Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Modulhandbuch

für den Studiengang

Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien

(Prüfungsordnungsversion: 20232)

für das Wintersemester 2026/27

Inhaltsverzeichnis

Nachhaltigkeitsbewertung (42890) ... 7
Life Cycle Assessment (42895) ... 9
Projektierungskurs (94060) ... 11
Industriepraktikum (M.Sc. Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232) (1995) ... 12
Masterarbeit (M.Sc. Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232) (1999) ... 14
Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit
- Chemische Energiespeicherung (47810) ... 17
- Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen (47770) ... 19
- Energiewirtschaft und Umweltrecht (47790) ... 21
- Fuel cells and electrolysers (42918) ... 23
- Membranverfahren (45081) ... 25
- Regenerative Energien - Erzeugung, Integration, Speicherung (47761) ... 27
- Umweltverfahrenstechnik (94310) ... 29
- Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik (45310) ... 31
- Process simulation (42915) ... 33
- Process Technologies (94356) ... 35
- Electrochemical Process Engineering (97071) ... 37
- Characterization Techniques for Electrochemical Cells (46934) ... 39

Vertiefungsmodulgruppe Mechanische Verfahrenstechnik
- Mechanische Verfahrenstechnik (Vertiefung) (94440) ... 42

Wahlpflichtmodule mit Praktikum
- Rheologie / Rheometrie mit Praktikum (45230) ... 45
- Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization with laboratory course (45046) ... 48
- Fluid-Feststoff-Strömungen mit Praktikum (45341) ... 50
- Trocknungstechnik mit Praktikum (45336) ... 52
- Process control and plant safety with laboratory course (42901) ... 54

Wahlpflichtmodule
- Produktanalyse (45370) ... 57
- Rheologie / Rheometrie (45231) ... 59
- Polymer Science and Processing (45375) ... 62
- Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (45045) ... 64
- Fluid-Feststoff-Strömungen (45340) ... 66
- Nanotechnology of Disperse Systems (45350) ... 68
- Self-organisation processes (42936) ... 71
- Trocknungstechnik (45335) ... 73
- Process control and plant safety (42914) ... 75

Vertiefungsmodulgruppe Reaktionstechnik
- Reaktionstechnik (Vertiefung) (94390) ... 78

Wahlpflichtmodule mit Praktikum
- Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization with laboratory course (45046) ... 81
- Trocknungstechnik mit Praktikum (45336) ... 83
- Process control and plant safety with laboratory course (42901) ... 85

Wahlpflichtmodule
- Adsorption: Fundamentals and Applications (45035) ... 88
- Fuel cells and electrolysers (42918) ... 90

Polymer Science and Processing (45375)....92
Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (45045)....94
Self-organisation processes (42936)....96
Trocknungstechnik (45335)....98
Process simulation (42915)....100
Process control and plant safety (42914)....102
Process Technologies (94356)....104
Vertiefungsmodulgruppe Strömungsmechanik
Strömungsmechanik (Vertiefung) (94400)....107
Wahlpflichtmodule mit Praktikum
Rheologie / Rheometrie mit Praktikum (45230)....110
Fluid-Feststoff-Strömungen mit Praktikum (45341)....113
Process control and plant safety with laboratory course (42901)....115
Computational Fluid Dynamics 2 with laboratory course (45474)....117
Computational Fluid Dynamics 1 with laboratory course (45473)....119
Wahlpflichtmodule
Angewandte Thermofluiddynamik (43110)....123
Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) (45291)....125
Digitale Bildverarbeitung (45400)....128
Fluid-Feststoff-Strömungen (45340)....130
Partikelbasierte Strömungsmechanik (44790)....132
Rheologie / Rheometrie (45231)....134
Process control and plant safety (42914)....137
Turbulence I (45211)....139
Turbulence II (45221)....141
Computational Fluid Dynamics 1 (45471)....143
Computational Fluid Dynamics 2 (45472)....145
Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik
Technische Thermodynamik (Vertiefung) (94300)....148
Wahlpflichtmodule mit Praktikum
Clean combustion technology with laboratory course (42903)....152
Optical diagnostics in energy and process engineering with laboratory course (42950)....154
Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik mit Praktikum (44970)....156
Process control and plant safety with laboratory course (42901)....161
Wahlpflichtmodule
Clean combustion technology (42917)....164
Optical diagnostics in energy and process engineering (42935)....166
Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (44960)....168
Transportprozesse (43700)....172
Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) (45291)....174
Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik (45310)....177
Process control and plant safety (42914)....179
Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik
Thermische Verfahrenstechnik (Vertiefung) (94410)....182
Wahlpflichtmodule mit Praktikum
Hochdrucktrenntechnik mit Praktikum (45070)....185
Optical diagnostics in energy and process engineering with laboratory course (42950)....187

Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik mit Praktikum (44970) ... 189
Process control and plant safety with laboratory course (42901) ... 194
Wahlpflichtmodule
Adsorption: Fundamentals and Applications (45035) ... 197
Chemische Energiespeicherung (47810) ... 199
Hochdrucktrenntechnik (45071) ... 201
Membranverfahren (45081) ... 203
Optical diagnostics in energy and process engineering (42935) ... 205
Technische Chromatographie (92890) ... 207
Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (44960) ... 209
Process control and plant safety (42914) ... 213
Process Technologies (94356) ... 215
Vertiefungsmodulgruppe Simulation granularer und molekularer Systeme
Simulation granularer und molekularer Systeme (94280) ... 218
Wahlpflichtmodule mit Praktikum
Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (44660) ... 221
Process control and plant safety with laboratory course (42901) ... 223
Computational Fluid Dynamics 2 with laboratory course (45474) ... 225
Computational Fluid Dynamics 1 with laboratory course (45473) ... 227
Wahlpflichtmodule
Digitale Bildverarbeitung (45400) ... 231
Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (KI-ING) (44650) ... 233
Partikelbasierte Strömungsmechanik (44790) ... 235
Scannen und Drucken in 3D (46100) ... 237
Self-organisation processes (42936) ... 239
Transportprozesse (43700) ... 241
Process control and plant safety (42914) ... 243
Turbulence I (45211) ... 245
Turbulence II (45221) ... 247
Process simulation (42915) ... 249
Computational Fluid Dynamics 1 (45471) ... 251
Computational Fluid Dynamics 2 (45472) ... 253
Vertiefungsmodulgruppe Mechanische Verfahrenstechnik
Mechanische Verfahrenstechnik (Vertiefung) (94445) ... 256
Wahlpflichtmodule
Produktanalyse (45370) ... 259
Rheologie / Rheometrie (45231) ... 261
Polymer Science and Processing (45375) ... 264
Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (45045) ... 266
Fluid-Feststoff-Strömungen (45340) ... 268
Nanotechnology of Disperse Systems (45350) ... 270
Self-organisation processes (42936) ... 273
Trocknungstechnik (45335) ... 275
Process control and plant safety (42914) ... 277
Vertiefungsmodulgruppe Reaktionstechnik
Reaktionstechnik (Vertiefung) (94395) ... 280
Wahlpflichtmodule
Adsorption: Fundamentals and Applications (45035) ... 283
Fuel cells and electrolysers (42918) ... 285

