatur wird im Fortlauf der Vorlesung hingewiesen

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22505 – Hochtemperaturverfahrenstechnik, Vorlesung 2 SWS
- 22506 – Übung zu 22505, Übung, 1 SWS

Allgemeine Hinweise

Dieses Modul behandelt die Hochtemperaturverfahrenstechnik als Querschnittsthema verschiedener verfahrenstechnischer Fachgebiete. Im Rahmen der Übungen findet die Anwendung der erlernten Grundlagen in der Prozessbeurteilung anhand konkreter Beispiele der HTVT statt.

4.9.4 Modul 6801 Energieträger aus Biomasse

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Siegfried Bajohr

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in folgenden Vertiefungsfächern:

- Chemische Energieträger- Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Technische Biologie
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden entwickeln Prozessverständnis für Prozesse zur Umwandlung und Nutzung von Biomasse. Sie können entsprechende Prozesse bilanzieren, bewerten und weiterentwickeln. Die Betrachtung ethischer, ökonomischer und ökologischer Rahmenbedingungen hilft den Studierenden bei der kritischen Bewertung von (neuen) Prozessen und bei deren Weiterentwicklung.

Inhalt

- Grundlagen der Biomasseentstehung und der Umwandlungspfade hin zu chemischen Energieträgern wie Biodiesel, Ethanol oder SNG.
- Charakterisierungsmethoden und Unterscheidungskriterien für Biomasse, nutzbare Potenziale global/national, Nachhaltigkeitsaspekte, CO₂-Vermeidungspotenziale.
- Nutzung und Umwandlung von Pflanzenölen und -fetten.
- Biochemische Umwandlungsprozesse zu Ethanol und Biogas, Nutzung- und Aufbereitungsprozesse für Biogas.
- Thermochemische Biomasseumwandlung durch Pyrolyse und Vergasung; ausgewählte Synthesen (FT-, CH₄-, CH₃OH-, DME-Synthese).

Literatur/Lernmaterialien

- Kaltschmitt, M.; Hartmann (Ed.): Energie aus Biomasse, 2. Aufl., Springer Verlag 2009.
- Graf, F.; Bajohr, S. (Hrsg.): Biogas: Erzeugung – Aufbereitung – Einspeisung, 2. Aufl., Oldenbourg Industrieverlag 2013.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22320 - Energieträger aus Biomasse / Biomass based Energy Carriers; Vorlesung, 2 SWS
- 22321 - Übung zu Energieträger aus Biomasse / Exercise Biomass based Energy Carrier; 2 SWS

4.9.5 Modul 6803 Katalytische Verfahren der Gastechnik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Siegfried Bajohr

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die wesentlichen katalytischen Verfahren in der Gastechnik. Das an den konkreten Beispielen der Vorlesung erlernte Zusammenspiel aus Thermodynamik, Stoff-/Wärmetransport und Reaktionskinetik liefert ihnen das notwendige Wissen zur Reaktorauswahl und weiteren Verfahrensentwicklung anderer katalytischer Prozesse.

Inhalt

Quellen, Nutzung, Bedarf und Charakterisierung gasförmiger chemischer Energieträger.

Übersicht über katalytische Verfahren und Prozesse zur Erzeugung, Aufbereitung und Nutzung gasförmiger Energieträger.

Erzeugung und Nutzung am Beispiel Methanisierung / Steamreforming => Reaktorkonzepte für exotherme und endotherme Prozesse.

Gasaufbereitung bzw. katalytische Prozesse zur Gasreinigung und Gaskonditionierung.

Literatur/Lernmaterialien

- Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley-VCH 2000.
- Jess, A.; Wasserscheid, P.: Chemical Technology. An Integral Textbook, Wiley-VCH 2013.
- Weber, K.: Engineering verfahrenstechnischer Anlagen. Praxishandbuch mit Checklisten und Beispielen. Springer Vieweg 2014.
- Froment, G. F.; Waugh, K. C.: Reaction Kinetics and the Development and Operation of Catalytic Processes, Elsevier 1999.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22345 - Katalytische Verfahren der Gastechnik, Vorlesung , s SWS

4.9.6 Modul 6804 Raffinerietechnik - flüssige Energieträger

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3.0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Rauch

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können Prozesse und Verfahren zur Erzeugung flüssiger Energieträger bilanzieren und wesentliche Zusammenhänge und Herausforderungen im modernen Raffinerieverbund erkennen. Das hieraus ableitbare Wissen kann auf andere verfahrenstechnische Prozesse übertragen werden und hilft bei deren Bewertung und Weiterentwicklung.

Inhalt

Einführung in die flüssigen chemischen Brennstoffe: Quellen, Ressourcen/Reserven, Verbrauch, charakteristische Eigenschaften von Rohstoffen und Produkten, Verfahrensübersicht. Erdöl und Erdölverarbeitung: Charakterisierung von Erdöl und Erdölprodukten, physikalische Trennverfahren, chemische Umwandlungsverfahren (chemische Gleichgewichte, Reaktionstechnik etc.), Raffineriestrukturen. Nicht-konventionelle flüssige Brennstoffe z. B. aus Syntheseprozessen oder nachwachsenden Rohstoffen (Fettsäureester, Alkohole, synthetische Kraftstoffe).

Literatur/Lernmaterialien

- Elvers, B. (Ed.): Handbook of Fuels, Energy Sources for Transportation, Wiley VCH 2008.
- Lucas, A. G. (Ed.): Modern Petroleum Technology, Vol. 2 Downstream, John Wiley 2000.
- Gary, J.; Handwerk, G., Kaiser, M. J.: Petroleum Refining, Technology and Economics, Fifth Edition, CRC Press 2007

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22310 - Raffinerietechnik – flüssige Energieträger / Refinery Technology – Liquid Fuels, Volesung, 2 SWS
- 22312 - Übung zu Raffinerietechnik – flüssige Energieträger / Exercise Refinery Technology – Liquid Fuels, 1 SWS

4.9.7 Modul 6805 Technical Systems for Thermal Waste Treatment

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. - Ing. Thomas Kolb

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger Brennstofftechnologie
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

The students are enabled to characterize different waste fractions and select suitable technologies for waste to energy conversion based on detailed process understanding and by application of evaluation tool combining economical and ecological aspects. The students gain a profound inside into process operation.

Inhalt

- Waste: definition, specification, potential
- Basic thermo-chemical processes for waste treatment: pyrolysis, gasification, combustion
- Technical systems for thermal waste treatment:
 - combustion: Grate furnace, rotary kiln, fluidized bed
 - gasification: fixed bed, fluidized bed, entrained flow
 - pyrolysis: rotary kiln
 - Refractory technology
 - Legal aspects of waste management
 - Tools for critical evaluation of waste treatment technologies
 - Excursion to industrial sites

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 50
- Prüfungsvorbereitung: 40

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22516 - Technical Systems for Thermal Waste Treatment, Vorlesung 2 SWS

Allgemeine Hinweise

Die Exkursion ist ein prüfungsrelevantes Element der Vorlesung

4.9.8 Modul 6806 Grundlagen der Verbrennungstechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Einführung und Stellenwert der Verbrennungstechnik; Thermodynamik technischer Verbrennung; Stoffumsatz und Enthalpieumsatz; Gleichgewichtszusammensetzung; Verbrennungstemperatur; Kinetik von Verbrennungsvorgängen; Verbrennungstechnische Kenngrößen: Zündgrenzen, Zündtemperatur, Zündenergie, Zündverzug, Löschabstand, Flammpunkt; Reaktionsmechanismen der Verbrennung; Flammengeschwindigkeit; Thermische Flammentheorie; Turbulente Flammenausbreitung; Übersicht Brennersysteme.

Lehrveranstaltungen

- 22501 - Grundlagen der Verbrennungstechnik / Combustion Technology

4.9.9 Modul 6807 Angewandte Verbrennungstechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Nikolaos Zarzalis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern:

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

- Die Studenten können die verbrennungstechnischen Kennzahlen und die Eigenschaften von unterschiedlichen Flammen beschreiben und erklären.
- Die Studenten sind in der Lage die verbrennungstechnischen Kennzahlen zu benutzen, um Brenner auszulegen.
- Die Studenten sind in der Lage Brenner hinsichtlich ihrer Operabilität zu untersuchen und die erzielten Ergebnisse zu analysieren.
- Die Studenten sind in der Lage das Brennverhalten im Hinblick auf die jeweilige Anwendung zu beurteilen.

Inhalt

Grundlagen der Verbrennungsvorgänge; Brennstoffe; Verbrennungstechnische Kenngrößen; Laminare Flammenfortpflanzung;

Struktur und Eigenschaften stationärer laminarer und turbulenter Flammen; Flammenstabilität; Ähnlichkeitsgesetze und Skalierung von Brennern; Verbrennung von flüssigen Brennstoffen; Heterogene Verbrennung von festen Brennstoffen; Beispiele praktischer Verbrennungssysteme.

Literatur/Lernmaterialien

- F. Joos, Technische Verbrennung
- J. Warnatz, U. Maas, Technische Verbrennung
- S. R. Turns, An Introduction to Combustion

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 25 h
- Prüfungsvorbereitung: 110 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von max. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22503 – Angewandte Verbrennungstechnik, Vorlesung, 2 SWS
- 22504 – Übung zu 22503 Angewandte Verbrennungstechnik, 1 SWS

4.9.10 Modul 6808 Chemische Verfahrenstechnik II

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Bettina Kraushaar-Czarnetzki

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Chemische Energieträger - Brennstofftechnologie"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen das Filmmodell und sind in der Lage, es zur Berechnung von Stofftransport-Einflüssen in reagierenden mehrphasigen Systemen anzuwenden. Sie kennen technische Reaktoren für die Umsetzung von zwei- und dreiphasigen Reaktionsgemischen und können ihre Anwendungsgebiete und technischen Einsatzgrenzen erörtern. Im Fall mehrphasiger Reaktoren mit gut definierten System-Eigenschaften sind sie auch in der Lage, eine rechnerische Auslegung der Reaktordimensionen und der geeigneten Betriebsbedingungen vorzunehmen.

Inhalt

Theorie von Stofftransport und Reaktion in mehrphasigen Reaktionssystemen (Filmmodell); technische Reaktoren für zweiphasige Systeme: gasförmig-flüssig, flüssig-flüssig, gasförmig-fest; Reaktoren für dreiphasige Systeme.

Literatur/Lernmaterialien

- B. Kraushaar-Czarnetzki: Skript "Chemische Verfahrenstechnik II";
- B. Kraushaar-Czarnetzki: Foliensammlung "Heterogene Katalyse I".

Alle Lernmaterialien und Hinweise auf Spezialliteratur sind auf der Lernplattform ILIAS (<https://ilias.studium.kit.edu>) abgelegt

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO

Vertiefungsfach: Chemische Energieträger - Brennstofftechnologie

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

22122 - Chemische Verfahrenstechnik II, Vorlesung, 2 SWS

4.9.11 Modul 5215 Wirbelschichttechnik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes Wintersemester

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Reinhard Rauch

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Gas-Partikel-Systeme

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Verständnis für Wirbelschichten, Design Berechnung und Auslegung von Wirbelschichten inkl. Gasverteiler, Vor- und Nachteile von Wirbelschichten und industrielle Anwendungen.

Inhalt

Grundlagen der Wirbelschicht, Erklärung von stationärer Wirbelschicht, zirkulierende Wirbelschicht und Zweibettwirbelschicht, Berechnung von Lockerungspunkt und Schwebegeschwindigkeit, Klassifikation von Partikeln, Design von Gasverteilerboden, theoretische Grundlagen von Blasenbildung in der Wirbelschicht, Wärmeübergang, Kaltmodelle und CFD Simulation zur Auslegung von Wirbelschichten, industrielle Beispiele von Wirbelschichten

Literatur

- Fluidized Beds, Jesse Zhu, Bo Leckner, Yi Cheng, and John R. Grace, Chapter 5 in Multiphase Flow Handbook. Sep 2005 , ISBN: 978-0-8493-1280-9, <https://doi.org/10.1201/9781420040470.ch5>
- Glicksman L.R., Hyre M., Woloshun K., "Simplified scaling relationships for fluidized beds" Powder Technology, 77, (1993)
- J. Werther, Fluidised-Bed Reactors, in Ullmanns Encyclopedia of industrial chemistry, http://dx.doi.org/10.1002/14356007.b04_239.pub2

Arbeitsaufwand

Präsenzzeit: 45 Stunden

Selbststudium 75 Stunden

Prüfungsvorbereitung und Prüfung: 60

Leistungsnachweis/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22303 – Wirbelschichttechnik, Vorlesung, 2 SWS

4.10 Fach 6900 Technische Thermodynamik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Das Modul "Thermodynamik III" im Fach "Erweiterte Grundlagen" muss bestanden sein.

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Statistische Thermodynamik	Enders	SS	2 + 1	6
2	Thermodynamik der Phasengleichgewichte	Türk	WS	2 + 1	6
3	Kältetechnik B – Grundlagen der industriellen Gasgewinnung	Grohmann	SS	2 + 1	6
4	Angewandte Molekulare Thermodynamik	Türk	SS	2 + 1	6
5	Physical Foundations of Cryogenics (bisher Kryotechnik A)	Grohmann	SS	2 + 1	6
6	Grenzflächenthermodynamik	Enders	SS	2 + 1	6
7	Überkritische Fluide und deren Anwendungen	Türk	WS	2 + 1	6
8	Thermo- und Partikeldynamik disperser Systeme	Türk	WS	2 + 1	6
9	Thermische Trennverfahren II	Kind	WS	2 + 1	6
10	Vakuumtechnik I	Day	WS	2 + 1	6
11	Cryogenic Engineering (Bisher Kryotechnik B)	Grohmann	WS	2 + 1	6
12	Sol-Gel-Prozesse	Müller	SS		
	- <i>Sol-Gel-Prozesse</i>			2 + 0	4
	- <i>Praktikum Sol-Gel-Prozesse</i>			0 + 1	2

Kombinationen:

Mindestens 2 Module aus 1 - 5

Prüfungsmodus:

Mündliche Prüfung der einzelnen Module

4.10.1 Modul 6502 Thermische Trennverfahren II

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Matthias Kind

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Thermische Verfahrenstechnik
- Technische Thermodynamik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Erarbeitung eines tiefen Prozessverständnisses am Beispiel der Rektifikation von Mehrkomponenten-Gemischen. Fähigkeit zur Übertragung dieses Verständnisses in ein numerisches Modell und zur Lösung dieses Modells. Verständnis der fluiddynamischen Vorgänge in Kolonnen.

Inhalt

Grundlagen der Modellierung und Simulation verfahrenstechnischer Prozesse am Beispiel der Rektifikation eines mehrkomponentigen Gemischs: Phasengleichgewicht, Fugazitätskoeffizient, Aktivitätskoeffizienten-Modelle; Flash-Rechnung; Gleichungssystem für die Simulation der kontinuierlichen Rektifikation von Mehrkomponenten-Gemischen; Lösung des Gleichungssystems für ein 3-komponentiges System nach der Methode von Thiele und Gaddes; Kennenlernen weiterer Lösungsmethoden; Grundlagen der fluiddynamischen Auslegung einer von Boden- und Füllkörperkolonnen.

Literatur/Lernmaterialien

- Gmehling, J.; Kolbe, B.; Kleiber, M.; Rarey, J. R. Chemical thermodynamics; Wiley-VCH, 2012
- Schlünder, E.-U.; Thurner, F. Destillation, Absorption, Extraktion; Lehrbuch Chemie + Technik; Vieweg, 1995
- Stephan, P.; Mayinger, F.; Schaber, K.; Stephan, K. Thermodynamik. Band 2, 15th ed.; Springer, 2010
- VDI-GVC, Ed. VDI-Wärmeatlas, 11., bearb. und erw. Aufl.; VDI-Buch; Springer Vieweg: Berlin, 2013

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 70 h
- Prüfungsvorbereitung: 70 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO Master 2016

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22812 – Thermische Trennverfahren II, Vorlesung 2 SWS
- 22813 – Übungen zu 22812, 1 SWS

4.10.2 Modul 6506 Statistische Thermodynamik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Sabine Enders

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Technische Thermodynamik“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Thermodynamik III

Qualifikationsziele

Die Studierenden verstehen die Grundprinzipien der statistischen Mechanik und erkennen Vor- und Nachteile bei der Anwendung in der Verfahrenstechnik.

Inhalt

Boltzmann-Methode, Gibbs-Methode, Reale Gase, Zustandsgleichungen, Polymere.

Literatur/Lernmaterialien

- J. Blahous, Statistische Thermodynamik, Hirzel Verlag Stuttgart, 2007.
- H.T. Davis, Statistical Mechanics of Phases, Interfaces, and Thin Films, Wiley-VCH, New York, 1996.
- G.G. Gray, K.E. Gubbins, Theory of Molecular Fluids Fundamentals. Clarendon, Press Oxford, 1984.
- J.P. Hansen, I.R. McDonald, Theory of Simple Liquids with Application to Soft Matter. Fourth Edition, Elsevier, Amsterdam, 2006.
- G.H. Findenegg, T. Hellweg, Statistische Thermodynamik, 2. Auflage, Springer Verlag, 2015.
- J.O. Hirschfelder, C.F. Curtis, R.B. Bird, Molecular Theory of Gases and Liquids. John-Wiley & Sons, New York, 1954.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Vertiefungsfach: Technische Thermodynamik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22010 - Vorlesung Statistische Thermodynamik, 2 SWS
- 22011 – Übung Statistische Thermodynamik, 1 SWS

4.10.3 Modul 6507 Thermodynamik der Phasengleichgewichte

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Michael Türk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Technische Thermodynamik
- Thermische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Allgemeine Grundlagen, chemischen Potential, partielle molare Größen, Mischungs- und Exzessgrößen, Zustandsgleichungen, reine Gase und Gasgemische, Berechnung von Fugazitäten und -koeffizienten, reine Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgemische, Berechnung von Fugazitäten und Aktivitäten; Raoult'sches Gesetz, Henry'sches Gesetz, Berechnung binärer und ternärer Phasengleichgewichte, Phasengleichgewichte von Polymerlösungen

Lehrveranstaltungen

- 22016 – Thermodynamik der Phasengleichgewichte

4.10.4 Modul 6511 Angewandte Molekulare Thermodynamik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Michael Türk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Technische Thermodynamik
- Thermische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Inhalt

Allgemeine Grundlagen, Zwischenmolekulare Wechselwirkung, Virialkoeffizienten, Potentialfunktionen, Zustandsgleichung für reale Gase; Stoßprozess, Ablenkwinkel und Stoßintegrale, Transportkoeffizienten für ein- und mehratomige Gase, Transportkoeffizienten in binären Gasgemischen, Druckabhängigkeit der Transportkoeffizienten; Berechnung thermodynamischer Zustandsgrößen mittels der statistischen Thermodynamik.

Lehrveranstaltungen

- 22019 – Angewandte Molekulare Thermodynamik

4.10.5 Modul 6605 Sol-Gel-Prozesse mit Praktikum

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Steffen Peter Müller

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Verfahrenstechnik
- Produktgestaltung
- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Technische Thermodynamik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind befähigt das komplette Verfahren, ausgehend von der chemischen Sol-Bildung (Sol = Dispersionskolloid) bis hin zum fertigen Produkt, wie etwa einer Keramik, zu beschreiben und zu analysieren. Sie sind befähigt die einzelnen Schritte bis dorthin kritisch zu beurteilen und zu bewerten.