Polymer Science and Processing (45375)....287
Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (45045)....289
Self-organisation processes (42936)....291
Trocknungstechnik (45335)....293
Process simulation (42915)....295
Process control and plant safety (42914)....297
Process Technologies (94356)....299
Vertiefungsmodulgruppe Strömungsmechanik
Strömungsmechanik (Vertiefung) (94405)....302
Wahlpflichtmodule
Angewandte Thermofluiddynamik (43110)....304
Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) (45291)....306
Digitale Bildverarbeitung (45400)....309
Fluid-Feststoff-Strömungen (45340)....311
Partikelbasierte Strömungsmechanik (44790)....313
Rheologie / Rheometrie (45231)....315
Process control and plant safety (42914)....318
Turbulence I (45211)....320
Turbulence II (45221)....322
Computational Fluid Dynamics 1 (45471)....324
Computational Fluid Dynamics 2 (45472)....326
Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik
Technische Thermodynamik (Vertiefung) (94305)....329
Wahlpflichtmodule
Clean combustion technology (42917)....332
Optical diagnostics in energy and process engineering (42935)....334
Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (44960)....336
Transportprozesse (43700)....340
Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) (45291)....342
Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik (45310)....345
Process control and plant safety (42914)....347
Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik
Thermische Verfahrenstechnik (Vertiefung) (94415)....350
Wahlpflichtmodule
Adsorption: Fundamentals and Applications (45035)....352
Chemische Energiespeicherung (47810)....354
Hochdrucktrenntechnik (45071)....356
Membranverfahren (45081)....358
Optical diagnostics in energy and process engineering (42935)....360
Technische Chromatographie (92890)....362
Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (44960)....364
Process control and plant safety (42914)....368
Process Technologies (94356)....370
Vertiefungsmodulgruppe Simulation granularer und molekularer Systeme
Simulation granularer und molekularer Systeme (94281)....373
Wahlpflichtmodule
Digitale Bildverarbeitung (45400)....376
Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (KI-ING) (44650)....378
Partikelbasierte Strömungsmechanik (44790)....380

Scannen und Drucken in 3D (46100)..... 382
Self-organisation processes (42936)..... 384
Transportprozesse (43700)..... 386
Process control and plant safety (42914)..... 388
Turbulence I (45211)..... 390
Turbulence II (45221)..... 392
Process simulation (42915)..... 394
Computational Fluid Dynamics 1 (45471)..... 396
Computational Fluid Dynamics 2 (45472)..... 398
Wahlmodul aus dem Angebot des Fachbereichs WiSo
BWL für Ingenieure (82570)..... 401
Current issues in sustainability management (86973)..... 403
Einführung in das Genossenschaftswesen (86600)..... 405
Kompetenzseminar zum Klimawandel: Grundlagen- und Kompetenzen erwerben zu Nachhaltigkeitsherausforderungen (85796)..... 406
Spezielle Soziologie (86710)..... 408
International vergleichende Sozialstrukturanalyse (86671)..... 410
Economy, organization and social inequality (86721)..... 412
Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit (85786)..... 414
Technological Impact Entrepreneurship for Sustainable Development (86942)..... 416

1	**Modulbezeichnung** 42890	**Nachhaltigkeitsbewertung** Sustainability evaluation	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Nachhaltige Chemische Technologien (Vertiefung CEN) (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Nachhaltige Chemische Technologien (Vertiefung CEN) (2 SWS) (SoSe 2026)	- -
3	Lehrende	Katrin Städtke Dr.-Ing. Marcus Fischer Prof. Dr. Martin Hartmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Hartmann
5	**Inhalt**	• Nachhaltigkeitsbegriff • Nachhaltigkeitsbewertung und Ökobilanz • Diskussion "nachhaltiger" Produkte • Grüne Chemie • Prozessintensivierung • Energie • Abfall und Recycling • EcoManagement und Umweltgesetzgebung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • verfügen über die Sachkompetenz zur Beurteilung von chemischen Prozessen im Hinblick auf die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit • kennen die Grundlagen und Erfordernisse einer Nachhaltigkeitsbilanz und sind in der Lage, eine Ökobilanz selbstständig durchzuführen • verstehen die Bedeutung der Rohstoffquellen sowie der Energie- und Abfallströme großtechnischer Prozesse für die Beurteilung der Nachhaltigkeit • diskutieren und beurteilen alternative Prozesskonzepte zur nachhaltigen Produktion von Grund- und Feinchemikalien • kennen die Grundlagen des nachhaltigen Produktdesigns sowie nachhaltigerer Geschäftsmodelle
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Klausur 120 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsunterlagen

1	**Modulbezeichnung** 42895	**Life Cycle Assessment** Life cycle assessment	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Nachhaltige Chemische Technologien (Vertiefung CEN) (5 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Marcus Fischer Prof. Dr. Martin Hartmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Hartmann
5	**Inhalt**	Anhand von ausgewählten Prozessbeispielen werden verschiedene Konzepte zur Beurteilung der Nachhaltigkeit angewendet. Die Studierenden erarbeiten in Kleingruppen verschiedene Synthesewege zur nachhaltigen Produktion einer organischen Verbindung im Vergleich zum etablierten Verfahren. Der Vergleich erfolgt im Hinblick auf Material- und Energieflüsse sowie der auftretenden Abfallströme. Abschließend werden eine Kostenanalyse sowie ein Life Cycle Inventory durchgeführt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können verschiedene Syntheserouten auf Basis der (Patent-)literatur für die Herstellung eines Zielproduktes selbständig erarbeiten • wenden Material- und Energiebilanzen, sowie Grundlagen der Kostenanalyse und des LCI/LCA auf ausgewählte Beispiele an • sind befähigt zur selbstständigen Vorstellung und Diskussion der bearbeiten Projekte und ihrer Ergebnisse
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Semesterbegleitende Präsentationen (3 x ca. 10 min) und schriftliche Ausarbeitung (ca. 15 Seiten) abhängig vom konkret vergebenen Thema.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Präsentationen 40 %, schriftliche Ausarbeitung 60 %
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Die Unterlagen werden im Rahmen des Seminars unter den Studierenden verteilt.