Inhalt

Herstellung von funktionalen Materialien durch Sol-Gel-Prozesse; Sol-Bildung: Hydrolyse und Kondensation; Vernetzung, Gelierung und Alterung; Deformation und Fließen von Gelen; Trocknung und Rissbildung; Struktur von Aero- und Xerogelen; Oberflächenchemie und Modifikation; Sinterung; Anwendungen: Pulver, Keramiken, Gläser, Filme, Membranen.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 22,5 h
- Praktikum: 11,5 h, 4 Versuche
- Selbststudium: 16 h
- Prüfungsvorbereitung: 130 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Vertiefungsfach: Technische Thermodynamik

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22110 – Sol-Gel-Prozesse
- 22111 – Praktikum zu 22110

Allgemeine Hinweise

Das Modul kann im Vertiefungsfach Chemische Verfahrenstechnik auch ohne Praktikum gewählt werden, Umfang 4 LP.

4.10.6 Modul 6901 Kältetechnik B - Grundlagen der industriellen Gasgewinnung

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Technische Thermodynamik“

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Qualifikationsziele

Verstehen der Prinzipien unterschiedlicher Verfahren zur Gasverflüssigung und zur Gaszerlegung; Analysieren von Prozessen zur Ermittlung der Ursachen des Energiebedarfs; Anwenden von Prinzipien der Gemisch-Thermodynamik und Analysieren der Zustände von Stoffströmen in Rektifikationskolonnen; Beurteilen des Potenzials von technischen Lösungsansätzen aus Sicht der Thermodynamik

Inhalt

Verfahren der Gasverflüssigung, Prozessanalyse, Refrigeratoren und Gemischkälteanlagen, Gaszerlegung durch Tieftemperaturrektifikation, Luftzerlegung und Gewinnung von Edelgasen, Aufbereitung und Zerlegung von Erdgas, Gewinnung von Ethylen, Verarbeitung H₂-reicher Gasgemische, Lagerung und Transport verflüssigter Gase.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 90 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22014 – Kältetechnik B
- 22015 – Übungen zu 22014

4.10.7 Modul 6902 Physical Foundations of Cryogenics

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Technische Thermodynamik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Verstehen der Mechanismen der Entropieerzeugung und des Zusammenwirkens von erstem und zweitem Hauptsatz in thermo-dynamischen Prozessen; Verstehen von Festkörpereigenschaften bei kryogenen Temperaturen; Anwenden, Analysieren und Beurteilen von Realgasmodellen für klassisches Helium I; Verstehen der Quantenfluid-Eigenschaften von Helium II auf Basis der Bose-Einstein-Kondensation; Verstehen der Funktion von Kühlmethode bei tiefsten Temperaturen.

Inhalt

Beziehung zwischen Energie und Temperatur, Energietransformation auf mikroskopischer und makroskopischer Ebene, physikalische Definition von Entropie und Temperatur, thermodynamische Gleichgewichte, Reversibilität thermodynamischer Prozesse, Helium als klassisches Fluid und als Quantenfluid, Materialeigenschaften bei tiefen Temperaturen, Kühlverfahren bei Temperaturen unter 1 K.

Literatur/Lernmaterialien

- Schroeder, D.V.: An introduction to thermal physics. Addison Wesley Longman (2000)
- Pobell, F.: Matter and methods at low temperatures. 3rd Edition, Springer (2007)

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 90 h

Vertiefungsfach: Technische Thermodynamik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22030 – Physical Foundations of Cryogenics (ehemals Kryotechnik A)
- 22031 – Übungen zu 22030 Kryotechnik A

Allgemeine Hinweise

Die Prüfung kann wahlweise auf Deutsch oder Englisch durchgeführt werden.

4.10.8 Modul 6903 Cryogenic Engineering

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Technische Thermodynamik“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Verstehen der Funktion und Modellierung regenerativer Kryokühler; Verstehen und Anwenden der wichtigsten verfahrenstechnischen Methoden und Komponenten zur Konzeption und Auslegung von Tief-temperaturanlagen und Kryostatsystemen; Verstehen von Prinzipien der Labormesstechnik, Beurteilen und Anwenden von Sensoren und Messgeräten für kryotechnische Messaufgaben und Analysieren von Messunsicherheiten.

Inhalt

Kryotechnische Anwendungen; Regenerative Kälteerzeugung mit Kryokühlern; Grundlegende Aspekte der Konzeption von Tieftemperaturanlagen und Kryostaten, einschließlich Fluidmechanik und Wärmeübertragung, thermische Kontaktierung und thermische Isolation, kryogenes Pumpen von Gasen, Regularien und Konstruktionselemente für Kryostate sowie deren Sicherheit; Allgemeine Grundlagen der Messtechnik und der Messunsicherheit sowie kryogene Temperatur-, Druck- und Durchflussmessung.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 90 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22053 – Cryogenic Engineering (ehemals Kryotechnik B)
- 22054 – Übungen zu Cryogenic Engineering

Allgemeine Hinweise

Die Prüfung kann wahlweise auf Deutsch oder Englisch durchgeführt werden.

4.10.9 Modul 6904 Grenzflächenthermodynamik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Sabine Enders

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Technische Thermodynamik“.

Voraussetzungen/Empfehlungen

Thermodynamik III, Programmierkenntnisse

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind vertraut mit Besonderheiten von fluid-fluid und von fluid-solid Grenzflächeneigenschaften. Sie sind in der Lage die Grenzflächeneigenschaften (Grenzflächenspannung, Dichte- und Konzentrationsprofile, Adsorptionsisotherme) mit makroskopischen und orts aufgelösten Methoden zu berechnen.

Inhalt

Gibbs-Methode, Dichtefunktionaltheorie, experimentelle Methoden zur Charakterisierung von Grenzflächen, Adsorption

Literatur/Lernmaterialien

- H. T. Davis , Statistical Mechanics of Phases, Interfaces and Thin Films, Wiley-VCH Verlag, 1995.
- J.P. Hansen, I.R. McDonald, Theory of simple liquids, Elsevier, 2014

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 30h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

Integrierte Lehrveranstaltung

4.10.10 Modul 6905 Überkritische Fluide und deren Anwendungen

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Michael Türk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Technische Thermodynamik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Inhalt

Allgemeine Grundlagen, Darstellung thermodynamischer Eigenschaften, reine überkritische Fluide, binäre und ternäre Systeme inkl. Polymerlösungen, Überkritische Fluide als Lösungs-, Separations- und Reaktionsmedium, Herstellung von organischen, anorganischen metalloxidischen Nanopartikeln, Eigenschaften von Polymerlösungen, Wirtschaftliche Aspekte von Hochdruckprozessen.

Lehrveranstaltungen

- 22021 – Überkritische Fluide und deren Anwendungen

4.10.11 Modul 6906 Vakuumtechnik I

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Christian Day

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Technische Thermodynamik“

Qualifikationsziele

Die Studierenden besitzen ein Verständnis der grundlegenden physikalischen Zusammenhänge in der Vakuumwissenschaft und die Fähigkeit ein komplexes Vakuumsystem richtig und spezifikationsgerecht auszulegen.

Inhalt

Grundlegende Begriffe; Vakuumpumpen; Praktische Vakuumlimits; Ausgasung und deren Minimierung; Sauberkeitsanforderungen; Vakuuminstrumente, Totaldruckmessung; Restgasanalyse; Lecksuche; Vakuumströmung; Auslegung von Vakuumsystemen; Technische Spezifikationen, Qualität; Beispiele großer Vakuumsysteme; Industrielle Anwendungen in der Verfahrenstechnik.

Literatur/Lernmaterialien

K. Jousten (Ed.) - Wutz Handbuch Vakuumtechnik, 11. Auflage, Springer, 2013.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 80 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22033 - Übung zu Vakuumtechnik
- 22034 – Vakuumtechnik

4.10.12 Modul Thermo- und Partikeldynamik disperser Systeme

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Michael Türk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach

- Technische Thermodynamik

Qualifikationsziele

Die Studierenden entwickeln ein tieferes Verständnis für die Entstehung, das Wachstum und das Verhalten von Partikeln und Partikelsystemen. Sie können den Zusammenhang zwischen Prozessparametern und erzielten Produkteigenschaften erläutern und kennen Messmethoden, um diese zu charakterisieren

Voraussetzungen/Empfehlungen

Voraussetzungen: keine; Empfehlungen: Grundlagen der Mechanischen Verfahrenstechnik, Chemische Thermodynamik (Thermodynamik III)

Inhalt

Thermodynamik der Grenzflächen; Spontane Phasenübergänge; Metastabile Phasen; Homogene und heterogene Keimbildung; Wachstum disperser Phasen; Erzeugung von Nanopartikeln in der Gasphase, Agglomerationsdynamik und Strukturbildung, Stabilisierung von Nanopartikeln

Literatur/Lernmaterialien

- Friedlander, S.K.F.: Smoke, Dust and Haze – Fundamentals of Aerosol Dynamics, (2nd Ed.) Oxford Univ. Press, New York Oxford 2000
- Debenedetti, P.G. : Metastable Liquids - Concepts and Principles, Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey 1996

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

22022 – Partikel- und Thermodynamik disperser Systeme - Vorlesung und Übung

4.11 Fach 7000 Lebensmittelverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Das Modul "Ausgewählte Formulierungstechnologien" muss bestanden sein.

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Lebensmittelverfahrenstechnik	Karbstein	WS/SS	5 + 0	10
2	Lebensmittelverfahrenstechnisches Praktikum		WS/SS	1 + 0	2
	Eine der folgenden Lehrveranstaltungen muss gewählt werden:				
	- <i>Praktikum Lebensmittelextrusion</i>	Emin			
	- <i>Einführung in die Sensorik mit Praktikum</i>	Eckert			
	- <i>Seminar Lebensmittelverarbeitung in der Praxis mit Exkursion</i>	Schmidt			
3	Lebensmittelkunde und –funktionalität	Watzl	WS	2 + 0	4
4	Produktgestaltung: Beispiele aus der Praxis	Karbstein	SS	2 + 0	4
5	Microbiology for Engineers	Schwartz	SS	2 + 0	4
6	Grundlagen der Lebensmittelchemie	Bunzel	SS	2 + 0	4
7	Einführung in die Agglomerationstechnik	Anlauf	WS	2 + 0	4
8	Ernährungsphysiologische Konsequenzen der Lebensmittelverarbeitung	Briviba	WS	2 + 0	4
9	Water Technology	Horn	WS	2 + 1	6
10	Membrane Technologies and Excursions		SS*		6
	• <i>Membrane Technologies in Water Treatment</i>	Horn, Saravia		2 + 0	
	• <i>Excursions: Waste Water Disposal and Drinking Water Supply</i>	Horn, Abbt-Braun		1 + 0	
11	Trocknungstechnik – dünne Schichten und poröse Stoffe	Schabel	SS	2 + 1	6

Kombinationen:

- Modul 1 = Pflichtmodul
- Modul 5 darf nur von Studierenden im Studiengang Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik gewählt werden

Prüfungsmodus:

Mündliche Gesamtprüfung der Modulkombination

* Die Vorlesung "Membrane Technologies in Water Treatment" wurde zum Wintersemester 17/18 letztmalig im WS und wird ab dem Sommersemester 19 im SS angeboten.

4.11.1 Modul 6107 Einführung in die Agglomerationstechnik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Harald Anlauf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Angewandte Rheologie
- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die grundlegenden Gesetze und daraus folgende physikalische Prinzipien der Agglomeration von Partikeln erläutern und nicht nur den dazu geeigneten Verfahren zuordnen, sondern auch ausgewählten Apparaten. Sie sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen Produkt-, Betriebs- und Konstruktionsparametern herzustellen und auf verschiedene Agglomerationsverfahren anzuwenden. Sie können Agglomerationsaufgaben mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und alternative Lösungsvorschläge angeben. Auf der Basis des Gelernten können die Studierenden beurteilen, ob und gegebenenfalls in welcher Form ein erfolversprechender Agglomerationsprozess gestaltet werden kann.

Literatur/Lernmaterialien

Anlauf: Skriptum „Einführung in die Agglomerationstechnik“

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h (Vorlesung 2 SWS)
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO 2016

Vertiefungsfach: Lebensmittelverfahrenstechnik

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22935 - Einführung in die Agglomerationstechnik

Dozenten

Dr.-Ing. Harald Anlauf

4.11.2 Modul 6112 Trocknungstechnik - dünne Schichten und poröse Stoffe

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. h. c. Wilhelm Schabel

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Thermische Verfahrenstechnik
- Angewandte Rheologie
- Lebensmittelverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage Anforderungen an ein geeignetes Trocknungsverfahren zu identifizieren. Sie haben einen Überblick über den Stand der Wissenschaft und Technik und sind in der Lage ein solches Verfahren auszulegen, zu bewerten und auszuwählen. Das Qualifikationsziel ist es eine methodische Vorgehensweise zu erlernen, um die grundlegenden Erkenntnisse auf neue Prozesse und Apparate zu übertragen.

Inhalt

Einführung und industrielle Anwendungen zur Trocknungstechnik; Trocknungsverfahren und Modellbildung; Modellierung der Wärme- Stoffübertragung bei der Trocknung; Bestimmung von Materialeigenschaften, Feuchteleitung, Sorption, Diffusion; Trocknungsverlaufskurve, Trocknungsabschnitte; Anwendung der Grundlagen auf die Trocknung dünner Schichten und poröser Stoffe; Prinzipien der Sprüh-, Wirbelschicht-, Mikrowellen-, Infrarot- und Gefriertrocknung.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 90 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 - 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Vertiefungsfach: Lebensmittelverfahrenstechnik

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22811 – Trocknungstechnik - poröse Stoffe und dünne Schichten, Vorlesung, 2 SWS
- Übung und Beispiele zu 22811, 1 SWS

4.11.3 Modul 6401 Water Technology

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Harald Horn

Einordnung in Studiengang/ -fach

Pflicht im Vertiefungsfach „Wassertechnologie“

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Wasserchemie hinsichtlich Art und Menge der Wasserinhaltsstoffe vertraut und können deren Wechselwirkungen und Reaktionen in aquatischen Systemen erläutern. Die Studierenden erhalten Kenntnisse zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Prozessen der Trinkwasseraufbereitung. Sie sind in der Lage Berechnungen durchzuführen, die Ergebnisse zu vergleichen und zu interpretieren. Sie sind fähig methodische Hilfsmittel zu gebrauchen, die Zusammenhänge zu analysieren und die unterschiedlichen Verfahren kritisch zu beurteilen.

Inhalt

Wasserkreislauf, Nutzung, physikalisch-chemische Eigenschaften, Wasser als Lösemittel, Härte des Wassers, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht; Wasseraufbereitung (Siebung, Sedimentation, Flotation, Filtration, Flockung, Adsorption, Ionenaustausch, Gasaustausch, Entsäuerung, Enthärtung, Oxidation, Desinfektion); Anwendungsbeispiele, Berechnungen.

Literatur/Lernmaterialien

- Crittenden J. C. et al. (2005): Water Treatment, Principles and Design. Wiley & Sons, Hoboken.
- DVGW-Handbuch (2004): Wasseraufbereitung-Grundlagen und Verfahren, Oldenbourg, München.
- Vorlesungsskript (ILIAS Studierendenportal), Praktikumsskript.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 75 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22621 – Water Technology
- 22622 – Exercises to Water Technology

4.11.4 Modul 6602 Produktgestaltung: Beispiele aus der Praxis

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Heike P. Karbstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Produktgestaltung
- Lebensmittelverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die wesentlichen Prinzipien der Produktgestaltung darlegen und anhand unterschiedlicher Beispiele aus der Praxis anwenden. Die Studierenden können für ausgewählte Produkte beurteilen, welche physikalischen und chemischen Eigenschaften oder Strukturen für die Gestaltung von Produkteigenschaften relevant sind. Auf dieser Grundlage können sie geeignete Herstellungsverfahren und –anlagen auswählen und wissen, welche Prozessparameter wie zu variieren sind, um das Verfahren an die Qualitätsanforderungen der Produkte anpassen. Bei den Auswahlkriterien können sie ausgewählte wirtschaftliche Aspekte mit einbeziehen.

Inhalt

Anhand von ausgewählten Konsumprodukten geben verschiedene **Dozenten** Beispiele, wie im industriellen Alltag Produkte gestaltet werden und was dabei zu beachten ist. Auch Aspekte außerhalb der reinen Verfahrenstechnik, wie beispielsweise zugrunde liegende Kostenkalkulationen oder Marketingüberlegungen werden diskutiert. Die **Dozenten** kommen entweder direkt aus der Industrie oder berichten von einer Produktentwicklung, die sie in Ihrer Berufszeit in der Industrie selber begleitet haben. Zu Beginn der Reihe wird in einer Einführungsvorlesung das allen Teilbeiträgen zugrunde liegende Ziel und spätere Prüfungsinhalte erläutert.

Literatur/Lernmaterialien

- Vorlesungsbegleitende Unterlagen werden durch jeweilige **Dozenten** bereitgestellt
- Product Design and Engineering – Best Practices (Ed. U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner); Wiley VCH; Weinheim 2007; Vol. 1: Basics and Technologies; Vol. 2: Rawmaterials, Additives and Applications
- Product Design and Engineering – Formulation of Gels and Pastes (Ed. U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner); Wiley VCH; Weinheim 2013

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 30 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 15 - 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22215 - Produktgestaltung: Beispiele aus der Praxis; Vorlesung 2 SWS

4.11.5 Modul 6603 Lebensmittelverfahrenstechnik

Leistungspunkte: 10.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 5,0 Std.

Moduldauer: 2 Semester **Modulturnus:** jährlich, WS/SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. - Ing. Heike P. Karbstein

Einordnung in Studiengang/ -fach

- Pflicht im Vertiefungsfach "Lebensmittelverfahrenstechnik"
- Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Produktgestaltung"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Inhalte des Moduls „Ausgewählte Formulierungstechnologien“ werden vorausgesetzt

Qualifikationsziele

Die Studierenden können konventionelle Verfahrensketten zur Herstellung unterschiedlicher, auch komplex aufgebauter, Lebensmittel erläutern. Sie kennen die relevanten Grundoperationen und deren konventionellen Umsetzungskonzepte sowie innovative Ansätze. Diese Prozessschritte können die Studierenden prinzipiell auslegen. Sie identifizieren Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und qualitätsbestimmenden Eigenschaften von Lebensmitteln. Auch sind sie in der Lage, Prozesswissen zwischen einzelnen Produktgruppen zu übertragen. Sie kennen wesentliche Aspekte, die zur energetischen Beurteilung der einzelnen Prozessschritte und –ketten herangezogen werden müssen. Die Studierenden können Prinzipien der Produktgestaltung anwenden. Das beinhaltet das Identifizieren der Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und der Struktur eines Lebensmittels (Prozessfunktion) sowie zwischen der Struktur und den Eigenschaften (Eigenschaftsfunktion). Darauf aufbauend sind sie in der Lage, Problemstellungen aus dem Bereich der Lebensmittelverfahrenstechnik mit wissenschaftlichen Methoden zu analysieren und zu lösen. Die Studierenden können damit ein Verfahren im Hinblick auf die Eignung für Verarbeitungsschritte im Lebensmittelbereich beurteilen und dabei Aspekte wie Nachhaltigkeit, Energieeffizienz, Lebensmittelsicherheit oder zu erwartende Produktqualität in die Betrachtungen mit einbeziehen.

Inhalt

Prozessketten zur Herstellung der wichtigsten Lebensmittel wie Milch und Milchprodukte, Fleisch und Fleischprodukte, Nahrungsöle, Margarine und Streichfette, Getreideerzeugnisse, Obst & Gemüse und Folgeprodukte, Zucker, Schokolade, Kaffee, Bier, Wein, Branntwein: Grundlagen der Verfahren, energetische Aspekte und rohstoffbezogene Spezifika, innovative Verfahrensansätze; wichtige Parameter zur Qualitätseinstellung.

Literatur/Lernmaterialien

- H.P. Schuchmann und H. Schuchmann: Lebensmittelverfahrenstechnik: Rohstoffe, Prozesse, Produkte; Wiley VCH, 2005; ISBN: 978-3-527-66054-4 (auch als ebook)
- H.G. Kessler: Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik – Molkereitechnologie, Verlag A. Kessler, 1996, ISBN 3-9802378-4-2
- H.G. Kessler: Food and Bio Process Engineering - Dairy Technology, Publishing House A. Kessler, 2002, ISBN 3-9802378-5-0

Vertiefungsfach: Lebensmittelverfahrenstechnik

- M. Loncin: Die Grundlagen der Verfahrenstechnik in der Lebensmittelindustrie; Aarau Verlag, 1969, ISBN 978-3794107209

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 75 h
- Selbststudium: 150 h
- Prüfungsvorbereitung: 75 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 40 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22210 - Lebensmittelverfahrenstechnik, Vorlesung 5 SWS (3 SWS im SS, 2 SWS im WS; es kann sowohl im SS als auch im WS begonnen werden)

4.11.6 Modul 6604 Lebensmittelkunde und -funktionalität

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Bernhard Watzl

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Produktgestaltung

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage auf Nährstoffbasis eine gesundheitliche Bewertung von Lebensmitteln bzw. Ernährungsweisen durchzuführen.

Inhalt

Bedeutung der Ernährung für die Gesundheit. Im Mittelpunkt stehen Makro- und Mikronährstoffe (Kohlenhydrate, Proteine, Fette, Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente, Ballaststoffe, sekundäre Pflanzenstoffe) sowie deren Bedeutung im Stoffwechsel des Menschen. Es werden die wesentlichen Lebensmittelgruppen (pflanzlich, tierisch) für die Nährstoffzufuhr vorgestellt. Darüber hinaus werden funktionelle Aspekte der Lebensmittel sowie einzelner Inhaltsstoffe (z. B. Senkung des Cholesterinspiegels, Stimulation des Immunsystems, Modulation von Krankheitsrisiken) behandelt.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22207 - Lebensmittelkunde und -funktionalität

4.11.7 Modul 7001 Lebensmittelverfahrenstechnisches Praktikum

Leistungspunkte: 2.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** Jährlich

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Ulrike van der Schaaf , M. Azad Emin

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Lebensmittelverfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Folgende Inhalte werden vorausgesetzt:

Für das Praktikum Lebensmittelextrusion: Teilnahme an der Vorlesung „22246 - Extrusionstechnik“

Für die Einführung in die Sensorik mit Praktikum: Teilnahme an der Vorlesung „22209 - Hilfs- und Effektstoffe“

Für das Seminar Lebensmittelverarbeitung in der Praxis mit Exkursion: Teilnahme an den Vorlesungen „22226- Trocknen von Dispersionen“ und „22229 – Emulgieren und Dispergieren“.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können ihr bisher erworbenes Wissen bezüglich der Herstellung und Charakterisierung von Lebensmitteln auf praxisrelevante Verfahren übertragen und diese Verfahren evaluieren. Außerdem sind die Studierenden in der Lage komplexe Fragestellungen zur Herstellung und Bewertung von Lebensmitteln aus der beruflichen Praxis in Kleingruppen zu bearbeiten und zu diskutieren und die Ergebnisse ihrer Arbeit einem Fachpublikum verständlich vorzustellen.

Inhalt

Es steht eine der folgenden Veranstaltungen zur Auswahl:

- Praktikum Lebensmittelextrusion

Im Rahmen eines Praktikums wird Grundlagenwissen zum Herstellen von Extrudaten vermittelt und in Form von selbst herzustellenden und zu beurteilenden Produkten direkt umgesetzt. Die Analyse, Auswertung und Interpretation der experimentellen Ergebnisse werden in Kleingruppen durchgeführt und im Plenum vorgestellt.

- Einführung in die Sensorik mit Praktikum

Sinnesphysiologische Grundlagen: einzelne Sinne, Grundgeschmacksrichtungen, Vereinheitlichung und Normung, Anforderungen an Prüfraum und Prüfer, Prüferschulung, Methoden der sensorischen Analyse: Unterschiedsprüfungen, Dreiecksprüfung, Duo-Trio-Prüfung, beschreibende Prüfungen, bewertende Prüfung mit Skale u.a.

- Seminar Lebensmittelverarbeitung in der Praxis mit Exkursion

Anhand ausgewählter Herstellprozesse werden aktuelle Fragestellungen bei der industriellen Herstellung den Lebensmittelprodukten in Kleingruppen erarbeitet und im Plenum diskutiert. Begleitet wird das Seminar durch eine Exkursion zu entsprechenden lebensmittelverarbeitenden Betrieben.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 15 h
- Prüfungsvorbereitung: 15 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

Eine der folgenden drei Lehrveranstaltungen:

- 6630 - Einführung in die Sensorik mit Übungen (WS)
- 22248 - Seminar Lebensmittelverarbeitung in der Praxis, inkl. Exkursion (WS)
- 22247 - Praktikum zu 2246 Extrusionstechnik

Allgemeine Hinweise

Die Teilnehmerzahl ist begrenzt auf 20 Personen pro Veranstaltung.

Die Termine werden bekannt gegeben.

4.11.8 Modul 7002 Microbiology for Engineers

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Thomas Schwartz

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Wassertechnologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, mikrobielle Prozesse in technischen und Umwelt-relevanten Bereichen zu verstehen und einzuordnen. Zudem können sie die Grundlagen von mikrobiell gesteuerten Stoffkreisläufen in technischen Prozessen beschreiben. Weiterhin sind sie mit den Anpassungsmöglichkeiten von Mikroorganismen an extreme Umweltbedingungen vertraut und können mit den Begriffen: Symbiose, Kommensalismus und Pathogenität umgehen bzw. mikrobielle Verhaltensstrukturen in ihrem jeweiligen Habitat ableiten.

Inhalt

Die Vorlesung soll Ingenieure aus dem Bereich Chemieingenieurwesen, Verfahrenstechnik und Bau-, Geo-, Umwelt mit den Prinzipien der Mikrobiologie und deren technischer Anwendung vertraut machen. Hierzu werden Schwerpunkte wie Aufbau und Rolle von Mikroorganismen, Wechselwirkungen mit globalen Stoffkreisläufen und anderen Organismen, der mikrobielle Einfluss auf Energie und Korrosion sowie die Bekämpfung von Mikroorganismen herausgegriffen und anhand angewandter Beispiele erläutert. Ergänzt werden die Schwerpunkte durch Exkurse über Grundlagen wie Stoffwechsel und Genetik, die entsprechend angewandt aufbereitet werden. Die Kenntnisvermittlung von technisch relevanten biochemischen und molekularbiologischen Besonderheiten soll zum Verständnis der mikrobiologischen Grundlagen ökologischer, bio- und umwelttechnischer Prozesse beitragen. Fragen, die angesprochen werden, sind „Was sind Mikroorganismen, wie funktionieren sie und wie ist ihre Lebensweise?“, „Welche Rolle spielen Mikroorganismen in Stoffkreisläufen und wie ist ihr Beitrag zur Energieversorgung?“ und andere wichtige Fragen mehr.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Vertiefungsfach: Lebensmittelverfahrenstechnik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 45 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Im Fall einer Gesamtprüfung im Vertiefungsfach Lebensmittelverfahrenstechnik beträgt die Prüfungsdauer ca. 20 Minuten.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22933 - Mikrobiologie für Ingenieure

4.11.9 Modul 7003 Grundlagen der Lebensmittelchemie

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Mirko Bunzel

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Lebensmittelverfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden

- kennen grundlegende Begriffe der Lebensmittelchemie und der Lebensmittelanalytik und können diese in schriftlicher und mündlicher Form einsetzen
- können die wichtigsten Komponenten von Lebensmitteln chemisch beschreiben, ihre Bedeutung in Lebensmitteln benennen und grundlegende Reaktionen während der Lagerung, Verarbeitung etc. vorhersagen

Inhalt

Das Modul vermittelt Grundwissen über Proteine, Kohlenhydrate und Lipide als Hauptbestandteile von Lebensmitteln. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Beschreibung ihrer chemischen Struktur, ihren Eigenschaften und möglichen Reaktionen im Lebensmittel. Die sich in diesem Zusammenhang ergebenden ernährungsphysiologischen, toxikologischen, warenkundlichen und analytischen Aspekte werden diskutiert

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 45

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 6601 – Grundlagen der Lebensmittelchemie für Studierende der Lebensmittelchemie und des Chemieingenieurwesens

4.11.10 Modul 7006 Ernährungsphysiologische Konsequenzen der Lebensmittelverarbeitung

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: Jedes Wintersemester

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

PD Dr. Karlis Briviba

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach Lebensmittelverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden haben eine Übersicht über den Einfluss von einer Reihe der konventionellen und modernen Lebensmittelverarbeitungsverfahren auf die Lebensmittelinhaltsstoffen und Bildung von Produkten mit unerwünschten gesundheitlichen Eigenschaften. Sie können die Wirkung der verschiedenen Verarbeitungsmethoden vergleichen und resultierenden ernährungsphysiologischen/gesundheitlichen Konsequenzen einschätzen

Inhalt

Inhalt der Vorlesung ist der Einfluss von konventionellen und modernen Verfahren der Lebensmittelverarbeitung (thermische, Ultradruck, Ultraviolett-C (200-280nm), Ultraschall,..) auf chemische, physikalische und ernährungsphysiologische Eigenschaften von Makro- (Proteine, Kohlenhydrate, Fette) und Mikronährstoffen (Vitamine, bioaktive sekundäre Pflanzenstoffe, Mineralstoffe) in verschiedenen Lebensmitteln. Besonders wird der Abbau von essentiellen Nährstoffen (Aminosäuren, Fettsäuren, Vitaminen) und die Bildung von Produkten mit unerwünschten gesundheitlichen Eigenschaften analysiert. Auch die Wirkung der Verarbeitung auf die Bioverfügbarkeit der Inhaltsstoffe und daraus resultierenden ernährungsphysiologischen/gesundheitlichen Konsequenzen werden dargestellt.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 45h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22225 – Ernährungsphysiologische Konsequenzen der Lebensmittelverarbeitung

4.11.11 Modul 7004 Membrane Technologies and Excursions

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** Jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch/ Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Harald Horn; Dr. Florencia Saravia; Dr. Gudrun Abbt-Braun

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Wassertechnologie
- Lebensmittelverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Membrantechnik in der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung, gängige Membranverfahren (Umkehrosmose, Nanofiltration, Ultrafiltration, Mikrofiltration, Dialyse) und deren verschiedene Anwendungen. Sie sind in der Lage solche Anlagen auszulegen.

Inhalt

Das Lösungs-Diffusions-Modell. Die Konzentrationspolarisation und die Konsequenzen für die Membranmodulauslegung. Membranherstellung und Membraneigenschaften. Membrankonfiguration und Membranmodule. Membrananlagen zur Meerwasserentsalzung und zur Brackwasserbehandlung. Membranbioreaktoren zur Abwasserbehandlung. Biofouling, Scaling und Vermeidungsstrategien für beides.

Einführung und Exkursionen: Abwasserentsorgung und Trinkwasserversorgung, Exkursionen zu kommunalen Kläranlagen und zu Wasserwerken

Literatur/Lernmaterialien

- Melin, T. Rautenbach, R. (2007): Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Mulder, Marcel H. (2000): Basic principles of membrane technology“, Kluwer Academic, Dordrecht.
- Schäfer, A. I. (2005): Nanofiltration: Principles and Applications. Elsevier, Oxford.
- Staude, E. (1992): Membranen und Membranprozesse, Verlag Chemie, Weinheim.
- Vorlesungsunterlagen in ILIAS

* Die Vorlesung "Membrane Technologies in Water Treatment" wurde zum Wintersemester 17/18 letztmalig im WS und wird ab dem Sommersemester 19 im SS angeboten.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 55 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 65 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Die Erfolgskontrolle besteht aus:

- Mündliche Prüfung im Umfang von 30 min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO
- Prüfungsvorleistung: Teilnahme an den Exkursionen mit Anfertigung eines Exkursionsprotokolls im Umfang von maximal 5 Seiten; Studienleistung nach § 4 Abs. 3 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22605 – Membrane Technologies in Water Treatment, SS (ab SS19)
- 22609 – Waste Water Disposal and Drinking Water Supply - Introduction and Excursions, SS

4.12 Fach 7100 Wassertechnologie

Sprache

Englisch, Deutsch

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS / SS	V + Ü	LP
1	Water Technology	Horn	WS	2 + 1	6
2	Wasserbeurteilung - <i>Naturwissenschaftliche Grundlagen der Wasserbeurteilung</i>	Abbt-Braun	WS	2 + 1	6
3	Process Engineering in Wastewater Treatment - <i>Municipal Wastewater Treatment</i> - <i>International Sanitary Engineering</i>	Morck	WS	2 + 2	6
4	Membrane Technologies and Excursions - <i>Membrane Technologies in Water Treatment</i> - <i>Excursions: Waste Water Disposal and Drinking Water Supply</i>	Horn, Saravia Horn, Abbt-Braun	SS* SS	2 + 0 1 + 0	6
5	Praktikum Wassertechnologie und Wasserbeurteilung	Horn, Abbt-Braun	WS, SS	2 P	4
6	Struktur und Reaktionen aquatischer Huminstoffe	Abbt-Braun	SS	1 + 0	2
7	Microbiology for Engineers	Schwartz	SS	2 + 0	4
8	Biofilm Systems	Horn, Gescher, Hille-Reichel, Wagner	SS	2 + 0	4
9	Environmental Biotechnology	Tiehm	WS	2 + 0	4
10	Instrumentelle Analytik	Guthausen	SS	2 + 0	4

Kombinationen:

- Modul 1 = Pflichtmodul
- Module 2, 3, 4: es muss ein Modul aus 2, 3 oder 4 ausgewählt werden
- Modul 2: Wird nicht empfohlen nach Ablegen des Profulfachs "Wasserqualität und Verfahrenstechnik"
- Modul 5 bis 10: Auswahlliste, wählbar mindestens ein Modul im Umfang von 4 LP

Prüfungsmodus:

Mündliche Gesamtprüfung der Modulkombination

Hinweis:

* Die Vorlesung "Membrane Technologies in Water Treatment" wurde zum Wintersemester 17/18 letztmalig im WS und wird ab dem Sommersemester 19 im SS angeboten.

4.12.1 Modul 6308 Instrumentelle Analytik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch oder englisch bei Bedarf.

Modulverantwortlicher

Dr. Gisela Guthausen

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Wassertechnologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine.

Qualifikationsziele

Am Ende der Lehrveranstaltung sollen die Studierenden befähigt sein, die verschiedenen Verfahren zu beschreiben und kritisch zu vergleichen. Der Einsatz der Verfahren zur Beantwortung einer konkreten Fragestellung kann vergleichend kritisch abgewogen und beurteilt werden.

Inhalt

Einführung in ausgewählte Methoden der instrumentellen Analytik wie beispielsweise optische Methoden und magnetische Resonanzverfahren. Analytik über bildgebende Verfahren wie die MRI, μ CT und optische Mikroskopie (CLSM und OCT) und Grundlagen der Daten- und Bildanalyse werden vorgestellt. Der Fokus liegt dabei auf einer anschaulichen Darstellung der physikalisch-chemischen Grundlagen und den zugrundeliegenden Prinzipien sowie der Anwendungsfelder.

Literatur/Lernmaterialien

Hinweise werden im jeweiligen Kontext in der Vorlesung angegeben.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22942 – Instrumentelle Analytik, Vorlesung 2 SWS

4.12.2 Modul 6401 Water Technology

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Harald Horn

Einordnung in Studiengang/ -fach

Pflicht im Vertiefungsfach „Wassertechnologie“

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Wasserchemie hinsichtlich Art und Menge der Wasserinhaltsstoffe vertraut und können deren Wechselwirkungen und Reaktionen in aquatischen Systemen erläutern. Die Studierenden erhalten Kenntnisse zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Prozessen der Trinkwasser-aufbereitung. Sie sind in der Lage Berechnungen durchzuführen, die Ergebnisse zu vergleichen und zu interpretieren. Sie sind fähig methodische Hilfsmittel zu gebrauchen, die Zusammenhänge zu analysieren und die unterschiedlichen Verfahren kritisch zu beurteilen.

Inhalt

Wasserkreislauf, Nutzung, physikalisch-chemische Eigenschaften, Wasser als Lösemittel, Härte des Wassers, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht; Wasseraufbereitung (Siebung, Sedimentation, Flotation, Filtration, Flockung, Adsorption, Ionenaustausch, Gasaustausch, Entsäuerung, Enthärtung, Oxidation, Desinfektion); Anwendungsbeispiele, Berechnungen.

Literatur/Lernmaterialien

- Crittenden J. C. et al. (2005): Water Treatment, Principles and Design. Wiley & Sons, Hoboken.
- DVGW-Handbuch (2004): Wasseraufbereitung-Grundlagen und Verfahren, Oldenbourg, München.
- Vorlesungsskript (ILIAS Studierendenportal), Praktikumsskript.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 75 h

Vertiefungsfach: Wassertechnologie

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22621 – Water Technology
- 22622 – Exercises to Water Technology

4.12.3 Modul 6403 Process Engineering in Wastewater Treatment

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Dr. Tobias Morck

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Wassertechnologie
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine.

Qualifikationsziele

Die Studierenden verfügen über das Wissen typischer Verfahrenstechniken der Abwasserreinigung im In- und Ausland. Sie sind in der Lage, diese technisch zu beurteilen und unter Berücksichtigung rechtlicher Randbedingungen flexibel zu bemessen. Die Studierenden können die Anlagentechnik analysieren, beurteilen und betrieblich optimieren. Es gelingt eine energetisch effiziente Auslegung unter Berücksichtigung wesentlicher kostenrelevanter Faktoren. Die Studierenden können die Situation in wichtigen Schwellen- und Entwicklungsländern im Vergleich zu der in den Industrienationen analysieren und wasserbezogene Handlungsempfehlungen entwickeln.