		Aktuelle Publikationen aus dem Bereich der Nachhaltigkeit.

1	**Modulbezeichnung** 94060	**Projektierungskurs** Project development course	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Sonstige Lehrveranstaltung: CBI Projektierungskurs Frühjahr (5 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marco Haumann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marco Haumann
5	**Inhalt**	• Projektierung einer Produktionsanlage • Aufteilung der Aufgabenstellung auf einzelne Gruppen • Eigenständige Bearbeitung eines Teilprojekts in einer Gruppe • Koordination innerhalb der Gruppe und mit anderen Gruppen • Vorstellung der Ergebnisse.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • können Aufgaben und Probleme bei der Projektierung einer Produktionsanlage analysieren • können verschiedene Lösungswege im Team entwickeln, miteinander vergleichen und evaluieren • können eigenständig Lösungen für die Anlage erschaffen und ausarbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Seminarleistung, Entwurf einer Produktionsanlage in Kleingruppen (ca. 20 Seiten), Diskussion der Ergebnisse
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (bestanden/nicht bestanden) SL: 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 1995	**Industriepraktikum (M.Sc. Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232)** Industrial internship	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Alexander Ditter
5	**Inhalt**	Bei der Durchführung der berufspraktischen Tätigkeit soll ein Überblick über die verschiedenen Tätigkeiten in einer Firma durch Mitarbeit in Arbeits- bzw. Projektgruppen verschafft werden. Darüber hinaus sollen spezielle Fertigkeiten von Ingenieuren, ausgehend vom bereits im Studium erworbenen Wissen, erworben werden. Als Basis hierzu sollen die im Bachelorstudium erworbenen Fach- und Methodenkompetenzen umgesetzt werden. Wünschenswerte Tätigkeitsbereiche sind z.B. Chemische Produktion, Umweltschutz, Mess- und Regelungstechnik, Anlagenplanung, Konstruktion.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • kennen typische Aufgabenstellungen in der chemischen, verfahrenstechnischen oder verwandten Industrie • kennen und nachvollziehen die Organisation und die soziale Struktur eines Industriebetriebes • erkennen die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Bereichen eines Unternehmens • setzen das bisher im Studium vermittelte Fachwissen in der industriellen Praxis um • reflektieren die Auswirkung ihres Handelns auf das Ergebnis der ihnen anvertrauten Aufgaben • analysieren die in der Industrie notwendigen Kenntnisse im Vergleich zu den Inhalten des eigenen Studiums
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Praktikumszeugnis und Selbstreflexion (Bericht max. 2 Seiten über die im Praktikum erworbenen Kompetenzen) zur Abgabe im CBI-Praktikumsamt
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Studienleistung, Praktikumszeugnis 100% der Modulleistung

12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 12 Wochen Vollzeit Eigenstudium: -
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 1999	**Masterarbeit (M.Sc. Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232)** Master's thesis	**30 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Engel
5	**Inhalt**	Selbständige Bearbeitung einer wissenschaftlichen Aufgabenstellung aus einem der folgenden Wissenschaftsschwerpunkte am Department Chemie- und Bioingenieurwesen: • Neue Materialien und Prozesse | New Materials and Processes • Prozesse der Energietechnik | Energy Technologies • Partikeltechnologie | Particle Technologies • Funktionale Grenzflächen | Interface Science and Technology • Biotechnologie | Biotechnology • Optische Technologien | Optical Technologies
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können eine wissenschaftliche Fragestellung aus einem ausgewählten Bereich des Chemie- und Bioingenieurwesens innerhalb einer vorgegebenen Frist selbständig bearbeiten • entwickeln eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher Probleme • gehen in vertiefter und kritischer Weise mit Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen des Faches um und reflektieren diese • können geeignete wissenschaftliche Methoden weitgehend selbständig anwenden und weiterentwickeln – auch in neuen und unvertrauten sowie fachübergreifenden Kontexten – sowie die Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form darstellen • können fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten • erweitern ihre Planungs- und Strukturierungsfähigkeit in der Umsetzung eines thematischen Projektes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzung für die Masterarbeit ist der Erwerb von 90 ECTS-Punkten im Masterstudium.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (6 Monate) mündlich (30 Minuten) Die Masterarbeit und deren Ergebnisse sind im Rahmen eines Kolloquiums bzw. eines Vortrags im Umfang von max. 30 Minuten mit anschließender Diskussion vorzustellen. Die Masterarbeit wird mit 27 ECTS-Punkten, das Kolloquium mit 3 ECTS-Punkten veranschlagt.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (90%) mündlich (10%) PL (MA) und PL (Vortrag, 20-30 min. und Diskussion) (90 % + 10 %)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: Präsenzzeit + Eigenstudium 900 h Eigenstudium: Präsenzzeit + Eigenstudium 900 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
17	**Literaturhinweise**	Abhängig vom Thema der Masterarbeit

Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit

1	**Modulbezeichnung** 47810	**Chemische Energiespeicherung** Energy storage chemical	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Chemische Energiespeicherung (2 SWS) Übung: Übung zur Chemischen Energiespeicherung (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Detlef Freitag Jincheng Xu	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Detlef Freitag
5	**Inhalt**	Inhaltliche Schwerpunktthemen: • Thermodynamische Grundlagen chemischer Energiespeicherung • Überblick über Energiespeichertechnologien (auch nicht chemisch) • Biogene Energieträger • Elektrochemische Grundlagen und Anwendungen für elektrochemische Energiespeicherung • Wasserstoffspeichertechnologien (Kompression, Verflüssigung, Adsorption) • Wasserstoffspeicherung durch chemische Bindung an Trägerstoff • Energiespeicherung durch Erzeugung von Brennstoffen • Wärmespeicherung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verfügen über vertiefte Fach- und Methodenkompetenzen im Bereich der chemischen Energiespeicherung • sind mit den neusten Entwicklungen auf dem Gebiet der chemischen Energiespeicherung vertraut • können unterschiedliche Energiespeicher- und Energietransportkonzepte im Sinne einer Prozesskettenanalyse und unter Betrachtung der verfahrenstechnischen Aspekte miteinander vergleichen und bewerten • sind zur Beurteilung und Diskussion thermodynamischer und kinetischer Aspekte chemischer Energiespeicherkonzepte befähigt • sind in der Lage Potentiale, Energiedichten und Wirkungsgrade neuer Speichertechnologien und ansätze zu ermitteln • sind mit der interdisziplinären Arbeitsweise an der Schnittstelle von Ingenieurswissenschaften und Chemie vertraut • sind zum Einstig in die industrielle Forschung und Entwicklung auf einem der aktuellsten Themengebieten im Bereich der Energiewende" befähigt
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (120 Minuten) Klausur (120 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Huggins, R.A., Energy Storage, Springer, 2010