Inhalt

Kommunale Abwassereinigung

Die Studierenden erlangen vertieftes Wissen über Bemessung und Betrieb typischer Verfahrenstechniken der kommunalen Abwasserreinigung in Deutschland. Behandelt werden u.a.

- verschiedene Belebungsverfahren
- Anaerobtechnik und Energiegewinnung
- Kofermentation und nachwachsende Rohstoffe
- Filtrationsverfahren
- Abwasserdesinfektion und pathogene Keime
- Chem. und biologische Phosphorelimination
- Spurenstoffelimination
- Ressourcenschutz und Energieeffizienz

Internationale Siedlungswasserwirtschaft

Die Studierenden verfügen über das Wissen der Bemessung und des Betriebs der im internationalen Raum eingesetzten Techniken zur Wasseraufbereitung. Sie können diese Techniken analysieren, beurteilen und entscheiden, wann neue, stärker ganzheitlich orientierte Methoden eingesetzt werden können. Behandelt werden:

- Belebungsverfahren
- Tropf- und Tauchkörper
- Teichanlagen
- Bodenfilter / Wetlands
- UASB / EGSB / Anaerobe Filter
- Dezentrale versus zentrale Systeme
- Stoffstromtrennung
- Energiegewinnung aus Abwasser
- Trinkwasseraufbereitung
- Abfallwirtschaft

Literatur/Lernmaterialien

- Imhoff, K. u. K.R. (1999): Taschenbuch der Stadtentwässerung, 29. Aufl., Oldenbourg Verlag, München, Wien.
- ATV-DVWK (1997): Handbuch der Abwassertechnik: Biologische und weitergehende Abwasserreinigung, Band 5, Verlag Ernst & Sohn, Berlin.
- TV-DVWK(1997): Handbuch der Abwassertechnik: Mechanische Abwasserreinigung, Band 6, Verlag Ernst & Sohn, Berlin.
- Sperling, M., Chernicaró, C.A.L. (2005): Biological Wastewater Treatment in warm Climate Regions, IWA publishing, London.
- Wilderer, P.A., Schroeder, E.D. and Kopp, H. (2004): Global Sustainability - The Impact of Local Cultures. A New Perspective for science and Engineering, Economics and Politics WILEY-VCH.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Die Erfolgskontrolle besteht aus zwei Teilleistungen:

- Studienleistung nach § 4 Abs. 3 SPO:
Prüfungsvorleistung zur mündlichen Prüfung: Gruppenvortrag (20 min) und schriftliche Ausarbeitung (ca. 10 Seiten)
- Mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- Municipal Wastewater Treatment (SWS 1 + 1)
- International Sanitary Engineering (SWS 1 + 1)

4.12.4 Modul 6404 Environmental Biotechnology

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Andreas Tiehm

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Technische Biologie
- Umweltschutzverfahrenstechnik
- Wassertechnologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die Prinzipien der Mikrobiologie und deren technische Anwendung erklären. Sie sind in der Lage technisch relevante mikrobiologische Zusammenhänge auf ökologische, bio- und umwelttechnische Prozesse zu übertragen. Sie können biotechnologische Verfahren hinsichtlich leistungsbegrenzender Faktoren analysieren und Prozesskombinationen zur Steigerung der Umsatzraten unter ökologisch-ökonomischen Gesichtspunkten beurteilen.

Inhalt

Grundlagen Umweltbiotechnologie, Anwendungsgebiete, Stoffwechseltypen, Abbaubarkeit, Testverfahren zur Abbaubarkeit, Nährstoffe, Elektronenakzeptoren, Toxizität, Wachstumskinetik, Biologische Abwasserreinigung, Belebtschlammverfahren, Tropfkörper, Membranbioreaktoren, Klärschlammbehandlung, Biogasbildung, Desintegrationsverfahren, Mikrobiologischer Abbau von Schadstoffen (PAK, CKW), Sanierung kontaminierter Standorte, Natürlicher Abbau (Natural Attenuation), Uferfiltration, Trinkwasser-Aufbereitung, Monitoring-Methoden (Kulturverfahren, Molekularbiologie).

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Vertiefungsfach: Wassertechnologie

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22614 Environmental Biotechnology

4.12.5 Modul 7002 Microbiology for Engineers

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Thomas Schwartz

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Lebensmittelverfahrenstechnik
- Wassertechnologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, mikrobielle Prozesse in technischen und Umwelt-relevanten Bereichen zu verstehen und einzuordnen. Zudem können sie die Grundlagen von mikrobiell gesteuerten Stoffkreisläufen in technischen Prozessen beschreiben. Weiterhin sind sie mit den Anpassungsmöglichkeiten von Mikroorganismen an extreme Umweltbedingungen vertraut und können mit den Begriffen: Symbiose, Kommensalismus und Pathogenität umgehen bzw. mikrobielle Verhaltensstrukturen in ihrem jeweiligen Habitat ableiten.

Inhalt

Die Vorlesung soll Ingenieure aus dem Bereich Chemieingenieurwesen, Verfahrenstechnik und Bau-, Geo-, Umwelt mit den Prinzipien der Mikrobiologie und deren technischer Anwendung vertraut machen. Hierzu werden Schwerpunkte wie Aufbau und Rolle von Mikroorganismen, Wechselwirkungen mit globalen Stoffkreisläufen und anderen Organismen, der mikrobielle Einfluss auf Energie und Korrosion sowie die Bekämpfung von Mikroorganismen herausgegriffen und anhand angewandter Beispiele erläutert. Ergänzt werden die Schwerpunkte durch Exkurse über Grundlagen wie Stoffwechsel und Genetik, die entsprechend angewandt aufbereitet werden. Die Kenntnisvermittlung von technisch relevanten biochemischen und molekularbiologischen Besonderheiten soll zum Verständnis der mikrobiologischen Grundlagen ökologischer, bio- und umwelttechnischer Prozesse beitragen. Fragen, die angesprochen werden, sind „Was sind Mikroorganismen, wie funktionieren sie und wie ist ihre Lebensweise?“, „Welche Rolle spielen Mikroorganismen in Stoffkreisläufen und wie ist ihr Beitrag zur Energieversorgung?“ und andere wichtige Fragen mehr.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Vertiefungsfach: Wassertechnologie

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 45 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Im Fall einer Gesamtprüfung im Vertiefungsfach Lebensmittelverfahrenstechnik beträgt die Prüfungsdauer ca. 20 Minuten.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22633 – Microbiology for Engineers

4.12.6 Modul 7004 Membrane Technologies and Excursions

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch/ Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Harald Horn; Dr. Florencia Saravia; Dr. Gudrun Abbt-Braun

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Wassertechnologie
- Lebensmittelverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Membrantechnik in der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung, gängige Membranverfahren (Umkehrosmose, Nanofiltration, Ultrafiltration, Mikrofiltration, Dialyse) und deren verschiedene Anwendungen. Sie sind in der Lage solche Anlagen auszulegen.

Inhalt

Das Lösungs-Diffusions-Modell. Die Konzentrationspolarisation und die Konsequenzen für die Membranmodulauslegung. Membranherstellung und Membraneigenschaften. Membrankonfiguration und Membranmodule. Membrananlagen zur Meerwasserentsalzung und zur Brackwasserbehandlung. Membranbioreaktoren zur Abwasserbehandlung. Biofouling, Scaling und Vermeidungsstrategien für beides. Einführung und Exkursionen: Abwasserentsorgung und Trinkwasserversorgung, Exkursionen zu kommunalen Kläranlagen und zu Wasserwerken

Literatur/Lernmaterialien

- Melin, T. Rautenbach, R. (2007): Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Mulder, Marcel H. (2000): Basic principles of membrane technology“, Kluwer Academic, Dordrecht.
- Schäfer, A. I. (2005): Nanofiltration: Principles and Applications. Elsevier, Oxford.
- Staude, E. (1992): Membranen und Membranprozesse, Verlag Chemie, Weinheim.
- Vorlesungsunterlagen in ILIAS

* Die Vorlesung "Membrane Technologies in Water Treatment" wurde zum Wintersemester 17/18 letztmalig im WS und wird ab dem Sommersemester 19 im SS angeboten.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 55 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 65 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Die Erfolgskontrolle besteht aus:

- Mündliche Prüfung im Umfang von 30 min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO
- Prüfungsvorleistung: Teilnahme an den Exkursionen mit Anfertigung eines Exkursionsprotokolls im Umfang von maximal 5 Seiten; Studienleistung nach § 4 Abs. 3 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22605 – Membrane Technologies in Water Treatment, WS (ab SS 19 im SS!)
- 22609 – Waste Water Disposal and Drinking Water Supply - Introduction and Excursions, SS

4.12.7 Modul 7101 Wasserbeurteilung

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Gudrun Abbt-Braun

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Wassertechnologie"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die Zusammenhänge des Vorkommens von geogenen und anthropogenen Stoffen sowie von Mikroorganismen in den verschiedenen Bereichen des hydrologischen Kreislaufs erklären. Sie sind in der Lage, geeignete analytische Verfahren zu deren Bestimmung auszuwählen. Sie können Berechnungen durchführen, Daten vergleichen und interpretieren. Sie sind fähig methodische Hilfsmittel zu gebrauchen, die Zusammenhänge zu analysieren und die unterschiedlichen Verfahren kritisch zu beurteilen.

Inhalt

Wasserarten, Wasserrecht, Grundbegriffe der wasserchemischen Analytik, Analysenqualität, Probenahme, Schnelltest, allgemeine Untersuchungen, elektrochemische Verfahren, optische Charakterisierung, Trübung, Färbung, SAK, Säure-Base-Titrations, Abdampf-, Glührückstand, Hauptinhaltsstoffe, Ionenchromatographie, Titrations (Komplexometrie), Atomabsorptionsspektrometrie, Schwermetalle und organische Spurenstoffe und ihre analytische Bestimmung, Wasserspezifische summarische Kenngrößen, Radioaktivität, Mikrobiologie.

Literatur/Lernmaterialien

- Harris, D. C. (2010): Quantitative Chemical Analysis. W. H. Freeman and Company, New York.
- Crittenden J. C. et al. (2005): Water Treatment – Principles and Design, Wiley & Sons, Hoboken.
- Patnaik P. (2010), Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, Soil, and Solid Wastes. CRC Press.
- Wilderer, P. (2011). Treatise on Water Science, Four-Volume Set, 1st Edition; Volume 3: Aquatic Chemistry and Biology. Elsevier, Oxford.
- Vorlesungsunterlagen im ILIAS

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 65 h
- Prüfungsvorbereitung: 70 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22603 – Naturwissenschaftliche Grundlagen der Wasserbeurteilung
- 22604 – Übungen und Demonstration zu 22603

Allgemeine Hinweise

Ist nicht wählbar nach Ablegen des Profulfachs „Wasserqualität und Verfahrenstechnik“, Bachelor

4.12.8 Modul 7102 Praktikum Wassertechnologie und Wasserbeurteilung

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes Semester

Sprache: Deutsch oder Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Harald Horn, Dr. Gudrun Abbt-Braun, Dr. A. Hille-Reichel

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Wassertechnologie“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Modul „Water Technology“

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage, die grundlegenden wichtigen Aufbereitungsverfahren in der Wassertechnik zu erklären. Sie können Berechnungen durchführen, Daten vergleichen und interpretieren. Sie sind fähig methodische Hilfsmittel zu gebrauchen, die Zusammenhänge zu analysieren und die unterschiedlichen Verfahren kritisch zu beurteilen.

Inhalt

Wassertechnologische und wasserchemische Versuche aus folgender Auswahl: Kalklöseversuch, Flockung, Adsorption an Aktivkohle, Photochemische Oxidation, Atomabsorptionsspektrometrie, Ionenchromatographie, Flüssigkeitschromatographie, Summenparameter, und Vortrag.

Literatur/Lernmaterialien

- Harris, D. C. (2010): Quantitative Chemical Analysis. W. H. Freeman and Company, New York.
- Crittenden J. C. et al. (2005): Water Treatment – Principles and Design, Wiley & Sons, Hoboken.
- Patnaik P. (2010): Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, Soil, and Solid Wastes. CRC Press.
- Wilderer, P. (2011): Treatise on Water Science, Four-Volume Set, 1st Edition; Volume 3: Aquatic Chemistry and Biology. Elsevier, Oxford.
- Vorlesungsskript im ILIAS; Praktikumsskript

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 35 h
- Selbststudium: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 35 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Die Erfolgskontrolle des Moduls besteht aus einer Prüfungsleistung anderer Art in Form von benoteten Praktikumsprotokollen, einem benoteten Vortrag sowie einer mündlichen Teilprüfung, Dauer 15 Minuten.

Notenbildung

Die Gesamtnote des Moduls wird als gewichteter Durchschnitt aus den Einzelnoten der Teilprüfungsleistungen gebildet (Praktikumsprotokolle 40 %, Vortrag 10 %, mündliche Teilprüfung 50 %).

Lehrveranstaltungen

- 22664 – Praktikum Wassertechnologie und Wasserbeurteilung

Allgemeine Hinweise

Die Teilprüfungsleistungen in Form der benoteten Praktikumsprotokolle und dem benoteten Vortrag müssen für die Zulassung zur mündlichen Teilprüfung bestanden sein.

4.12.9 Modul 7103 Struktur und Reaktionen aquatischer Huminstoffe

Leistungspunkte: 2.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 1,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Gudrun Abbt-Braun

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Wassertechnologie“

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können das Vorkommen und das Verhalten von aquatischen Huminstoffen bei der Wasseraufbereitung und in natürlichen Systemen beschreiben und sie können die wesentlichen Strukturmerkmale dieser Substanzen erklären. Sie sind mit den grundlegenden Verfahren zur Charakterisierung vertraut und sie können geeignete Verfahren für die Untersuchungen von Huminstoffen in wässrigen Systemen auswählen und die Ergebnisse bewerten.

Inhalt

Vorkommen, Definitionen, Genese, Strukturmodelle, Isolierung, Charakterisierungsverfahren, Wechselwirkung mit anderen anorganischen und organischen Wasserinhaltsstoffen, Umsetzungen im Gewässer, Reaktionen bei der Wasseraufbereitung.

Literatur/Lernmaterialien

- Thurman, E. M. (1985): Organic Geochemistry of Natural Waters. Martinus Nijhoff / Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Frimmel, F. H., Abbt-Braun, G. et al. (Hrsg.) (2002): Refractory Organic Substances in the Environment. Wiley-VCH, Weinheim.
- Vorlesungsunterlagen im ILIAS

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 15 h
- Selbststudium: 25 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 15 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Vertiefungsfach: Wassertechnologie

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

22615 – Struktur und Reaktionen aquatischer Huminstoffe

4.12.10 Modul 7104 Biofilm Systems

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Harald Horn

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Wassertechnologie
- Technische Biologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die Struktur und Funktion von Biofilmen in natürlichen Habitaten und technischen Anwendungen beschreiben und die wesentlichen Einflussfaktoren und Prozesse zur Ausbildung spezifischer Biofilme erklären. Sie sind mit Verfahren zur Visualisierung der Strukturen sowie mit Modellen für die Simulation des Biofilmwachstums vertraut. Sie können geeignete Verfahren für die Untersuchungen von Biofilmen auswählen und die Habitatbedingungen bewerten.

Inhalt

Mikroorganismen organisieren sich in technischen und natürlichen aquatischen Systemen typischerweise in Form von Biofilmen. Biofilme sind aber nicht nur Anreicherungen von Mikroorganismen an Grenzflächen, darüber hinaus bildet eine Matrix aus extrazellulären polymeren Substanzen (EPS) ein Grundgerüst für den Zusammenhalt. In der Vorlesung wird die Struktur und Funktion der Biofilme in verschiedensten natürlichen Habitaten und technischen Anwendungen (Biofilmreaktoren, Biofilme in Fließgewässern, Biofouling in technischen Systemen und Biofilme zur Stromerzeugung in Mikrobiellen Brennstoffzellen) gezeigt und diskutiert. Wachstum und Abtrag der Mikroorganismen als wesentliche Prozesse zur Gestaltung der Struktur werden beschrieben und Modelle zu deren Simulation vorgestellt. Darüber hinaus werden mikroskopische Verfahren zur Visualisierung der Biofilmstrukturen gezeigt.

Literatur/Lernmaterialien

Vorlesungsunterlagen im ILIAS

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Vertiefungsfach: Wassertechnologie

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO Master 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22617 – Biofilm Systems

4.13 Fach 7200 Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Grundlagen der Verbrennungstechnik	Trimis	WS	2 + 1	6
2	Angewandte Verbrennungstechnik	Zarzalis	WS	2 + 1	6
3	Hochtemperatur-Verfahrenstechnik	Stapf	SS	2 + 1	6
4	Messtechnik in der Thermofluidodynamik	Trimis	WS	2 + 1	6
5	Verbrennung und Umwelt	Trimis	SS	2 + 0	4
6	Auslegung einer Gasturbinenbrennkammer	Zarzalis	WS	1 + 2	6
7	Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien	Trimis	SS	2 + 0	4
8	Turbulente Strömungen ohne und mit überlagerter Verbrennung	Zarzalis	SS	2 + 0	4
9	Verbrennungstechnisches Praktikum	Harth	SS	0 + 2	4
10	Energietechnik	Büchner	WS	2 + 0	4
11	Strömungs- und Verbrennungsinstabilitäten in technischen Feuerungssystemen	Büchner	SS	2 + 0	4
12	Technical Systems for Thermal Waste Treatment	Kolb	WS	2 + 0	4
13	Brennstofftechnik <i>- Grundlagen der Brennstofftechnik</i>	Kolb	WS	2 + 1	6
14	Energieträger aus Biomasse	Bajohr	WS	2 + 1	6

Kombinationen:

Module 1, 2: es muss mindestens ein Modul aus 1-2 ausgewählt werden

Prüfungsmodus:

Mündliche Gesamtprüfung der Modulkombination

4.13.1 Modul 6405 Brennstofftechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Thomas Kolb

Einordnung in Studiengang/ -fach

Pflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik (Falls nicht bereits in "Chemische Energieträger und Brennstofftechnologie gewählt)

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Umweltschutzverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, Energierohstoffe und daraus erzeugte Brennstoffe / chemische Energieträger zu charakterisieren und die Prozesse und Verfahren zur Erzeugung von chemischen Energieträgern bezüglich Verfahrenstechnik, Kosten und Umweltrelevanz kritisch zu bewerten.

Inhalt

- Überblick über die Energierohstoffe: Kohle, Öl, Gas, Biomasse - Entstehung, Vorräte, Verbrauch
- Technik der Förderung
- Charakterisierung und Analytik der Energierohstoffe und Brennstoffe
- Grundlagen, Prozesse und Verfahren zur Wandlung von Energierohstoffen in chemische Energieträger/Brennstoffe
- Prozesse und Verfahren der Brennstoff-Nutzung: Strom / Wärme, Mobilität, Synthese
- Vergleichende Bewertung von Prozessketten zur Wandlung und Nutzung von Brennstoffen auf Basis von LCA, Ökoeffizienzanalyse

Literatur/Lernmaterialien

- "Die Veredlung und Umwandlung von Kohle Technologien und Projekte 1970 bis 2000 in Deutschland"; ISBN 978-3-936418-88-0
- „Grundlagen der Gastechnik“; ISBN 978-3446211094
- “Handbook of Fuels”; ISBN 978-3-527-30740-1
- „Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry“; ISBN 978-3-5273-0673-2

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22305 - Grundlagen der Brennstofftechnik, Vorlesung 2 SWS
- 22306 – Übungen und Demonstrationen zu 22305, 1 SWS

4.13.2 Modul 6508 Theorie turbulenter Strömungen ohne und mit überlagerter Verbrennung

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Nikolaos Zarzalis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern:

- Thermische Verfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

- Die Studenten lernen und verstehen die Ähnlichkeit zwischen Impuls-, Energie- und Stofftransport
- Die Studenten sind in der Lage aus der Anwendung der Analogie zwischen dem turbulenten und laminaren Transport die „turbulente“ Diffusion zu erklären und zu quantifizieren.
- Die Studenten können gemessene Feldverteilungen von Turbulenzgrößen beurteilen.
- Die Studenten können unterschiedliche Flammenstrukturen auf Grund der Wechselwirkung zwischen Turbulenz und Wärmefreisetzung analysieren und erklären.

Inhalt

Charakterisierung der Turbulenz; Herleitung der Bilanzgleichungen für Masse, Impuls und Energie; Turbulenter Impuls-, Wärme und Stofftransport; Herleitung der Bilanzgleichungen für die kinetische Energie der mittleren Strömung und der turbulenten Schwankungsbewegung; Herleitung der Bilanzgleichungen für die Enstrophie der mittleren Strömung und der turbulenten Schwankungsbewegung; Erläuterung der Energiekaskade; Wechselwirkung zwischen Turbulenz und Wärmefreisetzung bei turbulenten Vormischflammen

Literatur/Lernmaterialien

- Tennekes and Lumley, A first course in turbulence;
- N. Peters, Turbulent combustion
- T. Poinso, D. Veynante, Theoretical and numerical combustion

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 15
- Prüfungsvorbereitung: 75

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von max. 30min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22514 – Theorie turbulenter Strömungen ohne und mit überlagerter Verbrennung, Vorlesung, 2 SWS

4.13.3 Modul 6509 Hochtemperatur-Verfahrenstechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dieter Stapf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in folgenden Vertiefungsfächern:

- Chemische Energieträger-Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Thermische Verfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden identifizieren Anforderungen an Hochtemperaturprozesse aus der Problemstellung. Durch geeignete Bilanzierung unter Berücksichtigung relevanter kinetischer Vorgänge ermitteln sie daraus die erforderlichen Prozessparameter. Sie sind fähig, hierfür geeignete Reaktoren und Prozesskomponenten auszuwählen. Somit können die Studierenden unterschiedliche Verfahren der Prozessindustrie kritisch beurteilen und Lösungen für neue Problemstellungen der HTVT systematisch entwickeln.

Inhalt

Hochtemperaturprozesse im Beispiel; Verbrennungstechnische Grundlagen; Wärmeübertragung durch Strahlung; Wärmeaustauschrechnung für Hochtemperaturanlagen; Metallische und keramische Hochtemperaturwerkstoffe; Beispiele zur Konstruktion von Hochtemperaturanlagen.

Literatur/Lernmaterialien

Auf aktuelle Literatur wird im Fortlauf der Vorlesung hingewiesen

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22505 – Hochtemperaturverfahrenstechnik, Vorlesung 2 SWS
- 22506 – Übung zu 22505, Übung, 1 SWS

Allgemeine Hinweise

Dieses Modul behandelt die Hochtemperaturverfahrenstechnik als Querschnittsthema verschiedener verfahrenstechnischer Fachgebiete. Im Rahmen der Übungen findet die Anwendung der erlernten Grundlagen in der Prozessbeurteilung anhand konkreter Beispiele der HTVT statt.

4.13.4 Modul 6512 Messtechnik in der Thermofluidodynamik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Energieverfahrenstechnik
- Thermische Verfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Es werden die gängigen experimentellen Methoden der Strömungs-, Konzentrations- und Temperaturmesstechnik in Theorie und Praxis vermittelt. Zunächst werden die Grundlagen der Messung der Geschwindigkeit, Druck, Dichte, Temperatur, Wärmestrom und Konzentration erläutert. Anschließend werden die Methoden zur Messung dieser Größen vorgestellt, hinsichtlich Genauigkeit und Auflösung diskutiert und in ihrer technischen Ausführung dargelegt. Insbesondere wird der Schwerpunkt auf moderne laser-optische Messverfahren einschließlich digitaler Bildverarbeitung gelegt (LDA, PDA, PIV, LIF, ...). Abschließend werden die Methoden zur Weiterverarbeitung und Analyse der Messdaten insbesondere in turbulenten Strömungen erläutert. Die Studierenden können in den kombinierten Praktikums-Übungsstunden unmittelbar die Methoden erproben.

Lehrveranstaltungen

- 22509 – Messtechnik in der Thermofluidodynamik, Vorlesung 2 SWS
- 22510 – Übung zu 22509 Messtechnik in der Thermofluidodynamik, 1 SWS

4.13.5 Modul 6801 Energieträger aus Biomasse

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Siegfried Bajohr

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in folgenden Vertiefungsfächern:

- Chemische Energieträger- Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Technische Biologie
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden entwickeln Prozessverständnis für Prozesse zur Umwandlung und Nutzung von Biomasse. Sie können entsprechende Prozesse bilanzieren, bewerten und weiterentwickeln. Die Betrachtung ethischer, ökonomischer und ökologischer Rahmenbedingungen hilft den Studierenden bei der kritischen Bewertung von (neuen) Prozessen und bei deren Weiterentwicklung.

Inhalt

- Grundlagen der Biomasseentstehung und der Umwandlungspfade hin zu chemischen Energieträgern wie Biodiesel, Ethanol oder SNG.
- Charakterisierungsmethoden und Unterscheidungskriterien für Biomasse, nutzbare Potenziale global/national, Nachhaltigkeitsaspekte, CO₂-Vermeidungspotenziale.
- Nutzung und Umwandlung von Pflanzenölen und -fetten.
- Biochemische Umwandlungsprozesse zu Ethanol und Biogas, Nutzung- und Aufbereitungsprozesse für Biogas.
- Thermochemische Biomasseumwandlung durch Pyrolyse und Vergasung; ausgewählte Synthesen (FT-, CH₄-, CH₃OH-, DME-Synthese).

Literatur/Lernmaterialien

- Kaltschmitt, M.; Hartmann (Ed.): Energie aus Biomasse, 2. Aufl., Springer Verlag 2009.
- Graf, F.; Bajohr, S. (Hrsg.): Biogas: Erzeugung – Aufbereitung – Einspeisung, 2. Aufl., Oldenbourg Industrieverlag 2013.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22320 - Energieträger aus Biomasse / Biomass based Energy Carriers; Vorlesung 2 SWS
- 22321 - Übung zu Energieträger aus Biomasse / Exercise Biomass based Energy Carrier; 2 SWS

4.13.6 Modul 6805 Technical Systems for Thermal Waste Treatment

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. - Ing. Thomas Kolb

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger Brennstofftechnologie
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

The students are enabled to characterize different waste fractions and select suitable technologies for waste to energy conversion based on detailed process understanding and by application of evaluation tool combining economical and ecological aspects. The students gain a profound inside into process operation.

Inhalt

- Waste: definition, specification, potential
- Basic thermo-chemical processes for waste treatment: pyrolysis, gasification, combustion
- Technical systems for thermal waste treatment:
 - combustion: Grate furnace, rotary kiln, fluidized bed
 - gasification: fixed bed, fluidized bed, entrained flow
 - pyrolysis: rotary kiln
 - Refractory technology
 - Legal aspects of waste management
 - Tools for critical evaluation of waste treatment technologies
 - Excursion to industrial sites

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 50
- Prüfungsvorbereitung: 40

Vertiefungsfach: Verbrennungstechnik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22516 - Technical Systems for Thermal Waste Treatment, Vorlesung 2 SWS

Allgemeine Hinweise

Die Exkursion ist ein prüfungsrelevantes Element der Vorlesung

4.13.7 Modul 6806 Grundlagen der Verbrennungstechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Einführung und Stellenwert der Verbrennungstechnik; Thermodynamik technischer Verbrennung; Stoffumsatz und Enthalpieumsatz; Gleichgewichtszusammensetzung; Verbrennungstemperatur; Kinetik von Verbrennungsvorgängen; Verbrennungstechnische Kenngrößen: Zündgrenzen, Zündtemperatur, Zündenergie, Zündverzug, Löschabstand, Flammpunkt; Reaktionsmechanismen der Verbrennung; Flammengeschwindigkeit; Thermische Flammentheorie; Turbulente Flammenausbreitung; Übersicht Brennersysteme

Lehrveranstaltungen

- 22501 - Grundlagen der Verbrennungstechnik / Combustion Technology

4.13.8 Modul 6807 Angewandte Verbrennungstechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Nikolaos Zarzalis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern:

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

- Die Studenten können die verbrennungstechnischen Kennzahlen und die Eigenschaften von unterschiedlichen Flammen beschreiben und erklären.
- Die Studenten sind in der Lage die verbrennungstechnischen Kennzahlen zu benutzen, um Brenner auszulegen.
- Die Studenten sind in der Lage Brenner hinsichtlich ihrer Operabilität zu untersuchen und die erzielten Ergebnisse zu analysieren.
- Die Studenten sind in der Lage das Brennverhalten im Hinblick auf die jeweilige Anwendung zu beurteilen.

Inhalt

Grundlagen der Verbrennungsvorgänge; Brennstoffe; Verbrennungstechnische Kenngrößen; Laminare Flammenfortpflanzung; Struktur und Eigenschaften stationärer laminarer und turbulenter Flammen; Flammenstabilität; Ähnlichkeitsgesetze und Skalierung von Brennern; Verbrennung von flüssigen Brennstoffen; Heterogene Verbrennung von festen Brennstoffen; Beispiele praktischer Verbrennungssysteme.

Literatur/Lernmaterialien

- F. Joos, Technische Verbrennung
- J. Warnatz, U. Maas, Technische Verbrennung
- S. R. Turns, An Introduction to Combustion

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 25 h
- Prüfungsvorbereitung: 110 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von max. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22503 – Angewandte Verbrennungstechnik, Vorlesung, 2 SWS
- 22504 – Übung zu 22503 Angewandte Verbrennungstechnik, 1 SWS

4.13.9 Modul 7201 Verbrennung und Umwelt

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Inhalt

Bedeutung des Umweltschutzes; Schadstoffe aus der Verbrennung und ihre Wirkung; Mechanismen der Schadstoffbildung; Feuerungsbezogene Maßnahmen (Primärmaßnahmen) zur Emissionsminderung; Rauchgasreinigung; Sekundärmaßnahmen zur Emissionsminderung; Emissionen bei motorischer Verbrennung und Verbrennung in Gasturbinen

Lehrveranstaltungen

- 22507 – Verbrennung und Umwelt

4.13.10 Modul 7202 Auslegung einer Gasturbinenbrennkammer

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Nikolaos Zarzalis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern:

- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

- Die Studenten sind fähig die relevanten Designparameter anzuwenden, um eine Triebwerksbrennkammer auszulegen.
- Die Studenten sind in der Lage die Auswirkung von Designänderungen bezüglich der Funktionalität, der Betriebssicherheit und des Emissionsausstoßes zu beurteilen.
- Die Studenten sind in der Lage Literaturergebnisse zu bewerten und für Ihre eigene Zwecke zu nutzen.
- Die Studenten lernen zielorientiert gemäß eines vorgegebenen Zeitplans zu arbeiten.
- Die Studenten lernen in Gruppen zu arbeiten und Informationen zwischen den Gruppen durch die Definition von Schnittstellen auszutauschen.
- Die Studenten lernen den Arbeitsfortschritt und die wichtigsten Ergebnisse klar und in angemessener Zeit zu präsentieren.

Inhalt

In vier Vorlesungsdoppelstunden werden zuerst die theoretischen Grundlagen erläutert. Diese bestehen aus der Beschreibung und Funktionsweise des Triebwerkes und der speziellen Aufgabe und Funktionsweise der Brennkammer. Danach erfolgt die Auslegung der Triebwerksbrennkammer ausgehend von vorgegebenen geometrischen Randbedingungen und Leistungsdaten eines Triebwerkes. Die speziellen Aufgaben der Auslegung sind die Aerodynamik (Luftverteilung und Druckverlust), die Wärmetechnik (Temperaturverteilung, Kühlung und Materialwahl) die Berechnung der Emissionen und die Brennkammerkonstruktion. Zu diesem Zweck bilden die Studenten Gruppen und jede Gruppe übernimmt eine Teilaufgabe. Der Arbeitsfortschritt wird anhand des erstellten Zeitplans bei regelmäßigen Präsentationen kontrolliert. Die Gesamtauslegung wird in einer abschließenden Präsentation dargestellt und diskutiert.

Literatur/Lernmaterialien

- H. Lefebvre, Gas Turbine Combustion
- Rolls-Royce plc, the jet engine
- R. Müller, Luftstrahltriebwerke Grundlage, Charakteristiken, Arbeitsverhalten

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 20 h
- Selbststudium: 60 h
- Projekt: 80 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von max. 30min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO. Darüber hinaus werden die Mitarbeit während des Projektes und die Präsentationen bewertet.

Notenbildung

Die Modulnote setzt sich zusammen aus der Note der mündlichen Prüfung und der Mitarbeit/Präsentation während des Projektes.

Lehrveranstaltungen

- 22527 – Design of a jet engine combustion chamber, Seminar/Projekt

4.13.11 Modul 7203 Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Inhalt

Einführung und thermodynamische Grundlagen; PEM-Brennstoffzellen; Schmelzkarbonat Brennstoffzellen (MCFC); Festoxidbrennstoffzellen (SOFC); Brennstoffzellen für flüssige und feste Brennstoffe; Wasserstoff als Energieträger; Wasserstofferzeugung; Elektrolyse; Dampfreformierung; Partielle Oxidation; Reformierverfahren für flüssige Brennstoffe; Konvertierung/Reinigung von Kohlenmonoxid; Entschwefelung; Brennstoffzellensysteme: Peripheriekomponenten und Integration

Lehrveranstaltungen

- 22508 – Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien

4.13.12 Modul 7204 Verbrennungstechnisches Praktikum

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Stefan Harth

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Verbrennungstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können verbrennungstechnische Versuchsergebnisse auswerten und die Messmethoden kritisch beurteilen.

Inhalt

Es werden Experimente zur Ermittlung der laminaren Flammengeschwindigkeit und des Stabilitätsbereiches von Brennersystemen, sowie auch zur Charakterisierung des Verbrennungsverlaufs durchgeführt. Bei der angewandten Messtechnik handelt es sich sowohl um konventionelle (Thermoelement, Abgassonden) als auch um optische Messtechnik.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h (3-4 Experimente: Anzahl wird abhängig von der Komplexität der verwendeten Prüfstände festgelegt)
- Selbststudium, Erstellung der Versuchsprotokolle: 50 h
- Prüfungsvorbereitung: 40 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von maximal 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22542 – Verbrennungstechnisches Praktikum

Allgemeine Hinweise

Termine der Praktika werden in Absprache festgelegt. Anmeldungen bis spätestens 15. Mai per email an: stefan.harth@kit.edu

4.13.13 Modul 7205 Energietechnik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Horst Büchner

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Der Hörer kennt die thermodynamischen Grundlagen und kann darauf aufbauend thermische Energieumwandlungsprozesse in Wärmekraftmaschinen und -anlagen quantitativ beschreiben und die Effizienz der Energieumwandlung zu berechnen. Darüber hinaus können die Studierenden das Erlernte auf Beispiel ausgewählter technischer Prozesse übertragen.

Inhalt

Die Vorlesung beginnt mit einer allgemeinen Übersicht über die wichtigsten wirtschaftlichen Gesichtspunkte und Kennzahlen thermischer Energietechnik am Beispiel Deutschland. Danach werden die thermodynamischen Grundlagen für das Verständnis von Wärmekraftmaschinen besprochen und bei ausgewählten Energieumwandlungsprozessen (Stirling-Motor, Gasturbine, Dampfkraftwerk, etc.) angewendet, um so Möglichkeiten zur Steigerung des thermischen und exergetischen Wirkungsgrades wie auch des Arbeitsverhältnisses anhand von Beispielen aufzuzeigen.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 – 25 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22511 – Energietechnik I

4.13.14 Modul 7206 Strömungs- und Verbrennungsinstabilitäten in technischen Feuerungssystemen

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Horst Büchner

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach „Verbrennungstechnik“.

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Der Hörer versteht die physikalischen Mechanismen, die zum ungewollten Auftreten periodischer Verbrennungsinstabilitäten in technischen Feuerungssysteme führen, und kann diese zielgerichtet und effizient beseitigen.

Inhalt

Die Vorlesung umfasst die theoretischen Grundlagen für die Entstehung selbsterregter Strömungs- und Verbrennungsinstabilitäten in technischen Verbrennungssystemen. Hierzu wird die messtechnische Erfassung wie auch die Bedeutung dynamischer, d.h. zeitabhängiger Flammeneigenschaften besprochen und Flammenfrequenzgänge definiert und physikalisch interpretiert. Schließlich wird beispielhaft das Resonanzverhalten einer Modellbrennkammer modelliert und eine vollständige Stabilitätsanalyse eines Vormisch-Verbrennungssystems durchgeführt.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 – 25 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22515 Strömungs- und Verbrennungsinstabilitäten in technischen Feuerungssystemen, 2 SWS, SS

4.14 Fach 7300 Technische Biologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Modul 	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Industrielle Genetik	Neumann	SS	2 + 1	6
2	Industrielle Biokatalyse	Rudat	WS	2 + 1	6
3	Energieträger aus Biomasse	Bajohr	WS	2 + 1	6
4	Thermodynamik der Phasengleichgewichte (mit Bezugnahme auf biotechnologische Prozesse)	Türk	WS	2 + 1	6
5	Überkritische Fluide und deren Anwendungen (mit Bezugnahme auf biotechnologische Prozesse)	Türk	WS	2 + 1	6
6	Environmental Biotechnology	Tiehm	WS	2 + 0	4
7	Biofilm Systems	Horn, Gescher, Hille-Reichel, Wagner	SS	2 + 0	4
8	Biobasierte Kunststoffe	Kindervater et al.	WS	2 + 0	4
9	Bioelektrochemie und Biosensoren	Wörner	WS	2 + 0	4
10	Kommerzielle Biotechnologie	Kindervater et al.	SS	2 + 0	4

Kombinationen:

Pflichtmodule: Modul 1 oder 2 und ein weiteres Modul aus 1 - 5

Prüfungsmodus:

Mündliche Gesamtprüfung der Modulkombination

4.14.1 Modul 6404 Environmental Biotechnology

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Andreas Tiehm

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Technische Biologie
- Umweltschutzverfahrenstechnik
- Wassertechnologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die Prinzipien der Mikrobiologie und deren technische Anwendung erklären. Sie sind in der Lage technisch relevante mikrobiologische Zusammenhänge auf ökologische, bio- und umwelttechnische Prozesse zu übertragen. Sie können biotechnologische Verfahren hinsichtlich leistungsbegrenzender Faktoren analysieren und Prozesskombinationen zur Steigerung der Umsatzraten unter ökologisch-ökonomischen Gesichtspunkten beurteilen.