1	**Modulbezeichnung** 47770	**Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen** Energetic use of biomass and waste	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vorlesung Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen (2 SWS) Übung: Seminar Energetischen Nutzung von Biomasse und Reststoffen (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Sabine Reiß Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl Maximilian Weitzer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Moduls werden die Möglichkeiten und Rahmenbedingungen für die energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen behandelt. Zuerst werden Konzepte zur Nutzung biogener Stoffe und zur Entsorgung von Reststoffen vorgestellt. Neben konventionellen Nutzungskonzepten für die Wärme- und Stromerzeugung werden auch innovative Konzepte wie Vergärung, Pyrolyse und Vergasung, die Herstellung von Treibstoffen und die Anwendung neuer Technologien wie Brennstoffzelle, ORC-Prozess und Stirlingmotor behandelt: Teil 1 - Einführung Teil 2 - Wärmeerzeugung aus biogenen Brennstoffen Teil 3 - Stromerzeugung mit Verbrennungsanlagen Teil 4 - Stromerzeugung mit Vergärung Teil 5 - Stromerzeugung mit thermischer Vergasung Im weiteren Verlauf des Moduls werden die verfahrenstechnischen Grundlagen dieser Konzepte behandelt. Dabei stehen vor allem technologische Probleme bei Verbrennung und Vergasung verschiedenster Brennstoffe und die Brennstofflogistik im Vordergrund: Teil 6 - Verbrennung von Biomasse Teil 7 - Vergasung von Biomasse Teil 8 - Herstellung von Treibstoffen aus Biomasse Parallel dazu werden die Planung und die Wirtschaftlichkeit von Anlagen für die Nutzung von Biomasse thematisiert. Das Ziel ist die Durchführung und Präsentation einer Vorstudie (Grundlagenermittlung und Vorstudie) für ein selbst gewähltes Beispiel.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren und bewerten aktuelle Technologien und Konzepte zur Nutzung von Biomasse • wenden die Grundlagen zur Planung von Biomasseversorgungsanlagen an • präsentieren überzeugend die Planungsergebnisse und regen die Zuhörer zur Diskussion an
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Mündliche Prüfung ca. 30 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Karl, Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg Verlag Kaltschmitt, Energie aus Biomasse, Springer Verlag

1	**Modulbezeichnung** 47790	**Energiewirtschaft und Umweltrecht** Energy management and environmental law	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Vorlesung Energiewirtschaft und Umweltrecht (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS
3	Lehrende	Hannah Cortnum Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Moduls werden aktuelle Problemstellungen der Energiewirtschaft und der Umweltgesetzgebung behandelt. Insbesondere werden im ersten Teil die Kosten verschiedener Konzepte und Technologien zur Energieversorgung verglichen und diskutiert: Teil 1: Energieversorgung des 21. Jahrhunderts Grundlagen der konventionellen Strom- und Wärmeerzeugung Wirtschaftliche Rahmenbedingungen der Energiewandlung Finanzierungsmodelle für die Energiewirtschaft Der zweite Teil befasst sich mit den gesetzlichen Rahmenbedingungen der Energiewirtschaft: Teil 2: Gesetzliche Rahmenbedingungen Umweltrechtliche Rahmenbedingungen (Bundesimmissionsschutzgesetze und Verordnungen, TA Luft, Emissionshandel, Energieeinsparverordnung, Umweltverträglichkeitsprüfung) Förderpolitische Maßnahmen (EEG, KWK-Gesetz, Ökosteuer, Energiewirtschaftsgesetz) Richtlinien zum Netzbetrieb (DVGW-Richtlinien, Einspeiseverordnung, Verbändevereinbarung) Im dritten Teil werden Szenarien für eine künftige Energiewirtschaft diskutiert: Teil 3 Szenarien für die künftige Energieversorgung Netze und Versorgungssicherheit Speichertechnologien Virtuelle Kraftwerke Darüber hinaus wird eine dynamische Wirtschaftlichkeitsrechnung (Liquiditätsplanung) für eine Energieversorgungsanlage anhand eines selbstgewählten Beispiels durchgeführt und präsentiert. Zudem wird anhand konkreter Aufgabenstellungen mit Gesetzestexten (z.B. Ermittlung von Emissionsgrenzwerten) geübt. Die Studierenden erlernen die wirtschaftliche Beurteilung verschiedener Optionen zur Energieversorgung und den Umgang mit den für die Energiewirtschaft relevanten Gesetzestexten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können verschiedene Optionen zur Energieversorgung wirtschaftlich beurteilen • können mit den für die Energiewirtschaft relevanten Gesetzestexten umgehen • können unterschiedliche Szenarien für die künftige Energieversorgung erläutern

		• können eine dynamische Wirtschaftlichkeitsrechnung selbständig durchführen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten) Klausur (120 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 42918	**Fuel cells and electrolysers**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fuel cells and electrolysers (2 SWS) Übung: Fuel cells and electrolysers (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Simon Thiele	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Simon Thiele
5	**Inhalt**	Fuel cell (FC) and electrolysis cell (ECs) • Application areas • Thermodynamic boundary conditions • Electrochemical basics • Kinetics • Transport processes • State of the art • Characterisation techniques • Open questions and scientific challenges
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • are able to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry • understand kinetics to describe the time dependent concentration changes in chemical reactions • apply basic knowledge in thermodynamics and general chemistry • are familiar with basic concepts of electrochemical engineering for fuel cells and electrolysers • can describe thermodynamics, kinetic effects and electrochemical foundations • understand limitations such as kinetic, ohmic or mass transport limitions • have a solid knowledge on the state of the art • know how to experimentally characterize cells • are able to deduce methods to improve cell technologies by analyzing experimental data
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	To succeed in this course, students will need to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry. Understanding of kinetics to describe the time dependent concentration changes in chemical reactions should be familiar from physical chemistry classes. Basic knowledge in thermodynamics and general chemistry is beneficial.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) written exam (120 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• O'hayre, Ryan; Cha, Suk-Won; Prinz, Fritz B.; Colella, Whitney (2016): Fuel cell fundamentals: John Wiley & Sons.