Inhalt

Grundlagen Umweltbiotechnologie, Anwendungsgebiete, Stoffwechselformen, Abbaubarkeit, Testverfahren zur Abbaubarkeit, Nährstoffe, Elektronenakzeptoren, Toxizität, Wachstumskinetik, Biologische Abwasserreinigung, Belebtschlammverfahren, Tropfkörper, Membranbioreaktoren, Klärschlammbehandlung, Biogasbildung, Desintegrationsverfahren, Mikrobiologischer Abbau von Schadstoffen (PAK, CKW), Sanierung kontaminierter Standorte, Natürlicher Abbau (Natural Attenuation), Uferfiltration, Trinkwasser-Aufbereitung, Monitoring-Methoden (Kulturverfahren, Molekularbiologie).

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 45 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Vertiefungsfach: Technische Biologie

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22614 - Environmental Biotechnology

Dozenten

Prof. Dr. Andreas Tiehm

4.14.2 Modul 6507 Thermodynamik der Phasengleichgewichte

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Michael Türk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Technische Thermodynamik
- Thermische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Allgemeine Grundlagen, chemischen Potential, partielle molare Größen, Mischungs- und Exzessgrößen, Zustandsgleichungen, reine Gase und Gasgemische, Berechnung von Fugazitäten und -koeffizienten, reine Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgemische, Berechnung von Fugazitäten und Aktivitäten; Raoult'sches Gesetz, Henry'sches Gesetz, Berechnung binärer und ternärer Phasengleichgewichte, Phasengleichgewichte von Polymerlösungen

Lehrveranstaltungen

- 22016 – Thermodynamik der Phasengleichgewichte

4.14.3 Modul 6905 Überkritische Fluide und deren Anwendungen

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Michael Türk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Technische Thermodynamik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Allgemeine Grundlagen, Darstellung thermodynamischer Eigenschaften, reine überkritische Fluide, binäre und ternäre Systeme inkl. Polymerlösungen, Überkritische Fluide als Lösungs-, Separations- und Reaktionsmedium, Herstellung von organischen, anorganischen metalloxidischen Nanopartikeln, Eigenschaften von Polymerlösungen, Wirtschaftliche Aspekte von Hochdruckprozessen.

Lehrveranstaltungen

- 22021 – Überkritische Fluide und deren Anwendungen

4.14.4 Modul 6801 Energieträger aus Biomasse

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Siegfried Bajohr

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in folgenden Vertiefungsfächern:

- Chemische Energieträger- Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Technische Biologie
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden entwickeln Prozessverständnis für Prozesse zur Umwandlung und Nutzung von Biomasse. Sie können entsprechende Prozesse bilanzieren, bewerten und weiterentwickeln. Die Betrachtung ethischer, ökonomischer und ökologischer Rahmenbedingungen hilft den Studierenden bei der kritischen Bewertung von (neuen) Prozessen und bei deren Weiterentwicklung.

Inhalt

- Grundlagen der Biomasseentstehung und der Umwandlungspfade hin zu chemischen Energieträgern wie Biodiesel, Ethanol oder SNG.
- Charakterisierungsmethoden und Unterscheidungskriterien für Biomasse, nutzbare Potenziale global/national, Nachhaltigkeitsaspekte, CO₂-Vermeidungspotenziale.
- Nutzung und Umwandlung von Pflanzenölen und -fetten.
- Biochemische Umwandlungsprozesse zu Ethanol und Biogas, Nutzung- und Aufbereitungsprozesse für Biogas.
- Thermochemische Biomasseumwandlung durch Pyrolyse und Vergasung; ausgewählte Synthesen (FT-, CH₄-, CH₃OH-, DME-Synthese).

Literatur/Lernmaterialien

- Kaltschmitt, M.; Hartmann (Ed.): Energie aus Biomasse, 2. Aufl., Springer Verlag 2009.
- Graf, F.; Bajohr, S. (Hrsg.): Biogas: Erzeugung – Aufbereitung – Einspeisung, 2. Aufl., Oldenbourg Industrieverlag 2013.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22320 - Energieträger aus Biomasse / Biomass based Energy Carriers; Vorlesung, 2 SWS
- 22321 - Übung zu Energieträger aus Biomasse / Exercise Biomass based Energy Carrier; 2 SWS

4.14.5 Modul 7104 Biofilm Systems

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: Englisch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Harald Horn

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern „

- Wassertechnologie
- Technische Biologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die Struktur und Funktion von Biofilmen in natürlichen Habitaten und technischen Anwendungen beschreiben und die wesentlichen Einflussfaktoren und Prozesse zur Ausbildung spezifischer Biofilme erklären. Sie sind mit Verfahren zur Visualisierung der Strukturen sowie mit Modellen für die Simulation des Biofilmwachstums vertraut. Sie können geeignete Verfahren für die Untersuchungen von Biofilmen auswählen und die Habitatbedingungen bewerten.

Inhalt

Mikroorganismen organisieren sich in technischen und natürlichen aquatischen Systemen typischerweise in Form von Biofilmen. Biofilme sind aber nicht nur Anreicherungen von Mikroorganismen an Grenzflächen, darüber hinaus bildet eine Matrix aus extrazellulären polymeren Substanzen (EPS) ein Grundgerüst für den Zusammenhalt. In der Vorlesung wird die Struktur und Funktion der Biofilme in verschiedensten natürlichen Habitaten und technischen Anwendungen (Biofilmreaktoren, Biofilme in Fließgewässern, Biofouling in technischen Systemen und Biofilme zur Stromerzeugung in Mikrobiellen Brennstoffzellen) gezeigt und diskutiert. Wachstum und Abtrag der Mikroorganismen als wesentliche Prozesse zur Gestaltung der Struktur werden beschrieben und Modelle zu deren Simulation vorgestellt. Darüber hinaus werden mikroskopische Verfahren zur Visualisierung der Biofilmstrukturen gezeigt.

Literatur/Lernmaterialien

Vorlesungsunterlagen im ILIAS

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Vertiefungsfach: Technische Biologie

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO Master 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22617 – Biofilm Systems

4.14.6 Modul 7301 Industrielle Biokatalyse

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Jens Rudat

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Technische Biologie"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Voraussetzungen sind Grundkenntnisse in Biochemie. Der vorherige oder parallele Besuch der Vorlesung „Enzymtechnik für BIW“ (Prof. Syldatk) ist hilfreich.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage, unterschiedliche Verfahren zur Herstellung industriell relevanter Produkte zu vergleichen und kritisch zu beurteilen (Chemo- vs. Biokatalyse sowie verschiedene biokatalytische Optionen untereinander).

Inhalt

Aktuelle Entwicklungen enzymatisch katalysierter Produktionsverfahren sowie am Markt etablierte Prozesse u.a. aus den Bereichen Pharmaindustrie wie Synthese und Modifikation von Wirkstoffen, Chemische Industrie wie Synthese und Modifikation von Basis- und Feinchemikalien und Lebensmittelindustrie wie enzymatische Umsetzung von Lebensmittelzutaten sowie Herstellung von Geschmacksträgern und Aromastoffen. Hierbei werden neben der eigentlichen enzymatischen Reaktion und deren molekularbiologischer Optimierung auch verfahrenstechnische Aspekte wie z.B. Wahl und Design des Lösungsmittels bzw. des Reaktionsmediums, Methoden der Produktisolierung („Downstream Processing“) sowie wirtschaftliche und ökologische Gesichtspunkte besprochen.

Literatur/Lernmaterialien

- Recent publications in relevant journals, e.g. Applied Microbiology and Biotechnology
- Buchholz, Kasche, Bornscheuer: Biocatalysts and Enzyme Technology; 2nd edition 2012, Wiley-Blackwell; ISBN: 978-3-527-32989-2
- Drautz, Gröger, May: Enzyme Catalysis in Organic Synthesis; 3rd edition 2012, Wiley-Blackwell; ISBN: 978-3-527-32547-4

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 90h
- Prüfungsvorbereitung: 45h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22411 Industrielle Biokatalyse
- 22446 Seminar zu Industrielle Biokatalyse (22411)

Grundlage für

Hilfreich beim Besuch der Vorlesungen „Biologische Stoffproduktion“ (Prof. Sylatk) und „Methoden der Industriellen Genetik“ (Dr. Neumann)

Allgemeine Hinweise

Ort und Zeit des begleitenden Seminars richten sich nach Anzahl der Teilnehmer. Geplant ist eine ein- bis zweitägige Veranstaltung *en bloc* gegen Ende der Vorlesungszeit des Wintersemesters (Anfang Februar).

4.14.7 Modul 7303 Kommerzielle Biotechnologie

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Ralf Kindervater

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Technische Biologie
- Biopharmazeutische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig wissenschaftliche Ergebnisse in ein kommerzielles Umfeld in allen relevanten lebenswissenschaftlichen Industriesektoren zu übersetzen und geistiges Eigentum zu schützen. Sie können sowohl eine Management Rolle in einem großen industriellen Unternehmen einnehmen, als auch die Rolle eines Managers in einer Startup Firma. Sie können technische Entwicklungen bezogen auf den Innovationsgrad einordnen und Lücken in Wertschöpfungsketten identifizieren und schließen. Vorgegebene Firmenstrategien können analysiert und strategisch optimiert werden.

Inhalt

Blockveranstaltung mit Exkursion; Überblick Pharma-Industrie; biotechnologisch hergestellte Produkte in der Pharmaindustrie; Überblick Biotech-Industrie, mit Vergleich USA/EU/D; Finanzierung von Biotech-Unternehmen; Grundlagen der Lizenzierung am Beispiel eines Wirkstoffes; Vorbereitung und Durchführung einer Lizenzverhandlung. Überblick industrielle Biotechnologie; Biotechnologisch hergestellte Produkte der chemischen Industrie und deren Folgeprodukte, Erläuterung des Begriffes Bioökonomie und deren Konsequenzen für Wirtschaftssysteme. Definition des Begriffes Wertschöpfungskette. Erläuterung des Ablaufes einer Firmengründung. Vorstellung und strategische Analyse von 12 Biotech Firmen aus Baden-Württemberg. Vorstellung und Diskussion möglicher Berufswege als Bioverfahrenstechniker in den Branchen Pharma, Medizintechnik, Biotechnologie, chemische Industrie, Verbände, Ausbildung, Lehre und öffentliche Forschung

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium
- Prüfungsvorbereitung

(Summe: 120 h)

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO Master Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik 2016.

Bei großer Teilnehmerzahl bzw. bei Prüfungen im Technischen Erfängzungsfach alternativ eine schriftliche Prüfung im Umfang von 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO Master Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22413 - Kommerzielle Biotechnologie

4.14.8 Modul 7304 Biobasierte Kunststoffe

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Ralf Kindervater

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Technische Biologie"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, unterschiedliche Wertschöpfungsketten-basierte Biokunststoffsysteme herzuleiten und die technologischen, wirtschaftlichen und ökologischen Zusammenhänge zu bewerten.

Inhalt

Polymerchemische Grundlagen, kunststofftechnische Grundlagen, Rohstoffauswahl, Konversionsmethoden, Zwischenproduktszenarien, Monomergestaltung, Polymerstrukturen, Compounds und Blends, Formgebungsverfahren, Produktbeispiele, Abläufe in Wertschöpfungsketten, Wirtschaftlichkeitsrechnung, Life Cycle Analysen, Kreislaufwirtschaft.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 15 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 15 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Vertiefungsfach: Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Technisches Ergänzungsfach bzw. große Teilnehmerzahl im Vertiefungsfach: schriftliche Prüfung im Umfang von 90 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22414 - Biobasierte Kunststoffe

4.14.9 Modul 7305 Industrielle Genetik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Anke Neumann

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Technische Biologie"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Grundlagen der Gentechnik in Hinblick auf ihre industrielle Anwendbarkeit; Methoden der DNA-Rekombinationstechnik, Sequenzierung und PCR; Manipulation der Genexpression in Prokaryoten; Herstellung heterologer Proteine in eukaryotischen Zellen; gezielte Mutagenese und Proteindesign; gentechnisch veränderte Mikroorganismen in der Industrie; Produktion pharmazeutisch wirksamer Proteine wie z.B. Insulin oder Interferon, Antibiotikaproduktion, molekulare Diagnostik, Herstellung von Antikörpern, Impfstoffen und Therapeutika; Möglichkeiten der biologischen Dekontaminierung und Verwertung von Biomasse, Förderung des Pflanzenwachstums durch gentechnisch veränderte Bakterien und Herstellung mikrobieller Insektizide.

Lehrveranstaltungen

- 22412 - Methoden der industriellen Genetik
- 22447 - Seminar zu Methoden der Industriellen Genetik (22412)

4.14.10 Modul 7706 Bioelektrochemie und Biosensoren

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Michael Wörner

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Biopharmazeutische Verfahrenstechnik
- Technische Biologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, Strategien zur Kopplung von Elektrochemie und Biotechnologie zu entwickeln und zu beurteilen, insbesondere für das Design von Biosensoren, für Anwendungen im Bereich der Energiewandlung/Energiespeicherung und der bioorganischen Wertstoffsynthese.

Inhalt

Elektrochemische Kinetik und Elektrochemische Techniken in der Bioanalytik;
Elektrochemische Prinzipien in der Biologie und biologische Aspekte der Elektrochemie;
Elektrochemie von Redoxenzymen; Biosensoren; Biobrennstoffzellen; Bioelektrosynthese;
Biologische Membranen und biomimetische Membransysteme; Photobioelektrochemie und biomimetische Photovoltaik;

Literatur/Lernmaterialien

- Electrochemistry: Principles, Methods, and Applications
- Christopher M.A. Brett, Oxford University Press;
- Bioelectrochemistry: Fundamentals, Experimental Techniques and Applications, Philip Bartlett, John Wiley & Sons
- Bioelectrochemistry, Encyclopedia of Electrochemistry, 11 Volume Set: Encyclopedia of Electrochemistry, Volume 9, Wiley-VCHVerlag GmbH

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 24 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 90 h

Vertiefungsfach: Technische Biologie

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22708 - Bioelektrochemie und Biosensoren

4.15 Fach 7400 Energieverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Brennstofftechnik <i>- Grundlagen der Brennstofftechnik</i>	Kolb	WS	2 + 1	6
2	Grundlagen der Verbrennungstechnik	Trimis	WS	2 + 1	6
3	Angewandte Verbrennungstechnik	Zarzalis	WS	2 + 1	6
4	Hochtemperatur-Verfahrenstechnik	Stapf	SS	2 + 1	6
5	Verbrennung und Umwelt	Trimis	SS	2 + 0	4
6	Energietechnik	Büchner	WS	2 + 0	4
7	Auslegung einer Gasturbinenbrennkammer	Zarzalis	WS	1 + 2	6
8	Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien	Trimis	SS	2 + 0	4
9	Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen	Schmidt	SS	2 + 0	4
10	Messtechnik in der Thermofluidynamik	Trimis	WS	2 + 1	6
11	Energieträger aus Biomasse	Bajohr	WS	2 + 1	6
12	Wirbelschichttechnik	Rauch	WS	2 + 0	4

Kombinationen:

- Modul 1: Pflichtmodul, wenn nicht als weiteres Vertiefungsfach „Chemische Energieträger-Brennstofftechnologie“ gewählt wurde
- Module 2, 3, 4: es muss ein Modul aus 2, 3 oder 4 ausgewählt werden

Prüfungsmodus:

Mündliche Gesamtprüfung der Modulkombination

4.15.1 Modul 6405 Brennstofftechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

- Prof. Dr.-Ing. Thomas Kolb

Einordnung in Studiengang/ -fach

Pflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik (Falls nicht bereits in "Chemische Energieträger und Brennstofftechnologie gewählt)

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Umweltschutzverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, Energierohstoffe und daraus erzeugte Brennstoffe / chemische Energieträger zu charakterisieren und die Prozesse und Verfahren zur Erzeugung von chemischen Energieträgern bezüglich Verfahrenstechnik, Kosten und Umweltrelevanz kritisch zu bewerten.

Inhalt

- Überblick über die Energierohstoffe: Kohle, Öl, Gas, Biomasse - Entstehung, Vorräte, Verbrauch
- Technik der Förderung
- Charakterisierung und Analytik der Energierohstoffe und Brennstoffe
- Grundlagen, Prozesse und Verfahren zur Wandlung von Energierohstoffen in chemische Energieträger/Brennstoffe
- Prozesse und Verfahren der Brennstoff-Nutzung: Strom / Wärme, Mobilität, Synthese
- Vergleichende Bewertung von Prozessketten zur Wandlung und Nutzung von Brennstoffen auf Basis von LCA, Ökoeffizienzanalyse

Literatur/Lernmaterialien

- "Die Veredlung und Umwandlung von Kohle Technologien und Projekte 1970 bis 2000 in Deutschland"; ISBN 978-3-936418-88-0
- „Grundlagen der Gastechnik“; ISBN 978-3446211094
- "Handbook of Fuels"; ISBN 978-3-527-30740-1
- „Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry“; ISBN 978-3-5273-0673-2

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22305 - Grundlagen der Brennstofftechnik, Vorlesung 2 SWS
- 22306 – Übungen und Demonstrationen zu 22305, 1 SWS

4.15.2 Modul 6406 Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Professor Dr.-Ing. Jürgen Schmidt

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger - Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Umweltschutzverfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind in der Lage, Risiken von technischen Anlagen systematisch abzuschätzen, Auswirkungen von möglichen Störfällen zu bewerten und geeignete sicherheitstechnische Gegenmaßnahmen zu definieren. Die Vorlesung ist in Themenblöcke aufgeteilt.

Risikomanagement:

Sie können ...

- mit einer technischen Risikoanalyse Gefahren einstufen
- Risiken qualitativ und quantitativ definieren und einschätzen
- mit dem Risikografen Anforderungen an Schutzeinrichtungen bestimmen
- wesentliche Inhalte / Begriffe der Störfallverordnung wiedergeben
- ein Anlagensicherheitskonzept erstellen und bewerten
- eine Sicherheitsanalyse für eine Anlage durchführen

Gefahrstoffe:

Sie können ...

- Wirkung / Aufnahmewege toxischer Stoffe beschreiben
- Begriffe / Vorschriften einordnen
- Einstufungen vornehmen von ...
- Gefährlichkeitsmerkmalen
- Kennzeichnungen / Verpackungen
- Sicherheitstechnischen Kenngrößen
- Grundlagen des Arbeitsschutzes anwenden (Grenzwerte / Betriebsanweisung)

Exotherme Chemische Reaktionen:

Sie können ...

- Ursachen für Durchgehreaktionen erkennen
- Gesetzliche Vorgaben anwenden
- Gefahren ermitteln und bewerten
- Sicherheitstechnische Kenngrößen festlegen
- Reaktionskalorimetrische Daten interpretieren (DTA / DWStau)
- Wärmebilanzen von Reaktoren beurteilen

Sicherheitseinrichtungen:

Sie sollen ...

- Die Bauarten und Einsatzbereiche von Sicherheitseinrichtungen kennen
- Die Funktion und Charakteristiken von Sicherheitsventilen beschreiben können
- Den Weg zur Auslegung von Sicherheitseinrichtungen im Detail wiedergeben können

Rückhalteeinrichtungen:

Sie sind in der Lage ...

- Die Bauarten und Einsatzbereiche von Rückhaltesystemen wiederzugeben
- Zyklonabscheider und Schwerkraftabscheider für Notentlastungssysteme auszulegen
- Rückhaltesysteme für Chemieanlagen sicherheitstechnisch zu bewerten
- Notkühlung und Stoppersysteme als Alternative zu Entlastungssystemen vorzuschlagen

Ausbreitung von Gefahrstoffen:

Sie sind in der Lage ...

- zu entscheiden, ob Stoffe bei Notentlastungen von Reaktoren in die Atmosphäre entlastet werden dürfen
- Einflussgrößen auf die Ausbreitung von Schadstoffen zu beschreiben
- Störfall-Beurteilungswerte zu benennen und zu erklären
- das Vorgehen bei der Ausbreitungsrechnung zu beschreiben
- Empfehlungen für die Betriebe zu geben, worauf bei der Entlastung von Gefahrstoffen zu achten ist
- vorhandene Notentlastungseinrichtungen zu bewerten

PLT Schutzeinrichtungen:

Sie sollen ...

- PLT-Einrichtungen klassifizieren können
- die Anforderungen an eine PLT-Schutzeinrichtungen benennen können
- die Vorgehensweise zur Auslegung von PLT-Schutzeinrichtungen wiedergeben können
- den Einsatz vorhandener PLT-Schutzeinrichtungen bewerten können

Explosionsschutz:

Sie sind in der Lage ...

- die Voraussetzungen für das Auftreten von Explosionen zu benennen
- Explosionsbereiche bei Zweistoffsystemen/Dreistoffsystemen einzugrenzen
- Sicherheitstechnische Kennzahlen wie Mindestzündenergie/Zündtemperatur und die Explosionskenngrößen (P_{max} , KG) zu definieren und die damit verbundenen Konzepte zu beschreiben
- Schutzmaßnahmen für die Vermeidung von Explosionen zu vorschlagen
- Vorhandene Schutzmaßnahmen an Anlagen zu bewerten

Elektrostatik:

Sie sind in der Lage ...

- Die verschiedenen Formen der elektrostatischen Aufladung und Entladung von Gegenständen und Einrichtungen zu beschreiben
- Schutzmaßnahmen gegen Explosionen aufzuzeigen
- Vorhandene Schutzmaßnahmen zu bewerten und Empfehlungen für die korrekte Ausführung bei neuen Anlagen zu geben

Inhalt

Einführung in den Schutz von Mensch und Umwelt vor den Gefahren von technischen Anlagen in der Chemie, Petrochemie, Pharmazie und im Bereich Öl und Gas. Durch Risikomanagement lassen sich Störfälle vermeiden und die Auswirkungen von Ereignissen begrenzen.

Risikomanagement, Handhabung von Gefahrstoffen, Vermeidung von Durchgehreaktionen bei gefährlichen chemischen Reaktionen, Auslegung von Schutzeinrichtungen für Notentlastungen wie Sicherheitsventile, Berstscheiben und nachgeschaltete Rückhalteeinrichtungen. Moderne Prozessleittechnische Systeme, Emission und Ausbreitung von Gefahrstoffen in der Atmosphäre sowie Explosionsschutz und Brandschutz.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Vertiefungsfach: Energieverfahrenstechnik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Vorlesungsblocknote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22308 – Sicherheitstechnik für Prozesse und Anlagen

Allgemeine Hinweise

Die Vorlesung wird als Blockvorlesung mit Exkursion in einen Störfallbetrieb gehalten.

4.15.3 Modul 6509 Hochtemperatur-Verfahrenstechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dieter Stapf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in folgenden Vertiefungsfächern:

- Chemische Energieträger-Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Thermische Verfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden identifizieren Anforderungen an Hochtemperaturprozesse aus der Problemstellung. Durch geeignete Bilanzierung unter Berücksichtigung relevanter kinetischer Vorgänge ermitteln sie daraus die erforderlichen Prozessparameter. Sie sind fähig, hierfür geeignete Reaktoren und Prozesskomponenten auszuwählen. Somit können die Studierenden unterschiedliche Verfahren der Prozessindustrie kritisch beurteilen und Lösungen für neue Problemstellungen der HTVT systematisch entwickeln.

Inhalt

Hochtemperaturprozesse im Beispiel; Verbrennungstechnische Grundlagen; Wärmeübertragung durch Strahlung; Wärmeaustauschrechnung für Hochtemperaturanlagen; Metallische und keramische Hochtemperaturwerkstoffe; Beispiele zur Konstruktion von Hochtemperaturanlagen.

Literatur/Lernmaterialien

Auf aktuelle Literatur wird im Fortlauf der Vorlesung hingewiesen

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22505 – Hochtemperaturverfahrenstechnik, Vorlesung 2 SWS
- 22506 – Übung zu 22505, Übung, 1 SWS

Allgemeine Hinweise

Dieses Modul behandelt die Hochtemperaturverfahrenstechnik als Querschnittsthema verschiedener verfahrenstechnischer Fachgebiete. Im Rahmen der Übungen findet die Anwendung der erlernten Grundlagen in der Prozessbeurteilung anhand konkreter Beispiele der HTVT statt.

4.15.4 Modul 6512 Messtechnik in der Thermofluidodynamik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Energieverfahrenstechnik
- Thermische Verfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Es werden die gängigen experimentellen Methoden der Strömungs-, Konzentrations- und Temperaturmesstechnik in Theorie und Praxis vermittelt. Zunächst werden die Grundlagen der Messung der Geschwindigkeit, Druck, Dichte, Temperatur, Wärmestrom und Konzentration erläutert. Anschließend werden die Methoden zur Messung dieser Größen vorgestellt, hinsichtlich Genauigkeit und Auflösung diskutiert und in ihrer technischen Ausführung dargelegt. Insbesondere wird der Schwerpunkt auf moderne laser-optische Messverfahren einschließlich digitaler Bildverarbeitung gelegt (LDA, PDA, PIV, LIF, ...). Abschließend werden die Methoden zur Weiterverarbeitung und Analyse der Messdaten insbesondere in turbulenten Strömungen erläutert. Die Studierenden können in den kombinierten Praktikums-Übungsstunden unmittelbar die Methoden erproben.

Lehrveranstaltungen

- 22509 – Messtechnik in der Thermofluidodynamik, Vorlesung 2 SWS
- 22510 – Übung zu 22509 Messtechnik in der Thermofluidodynamik, 1 SWS

4.15.5 Modul 6801 Energieträger aus Biomasse

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Siegfried Bajohr

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in folgenden Vertiefungsfächern:

- Chemische Energieträger- Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Technische Biologie
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden entwickeln Prozessverständnis für Prozesse zur Umwandlung und Nutzung von Biomasse. Sie können entsprechende Prozesse bilanzieren, bewerten und weiterentwickeln. Die Betrachtung ethischer, ökonomischer und ökologischer Rahmenbedingungen hilft den Studierenden bei der kritischen Bewertung von (neuen) Prozessen und bei deren Weiterentwicklung.

Inhalt

- Grundlagen der Biomasseentstehung und der Umwandlungspfade hin zu chemischen Energieträgern wie Biodiesel, Ethanol oder SNG.
- Charakterisierungsmethoden und Unterscheidungskriterien für Biomasse, nutzbare Potenziale global/national, Nachhaltigkeitsaspekte, CO₂-Vermeidungspotenziale.
- Nutzung und Umwandlung von Pflanzenölen und -fetten.
- Biochemische Umwandlungsprozesse zu Ethanol und Biogas, Nutzung- und Aufbereitungsprozesse für Biogas.
- Thermochemische Biomasseumwandlung durch Pyrolyse und Vergasung; ausgewählte Synthesen (FT-, CH₄-, CH₃OH-, DME-Synthese).

Literatur/Lernmaterialien

- Kaltschmitt, M.; Hartmann (Ed.): Energie aus Biomasse, 2. Aufl., Springer Verlag 2009.
- Graf, F.; Bajohr, S. (Hrsg.): Biogas: Erzeugung – Aufbereitung – Einspeisung, 2. Aufl., Oldenbourg Industrieverlag 2013.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 75 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22320 - Energieträger aus Biomasse / Biomass based Energy Carriers; Vorlesung 2 SWS
- 22321 - Übung zu Energieträger aus Biomasse / Exercise Biomass based Energy Carrier; 2 SWS

4.15.6 Modul 6806 Grundlagen der Verbrennungstechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Einführung und Stellenwert der Verbrennungstechnik; Thermodynamik technischer Verbrennung; Stoffumsatz und Enthalpieumsatz; Gleichgewichtszusammensetzung; Verbrennungstemperatur; Kinetik von Verbrennungsvorgängen; Verbrennungstechnische Kenngrößen: Zündgrenzen, Zündtemperatur, Zündenergie, Zündverzug, Löschabstand, Flammpunkt; Reaktionsmechanismen der Verbrennung; Flammengeschwindigkeit; Thermische Flammentheorie; Turbulente Flammenausbreitung; Übersicht Brennersysteme.

Lehrveranstaltungen

- 22501 - Grundlagen der Verbrennungstechnik / Combustion Technology

4.15.7 Modul 6807 Angewandte Verbrennungstechnik

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Nikolaos Zarzalis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern:

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

- Die Studenten können die verbrennungstechnischen Kennzahlen und die Eigenschaften von unterschiedlichen Flammen beschreiben und erklären.
- Die Studenten sind in der Lage die verbrennungstechnischen Kennzahlen zu benutzen, um Brenner auszulegen.
- Die Studenten sind in der Lage Brenner hinsichtlich ihrer Operabilität zu untersuchen und die erzielten Ergebnisse zu analysieren.
- Die Studenten sind in der Lage das Brennverhalten im Hinblick auf die jeweilige Anwendung zu beurteilen.

Inhalt

Grundlagen der Verbrennungsvorgänge; Brennstoffe; Verbrennungstechnische Kenngrößen; Laminare Flammenfortpflanzung; Struktur und Eigenschaften stationärer laminarer und turbulenter Flammen; Flammenstabilität; Ähnlichkeitsgesetze und Skalierung von Brennern; Verbrennung von flüssigen Brennstoffen; Heterogene Verbrennung von festen Brennstoffen; Beispiele praktischer Verbrennungssysteme.

Literatur/Lernmaterialien

- F. Joos, Technische Verbrennung
- J. Warnatz, U. Maas, Technische Verbrennung
- S. R. Turns, An Introduction to Combustion

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 45 h
- Selbststudium: 25 h
- Prüfungsvorbereitung: 110 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von max. 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22503 – Angewandte Verbrennungstechnik, Vorlesung, 2 SWS
- 22504 – Übung zu 22503 Angewandte Verbrennungstechnik, 1 SWS

4.15.8 Modul 7201 Verbrennung und Umwelt

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Inhalt

Bedeutung des Umweltschutzes; Schadstoffe aus der Verbrennung und ihre Wirkung; Mechanismen der Schadstoffbildung; Feuerungsbezogene Maßnahmen (Primärmaßnahmen) zur Emissionsminderung; Rauchgasreinigung; Sekundärmaßnahmen zur Emissionsminderung; Emissionen bei motorischer Verbrennung und Verbrennung in Gasturbinen.

Lehrveranstaltungen

- 22507 – Verbrennung und Umwelt

4.15.9 Modul 7202 Auslegung einer Gasturbinenbrennkammer

Leistungspunkte: 6.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 3,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Nikolaos Zarzalis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern:

- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

- Die Studenten sind fähig die relevanten Designparameter anzuwenden, um eine Triebwerksbrennkammer auszulegen.
- Die Studenten sind in der Lage die Auswirkung von Designänderungen bezüglich der Funktionalität, der Betriebssicherheit und des Emissionsausstoßes zu beurteilen.
- Die Studenten sind in der Lage Literaturergebnisse zu bewerten und für Ihre eigene Zwecke zu nutzen.
- Die Studenten lernen zielorientiert gemäß eines vorgegebenen Zeitplans zu arbeiten.
- Die Studenten lernen in Gruppen zu arbeiten und Informationen zwischen den Gruppen durch die Definition von Schnittstellen auszutauschen.
- Die Studenten lernen den Arbeitsfortschritt und die wichtigsten Ergebnisse klar und in angemessener Zeit zu präsentieren.

Inhalt

In vier Vorlesungsdoppelstunden werden zuerst die theoretischen Grundlagen erläutert. Diese bestehen aus der Beschreibung und Funktionsweise des Triebwerkes und der speziellen Aufgabe und Funktionsweise der Brennkammer. Danach erfolgt die Auslegung der Triebwerksbrennkammer ausgehend von vorgegebenen geometrischen Randbedingungen und Leistungsdaten eines Triebwerkes. Die speziellen Aufgaben der Auslegung sind die Aerodynamik (Luftverteilung und Druckverlust), die Wärmetechnik (Temperaturverteilung, Kühlung und Materialwahl) die Berechnung der Emissionen und die Brennkammerkonstruktion. Zu diesem Zweck bilden die Studenten Gruppen und jede Gruppe übernimmt eine Teilaufgabe. Der Arbeitsfortschritt wird anhand des erstellten Zeitplans bei regelmäßigen Präsentationen kontrolliert. Die Gesamtauslegung wird in einer abschließenden Präsentation dargestellt und diskutiert.

Literatur/Lernmaterialien

- A. H. Lefebvre, Gas Turbine Combustion
- Rolls-Royce plc, the jet engine
- R. Müller, Luftstrahltriebwerke Grundlage, Charakteristiken, Arbeitsverhalten

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 20 h
- Selbststudium: 60 h
- Projekt: 80 h
- Prüfungsvorbereitung: 20 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von max. 30min Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Darüber hinaus werden die Mitarbeit während des Projektes und die Präsentationen bewertet.

Notenbildung

Die Modulnote setzt sich zusammen aus der Note der mündlichen Prüfung und der Mitarbeit/Präsentation während des Projektes.

Lehrveranstaltungen

- 22527 – Design of a jet engine combustion chamber, Seminar/Projekt

4.15.10 Modul 7203 Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Dimosthenis Trimis

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Inhalt

Einführung und thermodynamische Grundlagen; PEM-Brennstoffzellen; Schmelzkarbonat Brennstoffzellen (MCFC); Festoxidbrennstoffzellen (SOFC); Brennstoffzellen für flüssige und feste Brennstoffe; Wasserstoff als Energieträger; Wasserstofferzeugung; Elektrolyse; Dampfreformierung; Partielle Oxidation; Reformierverfahren für flüssige Brennstoffe; Konvertierung/Reinigung von Kohlenmonoxid; Entschwefelung; Brennstoffzellensysteme: Peripheriekomponenten und Integration.

Lehrveranstaltungen

- 22508 – Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien

4.15.11 Modul 7205 Energietechnik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr.-Ing. Horst Büchner

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Energieverfahrenstechnik
- Verbrennungstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Der Hörer kennt die thermodynamischen Grundlagen und kann darauf aufbauend thermische Energieumwandlungsprozesse in Wärmekraftmaschinen und -anlagen quantitativ beschreiben und die Effizienz der Energieumwandlung zu berechnen. Darüber hinaus können die Studierenden das Erlernete auf Beispiel ausgewählter technischer Prozesse übertragen.

Inhalt

Die Vorlesung beginnt mit einer allgemeinen Übersicht über die wichtigsten wirtschaftlichen Gesichtspunkte und Kennzahlen thermischer Energietechnik am Beispiel Deutschland. Danach werden die thermodynamischen Grundlagen für das Verständnis von Wärmekraftmaschinen besprochen und bei ausgewählten Energieumwandlungsprozessen (Stirling-Motor, Gasturbine, Dampfkraftwerk, etc.) angewendet, um so Möglichkeiten zur Steigerung des thermischen und exergetischen Wirkungsgrades wie auch des Arbeitsverhältnisses anhand von Beispielen aufzuzeigen.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 – 25 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22511 – Energietechnik I

4.15.12 Modul 5215 Wirbelschichttechnik

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes Wintersemester

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Reinhard Rauch

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach

- Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie
- Energieverfahrenstechnik
- Gas-Partikel-Systeme

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Verständnis für Wirbelschichten, Design Berechnung und Auslegung von Wirbelschichten inkl. Gasverteiler, Vor- und Nachteile von Wirbelschichten und industrielle Anwendungen.

Inhalt

Grundlagen der Wirbelschicht, Erklärung von stationärer Wirbelschicht, zirkulierende Wirbelschicht und Zweibettwirbelschicht, Berechnung von Lockerungspunkt und Schwebegeschwindigkeit, Klassifikation von Partikeln, Design von Gasverteilerboden, theoretische Grundlagen von Blasenbildung in der Wirbelschicht, Wärmeübergang, Kaltmodelle und CFD Simulation zur Auslegung von Wirbelschichten, industrielle Beispiele von Wirbelschichten

Literatur

- Fluidized Beds, Jesse Zhu, Bo Leckner, Yi Cheng, and John R. Grace, Chapter 5 in Multiphase Flow Handbook. Sep 2005 , ISBN: 978-0-8493-1280-9, <https://doi.org/10.1201/9781420040470.ch5>
- Glicksman L.R., Hyre M., Woloshun K., "Simplified scaling relationships for fluidized beds" Powder Technology, 77, (1993)
- J. Werther, Fluidised-Bed Reactors, in Ullmanns Encyclopedia of industrial chemistry, http://dx.doi.org/10.1002/14356007.b04_239.pub2

Arbeitsaufwand

Präsenzzeit: 45 Stunden

Selbststudium 75 Stunden

Prüfungsvorbereitung und Prüfung: 60

Leistungsnachweis/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Vertiefungsfach: Energieverfahrenstechnik

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22303 – Wirbelschichttechnik, Vorlesung, 2 SWS

4.16 Fach 7500 Biopharmazeutische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Das Modul "Biopharmazeutische Aufarbeitsverfahren" muss bestanden sein.