1	**Modulbezeichnung** 45081	**Membranverfahren** Membrane processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Membranverfahren/Membrane Separation Technologies (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Membranverfahren/Membrane Separation Technologies (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Jan-Christoph Keune Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit
5	**Inhalt**	Membranverfahren finden vielfältige Anwendung in der chemischen, biotechnologischen und medizinischen Technik, wie z.B. in der Meerwasserentsalzung und Abwasseraufbereitung, für die Trennung organischer Stoffgemische und Produktion von Spezialchemikalien, bei der Aufbereitung von Gemischen aus biotechnologischen Produktionen oder der therapeutischen Blutreinigung. Membranverfahren zeichnen sich dabei durch hohe Leistungsfähigkeit, Selektivität und Zuverlässigkeit aus. Daneben sind sie in hohem Maße "kompatibel" zu anderen Trenn- und Reaktionsprozessen, so dass sie gezielt zu deren Intensivierung in hybriden und reaktiven Trennverfahren eingesetzt werden können. In Rahmen des Moduls werden die technisch relevanten Membrantrennverfahren Umkehrosmose, Nanofiltration, Ultrafiltration, Mikrofiltration, Dialyse, Pervaporation, Gas-Trennung und Elektrodialyse behandelt sowie neuere Entwicklungen vorgestellt. Die Membranverfahren werden ausgehend von ihren physikalisch-chemischen Grundlagen bis hin zur Auslegung technischer Prozesslösungen besprochen, sowie technisch bereits realisierte Verfahren analysiert. Neben typischen Anwendungen wie z.B. der Wasseraufbereitung werden vorwiegend technische Membranverfahren für chemische und biotechnologische Anwendungen vorgestellt. Es wird dabei die Fähigkeit vermittelt, für gegebene Problemstellungen geeignete Verfahrenslösungen auszuwählen, optimierte Prozessparameter für verschiedene Apparate und Stoffsysteme abzuleiten, sowie eine Bewertung hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit vorzunehmen. Gliederung: 1. Einführung 2. Mikrofiltration 3. Ultrafiltration 4. Nanofiltration 5. Umkehrosmose 6. Dialyse und künstliche Niere 7. Pervaporation 8. Gaspermeation 9. Elektrodialyse 10. Donnan-Dialyse 11. Aktuelle Forschungsgebiete

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen und verstehen die technisch relevanten Membranverfahren und ihre Anwendungsgebiete, • verstehen die Zusammenhänge zwischen physikalischen Vorgängen und Prozess-Performance, • kennen Messmethoden für wesentliche physiko-chemische Parameter und können sie problemabhängig auswählen, • können selbstständig einfache Prozessmodelle erstellen und lösen, • sind in der Lage, geeignete Verfahrenslösungen auszuwählen, konzeptionell zu entwickeln, auszulegen und ihre Wirtschaftlichkeit zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in thermischen Trennverfahren, Bioseparations oder Downstream Processing
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Weiterführende Literatur bspw.: • R.W. Baker, Membrane Technology and Applications, Wiley, 2004 (besonders empfohlen) • T. Melin, R. Rautenbach, Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, Springer, 2007

1	**Modulbezeichnung** 47761	**Regenerative Energien - Erzeugung, Integration, Speicherung** Renewable energies - generation, integration, storage	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Regenerative Energien - Erzeugung, Integration, Speicherung (2 SWS) (WiSe 2026)	-
3	Lehrende	Nora Elhaus Maximilian Weitzer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Moduls werden aktuelle Problemstellungen der Integration und Transformation von Energiesystemen mit regenerativen Energien behandelt. Insbesondere werden Anlagentechnik, Speicher und Netzintegration vorgestellt und Ressourcenbewertungs- , Projektionsverfahren und Szenarioergebnisse verglichen und diskutiert: • Grundlagen der Ressourcenbewertung • Grundlagen von Prognose- und Projektionsverfahren • Photovoltaik, Anlagentechnik und Netzintegration • Windkraft, Anlagentechnik und Netzintegration • Regenerative Wärme: Anlagentechnik Geothermie / Biomasse • Grundlagen und Anlagentechnik von Energiespeichern • Netzintegration und Regelenergie mit EE • Integration und Transformation von Energiesystemen (Prof. Sterner) Darüber hinaus wird ein Szenario zur Integration erneuerbarer Energieressourcen erstellt. Die theoretischen Inhalte zur Ressourcenbewertung, Anlagentechnik, Speichern und Systemintegration werden dabei an praktischen Beispielen angewandt und zu einem Systemmodell mit Hilfe der Software Simile zusammengebaut. Die Ergebnisse der Szenariorechnungen werden von den Studierenden im Rahmen einer abschließenden Posterpräsentation vorgestellt und mit den Dozenten diskutiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlernen die Ressourcenbewertung, Anlagentechnik und Netzintegration von verschiedener reg. Energieträgern und Speichern. Sie lernen Projektionsverfahren zur Integration und Transformation von Energiesystemen kennen, wenden diese zur Modellerstellung und damit direkten praktischen Kompetenzerwerb selbstständig an und diskutieren und bewerten Prognoseergebnisse kritisch.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (60 Minuten) Klausur (90 Min)

11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Karl; Dezentrale Energiesysteme; Oldenbourg-Verlag • Sterner, Stadler; Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration; Springer Verlag • Quaschning; Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung Simulation; Carl Hanser Verlag