Modul	Modul-Name / Titel der LV im Modul	Dozent	WS/SS	V + Ü	LP
1	Industrielle Prozesstechnologie, Formulierung und Darreichung biopharmazeutischer Wirkstoffe - Formulierung und Darreichung biopharmazeutischer Wirkstoffe - Industrielle Aspekte in der Bioprozesstechnologie	Hubbuch	SS	4 + 0	8
2	Industrielle Prozesstechnologie und Prozessmodellierung in der Aufarbeitung - Prozessmodellierung in der Aufarbeitung - Industrielle Aspekte in der Bioprozesstechnologie	Hubbuch	SS	4 + 0	8
3	Formulierung und Darreichung biopharmazeutischer Wirkstoffe	Hubbuch	SS	2 + 0	4
4	Prozessmodellierung in der Aufarbeitung	Franzreb	SS	2 + 0	4
5	Ersatz menschlicher Organe durch technische Systeme	Pylatiuk	SS	2 + 0	4
6	Grundlagen der Medizin für Ingenieure	Pylatiuk	WS	2 + 0	4
7	Bioelektrochemie und Biosensoren	Wörner	WS	2 + 0	4
8	Biomimetische Grenzflächen und Biokonjugation	Wörner	SS	2 + 0	4
9	BioMEMS I	Guber	WS	2 + 0	4
10	BioMEMS II	Guber	SS	2 + 0	4
11	BioMEMS III	Guber	SS	2 + 0	4
12	BioMEMS IV	Guber	SS	2 + 0	4
13	BioMEMS V	Guber	WS	2 + 0	4
14	Kommerzielle Biotechnologie	Mühlenbeck Kindervater	SS	2 + 0	4
15	Fest-Flüssig-Trennung	Anlauf	WS	3 + 1	8
16	Bioprozessentwicklung	Kopf	WS	2 + 0	4

Kombinationen:

- Modul 1 oder Modul 2 mit jeweils 2 weiteren Wahlmodulen (3 – 15) kombinieren
- Modul 3 nicht wählbar bei Wahl von Modul 1
- Modul 4 nicht wählbar bei Wahl von Modul 2

Prüfungsmodus:

Mündliche Prüfung der einzelnen Module

4.16.1 Modul 7303 Kommerzielle Biotechnologie

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Ralf Kindervater

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Technische Biologie
- Biopharmazeutische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig wissenschaftliche Ergebnisse in ein kommerzielles Umfeld in allen relevanten lebenswissenschaftlichen Industriesektoren zu übersetzen und geistiges Eigentum zu schützen. Sie können sowohl eine Management Rolle in einem großen industriellen Unternehmen einnehmen, als auch die Rolle eines Managers in einer Startup Firma. Sie können technische Entwicklungen bezogen auf den Innovationsgrad einordnen und Lücken in Wertschöpfungsketten identifizieren und schließen. Vorgegebene Firmenstrategien können analysiert und strategisch optimiert werden.

Inhalt

Blockveranstaltung mit Exkursion; Überblick Pharma-Industrie; biotechnologisch hergestellte Produkte in der Pharmaindustrie; Überblick Biotech-Industrie, mit Vergleich USA/EU/D; Finanzierung von Biotech-Unternehmen; Grundlagen der Lizenzierung am Beispiel eines Wirkstoffes; Vorbereitung und Durchführung einer Lizenzverhandlung. Überblick industrielle Biotechnologie; Biotechnologisch hergestellte Produkte der chemischen Industrie und deren Folgeprodukte, Erläuterung des Begriffes Bioökonomie und deren Konsequenzen für Wirtschaftssysteme. Definition des Begriffes Wertschöpfungskette. Erläuterung des Ablaufes einer Firmengründung. Vorstellung und strategische Analyse von 12 Biotech Firmen aus Baden-Württemberg. Vorstellung und Diskussion möglicher Berufswege als Bioverfahrenstechniker in den Branchen Pharma, Medizintechnik, Biotechnologie, chemische Industrie, Verbände, Ausbildung, Lehre und öffentliche Forschung.

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO Master Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik 2016.

Bei großer Teilnehmerzahl bzw. bei Prüfungen im Technischen Erfängzungsfach alternativ eine schriftliche Prüfung im Umfang von 60 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO Master Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik 2016.

Vertiefungsfach: Biopharmazeutische Verfahrenstechnik

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen bzw. mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22413 - Kommerzielle Biotechnologie

4.16.2 Modul 7501 Industrielle Prozesstechnologie, Formulierung und Darreichung biopharmazeutischer Produkte

Leistungspunkte: 8.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Jürgen Hubbuch

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

- Grundlagen; Wirkstoffentwicklung; LADME; Verabreichungsformen: Oral, Parenteral, Dermal, Nasal, Pulmonal.
- Angewandte Themen aus dem Feld der Bioprozesstechnologie.

Lehrveranstaltungen

- 22712 - Formulierung und Darreichung biopharmazeutischer Wirkstoffe
- 22710 - Industrielle Aspekte in der Bioprozesstechnologie

4.16.3 Modul 7502 Industrielle Prozesstechnologie und Prozessmodellierung in der Aufarbeitung

Leistungspunkte: 8.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Jürgen Hubbuch

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Angewandte Themen aus dem Feld der Bioprozesstechnologie.

Grundlagen und praktische Übungen zur Chromatografie-modellierung, Auslegung von 'Simulated Moving Bed (SMB)' -Systemen, Versuchsplanung (DOE).

Lehrveranstaltungen

- 22710 - Industrielle Aspekte in der Bioprozesstechnologie
- 22717 - Prozessmodellierung in der Bioproduktaufarbeitung

4.16.4 Modul 7503 Formulierung und Darreichung biopharmazeutischer Wirkstoffe

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Jürgen Hubbuch

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Inhalt

Grundlagen; Wirkstoffentwicklung; LADME; Verabreichungsformen: Oral, Parenteral, Dermal, Nasal, Pulmonal.

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22712 Formulierung und Darreichung biopharmazeutischer Wirkstoffe

4.16.5 Modul 7504 Prozessmodellierung in der Aufarbeitung

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Matthias Franzreb

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die für die Chromatografiemodellierung notwendigen Gleichgewichts- und Kinetikgleichungen darlegen und interpretieren. Sie können verdeutlichen welche Methoden zur Bestimmung der Gleichgewichts- und Kinetikparameter zum Einsatz kommen und diese an Beispielen erörtern. Sie verstehen die Funktionsweise komplexer Aufreinigungsverfahren wie „Simulated Moving Bed“ und können die Unterschiede zur klassischen Chromatografie beschreiben. Die Studierenden können unter Einsatz einer Modellierungssoftware praxisrelevante Chromatografieprozesse simulieren und die Ergebnisse analysieren. Auf dieser Grundlage können sie Prozessparameter optimieren und an verschiedene Zielgrößen wie Reinheit oder Ausbeute anpassen. Die Studierenden sind in der Lage die unterschiedlichen Verfahren zu beurteilen und die für eine vorgegebene Aufgabenstellung beste Variante auszuwählen.

Inhalt

Grundlagen und praktische Übungen zur Chromatografie-modellierung, Auslegung von ‚Simulated Moving Bed (SMB)‘ -Systemen, Versuchsplanung (DOE)

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30h
- Selbststudium: 60h
- Prüfungsvorbereitung: 30h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 20 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22717 - Prozessmodellierung in der Bioproduktaufarbeitung

4.16.6 Modul 7505 Ersatz menschlicher Organe durch technische Systeme

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. med. Christian Pylatiuk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zur Funktionsweise von Organunterstützungssystemen und deren Komponenten an. Die Entwicklungshistorie kann analysiert und Lösungen für die Limitationen aktueller Systeme gefunden werden. Die Möglichkeiten und Grenzen der Transplantation sind den Studierenden bekannt.

Inhalt

Einführung: Definition und Klassifikation, Organunterstützung und Organersatz. Spezielle Themen: Hörprothesen, Sehprothesen, Exoskelette, Neuroprothesen, Endoprothesen, Tissueengineering, Hämodialyse, Herz-Lungen-Maschine, Kunstherzen, Biomaterialien.

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 30 h
- Selbststudium: 30h
- Prüfungsvorbereitung: 60h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Lehrveranstaltungen

- 2106008 -Ersatz menschlicher Organe durch technische Systeme

4.16.7 Modul 7506 Grundlagen der Medizin für Ingenieure

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. med. Christian Pylatiuk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zur Funktionsweise und zum anatomischen Bau von Organen, die unterschiedlichen medizinischen Disziplinen zugeordnet sind. Weiterhin kennen sie technische Verfahren in der Diagnostik und Therapie, häufige Krankheitsbilder, deren Relevanz und Kostenfaktoren im Gesundheitswesen. Die Studierenden können in einer Art und Weise mit Ärzten kommunizieren, bei der sie Missverständnisse vermeiden und beidseitige Erwartungen realistischer einschätzen können.

Inhalt

Medizin und Paradigmenwechsel hin zu „Evidenzbasierte Medizin“ und „Personalisierte Medizin“. Spezielle Themen: Nervensystem, Reizleitung, Bewegungsapparat, Herz-Kreislaufsystem, Narkose, Schmerzen, Atmungssystem, Sinnesorgane, Gynäkologie, Verdauungsorgane, Chirurgie, Nephrologie, Orthopädie, Immunsystem, Genetik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine schriftliche Prüfung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 SPO.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der schriftlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 2105992 – Grundlagen der Medizin für Ingenieure

4.16.8 Modul 7507 BioMEMS I - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, WS

Modulverantwortlicher

Dr. med. Christian Pylatiuk

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Inhalt

Einführung in die verschiedenen mikrotechnischen Fertigungsverfahren; Biomaterialien, Sterilisationsverfahren; Mikrofluidik; Mikrotiter und Nanotiterplatten; Mikroanalysensysteme (μ TAS), Lab-on-Chip-Systeme.

Lehrveranstaltungen

- 2141864 - BioMEMS - Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin I

4.16.9 Modul 7508 BioMEMS II

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Andreas Guber

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Inhalt

Im Rahmen der Vorlesung werden zunächst auf die relevanten mikrotechnischen Fertigungsmethoden kurz umrissen und anschließend werden ausgewählte biomedizinische Anwendungen vorgestellt, da der zunehmende Einsatz von Mikrostrukturen und Mikrosystemen in den Life-Sciences und der Medizin zu verbesserten medizintechnischen Produkten, Instrumentarien sowie Operations- und Analysesystemen führt.

Einsatzbeispiele aus den Life-Sciences und der Medizin: Mikrofluidische Systeme:

- Lab-CD, Proteinkristallisation,
- Microarray, BioChips
- Tissue Engineering
- Biohybride Zell-Chip-Systeme
- Drug Delivery Systeme
- Mikroverfahrenstechnik, Mikroreaktoren
- Mikrofluidische Messzellen für FTIR-spektroskopische Untersuchungen
- in der Mikroverfahrenstechnik und in der Biologie
- Mikrosystemtechnik für Anästhesie, Intensivmedizin (Monitoring)
- und Infusionstherapie
- Atemgas-Analyse / Atemluft-Diagnostik
- Neurobionik / Neuroprothetik
- Nano-Chirurgie

Literatur/ Lernmaterialien

- Menz, W., Mohr, J., O. Paul: Mikrosystemtechnik für Ingenieure, VCH-Verlag, Weinheim, 2005
- Buess, G.: Operationslehre in der endoskopischen Chirurgie, Band I und II; Springer-Verlag, 1994
- M. Madou: Fundamentals of Microfabrication

Arbeitsaufwand

- Literaturarbeit: 20 h
- Präsenzzeit: 21 h
- Vor- und Nachbearbeitung: 50h
- Prüfungsvorbereitung: 30h

Lehrveranstaltungen

- 2142883 - BioMEMS-Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin II

4.16.10 Modul 7509 BioMEMS III

Leistungspunkte: 4.00 ECTS

Semesterwochenstunden: 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester

Modulturnus: jedes 2. Semester, SS

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Andreas Guber

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Inhalt

Einsatzbeispiele aus dem Bereich der diagnostischen und operativen Minimal Invasiven Therapie (MIT); Minimal Invasive Chirurgie (MIC); Neuroendoskopie; Interventionelle Kardiologie und Gefäßtherapie; NOTES (Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery); Operationsroboter und Endosysteme; Zulassung von Medizinprodukten (Medizinproduktgesetz).

Lehrveranstaltungen

- 2142879 - BioMEMS-Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin III

4.16.11 Modul 7510 BioMEMS IV

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Andreas Guber

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Lehrveranstaltungen

- 2141102 - BioMEMS-Mikrosystemtechnik für Life-Sciences und Medizin IV

4.16.12 Modul 7511 BioMEMS V

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Modulverantwortlicher

Prof. Dr. Andreas Guber

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Lehrveranstaltungen

- 2100001 – Neurovaskuläre Interventionen (BioMEMS V)

4.16.13 Modul 7706 Bioelektrochemie und Biosensoren

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Michael Wörner

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Biopharmazeutische Verfahrenstechnik
- Technische Biologie

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden sind fähig, Strategien zur Kopplung von Elektrochemie und Biotechnologie zu entwickeln und zu beurteilen, insbesondere für das Design von Biosensoren, für Anwendungen im Bereich der Energiewandlung/Energiespeicherung und der bioorganischen Wertstoffsynthese.

Inhalt

Elektrochemische Kinetik und Elektrochemische Techniken in der Bioanalytik;
Elektrochemische Prinzipien in der Biologie und biologische Aspekte der Elektrochemie;
Elektrochemie von Redoxenzymen; Biosensoren; Biobrennstoffzellen; Bioelektrosynthese;
Biologische Membranen und biomimetische Membransysteme; Photobioelektrochemie und biomimetische Photovoltaik;

Literatur/Lernmaterialien

- Electrochemistry: Principles, Methods, and Applications
- Christopher M.A. Brett, Oxford University Press;
- Bioelectrochemistry: Fundamentals, Experimental Techniques and Applications, Philip Bartlett, John Wiley & Sons
- Bioelectrochemistry, Encyclopedia of Electrochemistry, 11 Volume Set: Encyclopedia of Electrochemistry, Volume 9, Wiley-VCHVerlag GmbH

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 24 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 90 h

Vertiefungsfach: Biopharmazeutische Verfahrenstechnik

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung

Lehrveranstaltungen

- 22708 Bioelektrochemie und Biosensoren

4.16.14 Modul 7707 Biomimetische Grenzflächen und Biokonjugation

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, SS

Sprache: deutsch

Modulverantwortlicher

Dr. Michael Wörner

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht im Vertiefungsfach "Biopharmazeutische Verfahrenstechnik"

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, Strategien und geeignete Methoden zur Biokonjugation von Grenzflächen und Nanopartikeln für definierte Applikation in den Life Sciences zu entwickeln. Die Studierenden können Erkenntnisse aus der biologischen Forschung in technische Anwendungen umsetzen.

Inhalt

Design und Anwendungen von biomimetischen Membranen; Biokonjugation und Biofunktionalisierung von Grenzflächen; Techniken für die Charakterisierung von biomimetischen Systemen; Synthese, Stabilisierung und Biokonjugation von Nanopartikeln; Anwendung von biofunktionalisierten Nanopartikeln in den Life Sciences;

Literatur/Lernmaterialien

- Nanotechnologies for the Life Sciences, Vol. 1: Biofunctionalization of Nanomaterials, C. Kumar, Wiley-VCH Verlag GmbH;
- Chemistry of Bioconjugates (Synthesis, Characterization, and Biomedical Applications), R. Narain, John Wiley & Sons;

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 24 h
- Selbststudium: 45 h
- Prüfungsvorbereitung: 90 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22716 Biomimetik und Biokonjugation

4.16.15 Modul 6301 Fest Flüssig Trennung

Leistungspunkte: 8.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 4,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Dr.-Ing. Harald Anlauf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Biopharmazeutische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Ein Wahlpflichtfach wird für das Vertiefungsfach nicht gefordert.

Qualifikationsziele

Die Studierenden können die grundlegenden Gesetze und daraus folgende physikalischen Prinzipien der Abtrennung von Partikeln aus Flüssigkeiten anwenden und nicht nur den prinzipiell dafür geeigneten Trennapparaten zuordnen, sondern auch speziellen Varianten. Sie sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen Produkt-, Betriebs- und Konstruktionsparametern auf verschiedene Trenntechniken anzuwenden. Sie können Trennprobleme mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und alternative Lösungsvorschläge angeben.

Inhalt

Physikalische Grundlagen, Apparate, Anwendungen, Strategien; Charakterisierung von Partikelsystemen und Suspensionen; Vorbehandlungsmethoden zur Verbesserung der Trennbarkeit von Suspensionen; Grundlagen, Apparate und Anlagentechnik der statischen und zentrifugalen Sedimentation, Flotation, Tiefenfiltration, Querstrom-filtration, Kuchenbildenden Vakuum und Gasüberdruckfiltration, Filterzentrifugen und Pressfilter; Filtermedien; Auswahlkriterien und Dimensionierungsmethoden für trenntechnische Apparate und Maschinen; Kombinationsschaltungen; Rechenbeispiele zur Lösung trenntechnischer Aufgabenstellungen.

Literatur/Lernmaterialien

Anlauf: Skriptum "Mechanische Separationstechnik - Fest/Flüssig-Trennung"

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 H (Vorlesung 3 SWS, Übung 1SWS)
- Selbststudium: 80 h
- Prüfungsvorbereitung: 100 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von ca. 30 Minuten nach § 4 (2) Nr. 2 SPO.

Notenbildung

Die Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehrveranstaltungen

- 22987- Mechanische Separationstechnik, Vorlesung 3 SWS
- 22988 - Übung zu 22987, Übung 1 SWS

4.16.16 Modul 5220 Bioprozessentwicklung

Leistungspunkte: 4.00 ECTS **Semesterwochenstunden:** 2,0 Std.

Moduldauer: 1 Semester **Modulturnus:** jedes 2. Semester, WS

Sprache: Deutsch

Modulverantwortlicher

Prof. Michael-Helmut Kopf

Einordnung in Studiengang/ -fach

Wahlpflicht in den Vertiefungsfächern

- Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik
- Biopharmazeutische Verfahrenstechnik

Voraussetzungen/Empfehlungen

Keine

Qualifikationsziele

Die Studierenden:

- erhalten Kenntnis in Theorie und Anwendung von Prozesse und Techniken zur Entwicklung industrieller, bio-basierter Verfahren.
- erhalten Einsicht in den Ablauf der Entwicklung eines large-scale (zweistellige kt/a) industriellen Bioprozesses.
- lernen theoretisches Verständnis und praktische Anwendung (am relevanten Beispiel) zu kombinieren.
- verstehen die relevant einer techno-ökonomischen Bewertung als Basis der Entwicklung wettbewerbsfähiger Prozesse.

Inhalt

- Ablauf einer Prozessentwicklung (neuer / alternativer Prozess) hin zu einem bio-basierten Produktionsprozess:
Ideation, Basiskonzept, kritische Analyse, Entwicklungsstationen
- Value Proposition des neuen Produktes / Prozesses:
Qualität, Leistungsmerkmale, Preis, Eco-efficiency, Regionale Aspekte
- Kritische Aspekte im Entwicklungsprozess:
Rohstofffragen, "Design to Cost", Spezifikation & Leistung, Regulatorik Eco-efficiency (Rohstoff- u. Energieeffizienz)
- Vom Labor in die Produktion (Schwerpunkt der Vorlesung):
Phasen der Prozessentwicklung: Suchforschung, Proof of Principle, Proof of Concept, Scale-up, Apparatedesign, Anlagendesign, Produktion
- Competitor Intelligence:
Wettbewerber und deren Prozesse, alternative Produkte mit ähnlicher / gleicher Anwendung.
- Benchmarking als Entwicklungswerkzeug:
Cost Benchmarking (CoP) als Entwicklungswerkzeug zur Identifikation von Entwicklungspotenzialen.

- Produktionsszenarien:
Eigene Investition, Toller, Produktionspartner

Arbeitsaufwand

- Präsenzzeit: 60 h
- Selbststudium: 60 h
- Prüfungsvorbereitung: 60 h

Leistungsnachweise/Prüfungen

Erfolgskontrolle ist eine mündliche Prüfung im Umfang von 30 Minuten nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 SPO 2016.

Notenbildung

Modulnote ist die Note der mündlichen Prüfung.

Lehr- und Lernformen

- 22933 Bioprozessentwicklung