1	**Modulbezeichnung** 94310	**Umweltverfahrenstechnik** Environmental process engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Umweltverfahrenstechnik (2 SWS) Übung: Übung zur Umweltverfahrenstechnik (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Detlef Freitag Jens Dümler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Thommes
5	**Inhalt**	Gesetzliche Grundlagen, Partikelabtrennung (Zyklon, Filter,Wäscher), Partikelmesstechnik, Gasförmige Schadstoffe: Zusammensetzung und Entfernung, Absorption, Adsorption, Ionenaustausch, Membranverfahren, reaktive Verfahren (Verbrennung), Kraftwerksabgase, Wasserreinhaltung: Art der Verunreinigungen, Grenzwerte, Abtrennung (Adsorptions- und Membranverfahren)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen gesetzliche Grundlagen des Umweltschutzes • kennen gängige Verfahren der Abtrennung gasförmiger und fester Schadstoffe • verstehen die thermodynamischen und mechanistischen Grundlagen der Verfahren • können für gegebene Probleme passende Verfahren auswählen und anwenden • kennen Apparate für die Trennverfahren • können diese Apparate dimensionieren • kennen reaktive Verfahren zur Schadstoffminderung und zugehörige Apparate • bewerten die Verfahren und Apparate bezüglich Energieeffizienz und Prozessintegration • kennen Messverfahren für partikuläre Verunreinigungen • können diese Messverfahren bezüglich Anwendungsgrenzen und möglicher Analysenfehler bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) Klausur, 120 Min.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 45310	**Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik** Thermal power plants and power plant technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik (1 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik (2 SWS) (WiSe 2026)	2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl Constantin Heim	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	1. Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen der Stromerzeugung 2. Thermodynamische Grundlagen der Kraftwerkstechnik • Dampfkraftprozesse, • Gasturbinenprozesse • Gasmotorenprozesse • Kombiprozesse 4. Kohlekraftwerke mit Carbon Capture and Sequestration (CCS) 5. Dampfkraftprozesse für Erneuerbare Energien 6. Kernkraftwerke 7. Organic Rankine Cycles für die Abwärmenutzung 8. Gasturbinen- und hocheffiziente GUD-Kraftwerke 9. Stationäre Gasmotoren für die Kraft-Wärme-Kopplung 10. Carnot-Batterien Zur Vorlesung gehört eine Übung, in der mit der Programmiersprache Python einfache Kraftwerksprozesse programmiert werden • Solarthermische Kraftwerke • Geothermische Kraftwerke • Biomasse-Kraftwerke
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen Technologien und Komponenten der Kraftwerkstechnik • haben einen grundlegenden Überblick über energiewirtschaftliche Fragen der Kraftwerkstechnik • analysieren Energieumwandlungsprozesse zur Erzeugung von elektrischer Energie in thermischen Kraftwerken • können technische Realisierung von Kraftwerken nachvollziehen und Vorschläge zur Optimierung erarbeiten und bewerten • wenden thermodynamische Prinzipien zur Prozessoptimierung an und können diese Methoden zur Prozessoptimierung weiterentwickeln • können thermodynamische Kreisprozesse mit der Programiersprache Python berechnen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfehlung: Vorlesung Technische Thermodynamik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Klausur, Dauer: 60 Min.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	J. Karl, Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg Verlag K. Strauß, Kraftwerkstechnik, Springer Verlag H. Effenberger, Dampferzeugung, Springer-Verlag H. Spliethoff, Power genration from Solid Fuels, Springer-Verlag J. Karl, Klimawende, neobooks

1	**Modulbezeichnung** 42915	**Process simulation**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Process Simulation (Tutorial) (1 SWS) Vorlesung: Process Simulation (2 SWS) Übung: Process Simulation (Exercise) (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold
5	**Inhalt**	Content: • Introduction to industrial process development • Aspects of process intensification • Introduction to the Aspen Plus simulator for process simulation • Equipment modeling: chem. reactors (detailed), separators, heat exchangers, mixers, pumps, compressors • recirculation, separation sequences, interconnection to the overall process • Short-cut methods for single apparatuses and for process synthesis • Flow sheet simulation of selected sample processes in Aspen Plus • Heat integration (pinch analysis) • Economic feasibility studies: Cost structure, cost models, plant capacity utilization, economic measures of quality.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students: • are familiar with the systematic approach to conceptual process design • are familiar with the individual steps of modeling chemical reactors, separators, heat exchangers, mixers, pumps and compressors • are able to independently carry out the modeling and simulation of chemical engineering processes using industry-relevant commercial simulation tools (in particular Aspen Plus) • are able to practically apply and expand their basic knowledge of reaction engineering and thermal process engineering in the simulation of process engineering processes • are able to classify different models of basic operations and assess the scope of application • are capable of comparing different process variants • are able to apply the acquired knowledge practically on the basis of selected examples, taking into account economic aspects (cost structure, cost models, plant capacity utilization, economic measures of quality)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) Klausur/written exam (120 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Bearns, Behr, Brehm, Gmehling, Hofmann, Onken, Renken: Technische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim, 2006. • Biegler, Grossmann, Westerberg: Systematic Methods of Chemical Process

1	**Modulbezeichnung** 94356	**Process Technologies** Process technologies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Process Technologies (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Process Technologies Exercises (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold
5	**Inhalt**	The Module "Process Technologies gives an overview on important processes in the chemical process industries. The processes are treated in a holistic approach and the interaction of individual process steps and their feedback to the overall process are discussed in more detail. In particular, the relationship between the physical/chemical basics of the processes, process development and process design are discussed. The presented processes are selected based on their importance in the fields of raw materials, intermediates and consumer products of the chemical process industries. In the sense of process engineering, apart from the reaction steps, the separation operations are also part of the considerations. The evaluation of the methods with regard to their cost-effectiveness and sustainability complete the description of the processes. In detail, the following aspects are treated: • Raw materials (crude oil, fuels, natural gas, technical gases) • Organic base chemicals (syngas, alkanes, alkenes, aromatics) • Organic intermediates (C1-C4 alcohols, cyclic alcohols, ether, epoxides, organic acids) • Renewable raw materials • Organic end products (surfactants, pigments, polymers) • Inorganic base chemicals and intermediates (sulfuric acid, ammonia, sodium hydroxide) • Inorganic end products (fertilizers, ceramics, glass) • Process development (technologies, economic evaluation)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • know the important processes in the chemical process industries • describe the interaction of individual process steps and their feedback to the overall process • discuss the relationship between the physical/chemical basics of the processes, process development and process design • evaluate the processes und methods with regard to their cost-effectiveness and sustainability
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

		Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Textbooks and compendia on Technical Chemistry, e.g. • Baerns, et al., Technische Chemie, Wiley-VCH • Jess, Wasserscheid, Chemical Technology, Wiley-VCH • Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry

1	**Modulbezeichnung** 97071	**Electrochemical Process Engineering**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Electrochemical Process Engineering (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Exercise to Electrochemical Process Engineering (2 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Roswitha Zeis Simon Scherer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Roswitha Zeis
5	**Inhalt**	Following topics are discussed: - Fundamentals of electrochemistry,thermodynamics, and interfaces - Ionic conductivity - Electrolytes - Supercapacitors - Chlor-alkali electrolysis - Aluminum production - Water electrolysis
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Participating students learn the fundamentals ofelectrochemistry, the relevant components of electrochemical cells, and theadvantages of electrochemical processes. Through a wide range of examples fromthe fields of manufacturing and energy storage, students gain an understanding ofthe diverse opportunities and challenges associated with electrochemicalprocesses and how to address them.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	It is recommended that the following modules becompleted before taking this module: • Chemistry for Fuel Cells, Batteries, andElectrolyzers (46937)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 46934	**Characterization Techniques for Electrochemical Cells**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Characterization Techniques for Electrochemical Cells (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Exercise to Characterization Techniques for Electrochemical Cells (2 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Roswitha Zeis Simon Scherer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Roswitha Zeis
5	**Inhalt**	Following topics are discussed: · Fundamentals of electrochemistry,thermodynamics, and interfaces · Polarization/discharge curves · Electrochemical impedancespectroscopy · Cyclic voltammetry · 2D/3D imaging techniques · Elemental and structural analysis · Surface-sensitive methods
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Participating students learn about state-of-the-artanalysis methods used to characterize electrochemical energy storage systemsand energy converters. After completing the course, students will be able to selectthe appropriate tool for solving analytical problems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	It is recommended that the following modules becompleted before taking this module: • Chemistry for Fuel Cells, Batteries, and Electrolyzers(46937)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	

16	**Literaturhinweise**	

Vertiefungsmodulgruppe Mechanische Verfahrenstechnik

1	**Modulbezeichnung** 94440	**Mechanische Verfahrenstechnik (Vertiefung)** Focus module: Mechanical process engineering	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Product Engineering (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Product Engineering (3 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Praktikum in Product Engineering (3 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Praktikum in Product Engineering (3 SWS) (WiSe 2026) Tutorium: Tutorium zu Product Engineering (1 SWS) (SoSe 2026)	- 7,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS -
3	Lehrende	Maximilian Bork PD Dr. Jochen Schmidt Dr. Cornelia Damm	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Jochen Schmidt
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Moduls werden die Grundlagen der Produktgestaltung behandelt. Ausgehend von der Eigenschaftsfunktion (Zusammenhang zwischen Anwendungs- bzw. Endprodukteigenschaften und den dispersen Eigenschaften) werden Möglichkeiten zur Steuerung der Produkteigenschaften vorgestellt und an exemplarischen Prozessen vertieft. Neben der Partikelproduktion (u.a. Gasphasensynthese, Fällung, Zerkleinern) werden Fragen der Formulierung (z.B. Beschichtungen) behandelt. Ein Schwerpunkt liegt auf der Gestaltung nanoskaliger Produkte. Hier gelingt die Einstellung makroskopischer Produkteigenschaften nur durch die mikroskopische Steuerung der Grenzflächen. Als Simulationswerkzeuge werden Populationsbilanzen eingeführt. Es werden Beispiele aus der chemisch-pharmazeutischen Technologie, den Materialwissenschaften und der Medizintechnik behandelt. Das Modul richtet sich daher sowohl an Bio- und Chemieingenieure als auch Materialwissenschaftler, Pharmazeutische Technologen und Naturwissenschaftler. Wir fördern Teamfähigkeit und Präsentationstechniken durch die selbstständige Erarbeitung spezieller Beispiele in kleinen Gruppen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen den Zusammenhang zwischen Anwendungs- bzw. Endprodukteigenschaften und den dispersen Eigenschaften • setzen Möglichkeiten zur Steuerung der Produkteigenschaften an exemplarischen Prozessen um • lernen Partikelproduktion und Formulierungen, insbesondere die Gestaltung nanoskaliger Produkte • lernen die physikalischen Grundprinzipen zur Einstellung der dispersen Größen und deren Umsetzung in technischen Apparaten

		• wenden die Inhalte mit Beispielen aus der chemisch-pharmazeutischen Technologie, den Materialwissenschaften und der Medizintechnik an
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Mechanische Verfahrenstechnik Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung • Mündliche Prüfung 30 min • Studienleistung: Praktikumsleistung, bestehend aus 3 Laborexprimenten in einer Praktikumsgruppe, jeweils mit Antestat (mündlich, ca. 10 Min) und einer schriftlichen Versuchsauswertung (5-10 Seiten) pro Versuch und Gruppe
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird in der Vorlesung ausgegeben

Wahlpflichtmodule mit Praktikum

1	**Modulbezeichnung** 45230	**Rheologie / Rheometrie mit Praktikum** Rheology/Rheometry (with laboratory)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rheologie/Rheometrie - Übung (1 SWS) Praktikum: Rheologie/Rheometrie - Praktikum (3 SWS) Vorlesung: Rheologie/Rheometrie (2 SWS)	- 2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Wierschem	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Wierschem
5	**Inhalt**	Rheologie beschäftigt sich mit dem Verformungs- und Fließverhalten von Stoffen. Sie konzentriert sich vor allem auf das Materialverhalten komplexer Materie. Dazu gehören nahezu alle Materialien biologischen Ursprungs wie Zellen, Gewebe, Körperflüssigkeiten, Biopolymere und Proteine aber auch die meisten chemischen Systeme wie allgemein Polymerschmelzen und lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Schäume oder Gele. Bei der Entwicklung ingenieurwissenschaftlicher Lösungen sind diese Kenntnisse bzw. deren messtechnische Erfassung von entscheidender Bedeutung. Dies beinhaltet die Bestimmung rheologischer Eigenschaften neuer Materialien aber auch biologischer Systeme, deren Veränderungen bei Krankheiten bzw. deren medikamentöser Behandlung. Es ist unerlässlich bei der Auslegung verfahrenstechnischer Anlagen (z.B. Druckverlust, Auswahl eines Rührorgans, Pumpen, Belastungsgrenzen von Zellen z.B. bei 3D-Druck oder in Bioreaktoren, etc.), der Prozesskontrolle (z.B. beim Drucken, Beschichten, Lackieren, Sprühen, Extrudieren, Etikettieren) bis hin zu den Qualitätsanforderungen des Produkts (Lebensmitteln, Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmitteln, etc.). Im Rahmen des Moduls Rheologie/Rheometrie werden die Fließ- und Deformationseigenschaften bei konstanten und zeitabhängigen Beanspruchungen behandelt. Neben empirischen Fließgesetzen wird der Einfluss der Mikrostruktur auf das rheologische Verhalten der Stoffe dargestellt. Zudem werden die entsprechenden Messmethoden (rheometrisch, Online-, Inline-Viskosimeter, rheooptisch) und Einflüsse typischer Messfehler, deren Vermeidung bzw. Korrektur vorgestellt. Studierende werden dabei angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln. Darüber hinaus werden sie mit unterschiedlichen rheologischen Messsystemen und methoden vertraut.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Modul bietet eine systematische Einführung in die Rheologie und Rheometrie. Die Studierenden: • können die Bedeutung der Rheologie sowohl im Alltag als auch bei industriellen Prozessen nachvollziehen • verfügen über einen Überblick über die verschiedenen grundlegenden rheologischen Phänomene • entwickeln ein konzeptionelles Verständnis für die wesentlichen rheologischen Phänomene • können die erworbenen Grundkenntnisse mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden

		• sind fähig, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungswege anwenden • verstehen die Zusammenhänge zwischen integralen Größen der Messgeräte und rheologischen Messgrößen • können geeignete Messmethoden auswählen und anwenden; erkennen und beheben typische Messfehler.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundwissen in Strömungsmechanik bzw. Thermofluiddynamik der Biotechnologie.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung mündliche Prüfung (30 Min) Studienleistung: schriftliche Versuchsprotokolle (3-5, jeweils 5-10 Seiten) und mündliche Testate (3-5, jeweils ca. 10 Min).
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C. W. Macosko: Rheology - Principles, Measurement and Application, Wiley-VCH (1994) • F. A. Morrison: Understanding Rheology, Oxford Univ. Press (2001) • J. F. Steffe: Rheological Methods in Food Process Engineering, Freeman (1996) • T. G. Mezger: Das Rheologie Handbuch, 5th ed., Vincentz (2016) • H. A. Barnes, J. F. Hutton, K. Walters: An Introduction to Rheology, Elsevier (1989) • R. G. Larson: The Structure and Rheology of Complex Fluids, Oxford (1999) • T. F. Tadros: Rheology of Dispersions, Wiley-VCH (2010) • T. A. Witten: Structured fluids, Oxford (2004) • P. Coussot: Rheometry of Pastes, Suspensions, and Granular Materials, Wiley (2005) • M. Pahl, W. Gleißle, H.-M, Laun: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, 4. Auflage, VDI-Verlag (1995) • D. Weipert, H.-D. Tscheuschner, E. Windhab: Rheologie der Lebensmittel, Behrs Verlag (1993)

		• M. A. Rao: Rheology of fluid and semisolid foods, 3rd ed., Springer • J. W. Goodwin, R. W. Hughes: Rheology for Chemists, RSC Publishing (2008) • D. Lerche, R. Miller, M. Schäffler: Dispersionseigenschaften, 2D-Rheologie, 3D-Rheologie, Stabilität (2015) • G. G. Fuller: Optical Rheometry of Complex Fluids, Oxford Univ. Press (1995)

1	**Modulbezeichnung** 45046	**Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (2 SWS) Übung: Tutorial Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS) Übung: Übung Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS) Praktikum: Praktikum Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (3 SWS)	5 ECTS - - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Hartmann Dr. Florian Wisser Dr. Dorothea Wisser Dr.-Ing. Marcus Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Hartmann
5	**Inhalt**	In diesem Modul sollen wichtige spektroskopische Verfahren und ihre Anwendungsbereiche vorgestellt werden. Im ersten Teil der Veranstaltung wird eine kurze Einführung in die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung gegeben. Zunächst werden die Prinzipien der Methoden zur Strukturaufklärung auf molekularer Ebene besprochen, insbesondere der Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie. Im zweiten Teil der Veranstaltung wird die Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten vorwiegend mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) anhand verschiedener Beispiele konkret geübt. Dabei werden neben den Grundlagen der Spektroskopie von Feststoffen auch die verschiedenen Aspekte der In-situ-(Operando)-Spektroskopie und der Prozessanalytik mittels spektroskopischer Methoden konkreter vorgestellt. Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls sind Vorlesungen, Übungen und ein Praktikum. In den Vorlesungen werden die erforderlichen theoretischen Grundlagen für das Verständnis spektroskopischer Methoden vermittelt. Eng mit dem Vorlesungsstoff verzahnt werden in den Übungsgruppen und im Praktikum die Fähigkeit zur Aufnahme und Interpretation realer Spektren an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) geübt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden:

		• verstehen die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung • kennen die wichtigsten spektroskopischen Methoden und ihre Anwendung zur Charakterisierung von technischen Feststoffen, insbesondere Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie • wenden die theoretischen Aspekte in vielfältigen spezielleren, aber auch kombinierten Übungen zur Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) an • können Spektren selbsständig aufnehmen und an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) interpretieren und die Ergebnisse kritisch bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Praktikumsleistung mündliche Prüfung (30 min) Studienleistung: schriftliche Versuchsprotokolle (3-5, jeweils 5-10 Seiten) und mündliche Testate (3-5, jeweils ca. 10 Min).
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Spectroscopy in Catalysis An Introduction, J. Niemantsverdriet, 2007 • Characterization of Solid Materials and Heterogeneous Catalysts, M. Che, J.C. Vedrine (Eds.), Wiley-VCH 2012

1	**Modulbezeichnung** 45341	**Fluid-Feststoff-Strömungen mit Praktikum** Solid-liquid two phase flow with laboratory	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Fluid-Feststoff-Strömungen (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung Fluid-Feststoff-Strömungen (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Fluid-Feststoff-Strömungen / Fluid-Solid-Flows (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Raul Favaro Nascimento	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Raul Favaro Nascimento
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Moduls "Fluid-Feststoff-Strömungen" soll gezeigt werden, daß die Beschreibung von komplexen Strömungen auch mit einfachen Methoden möglich ist. Anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung wird die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände aufgezeigt. Darauf aufbauend wird mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen der Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung bestimmt. Damit ist es möglich, das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren, wie z.B. zirkulierende Wirbelschichten oder Riser, vorauszuberechnen. Desweiteren wird das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation verglichen und auf die für die Bioverfahrenstechnik bedeutsame Flüssigkeits-Feststoff-Wirbelschicht eingegangen. Die theoretischen Inhalte werden durch die Versuche zur hydraulischen Förderung und zur zirkulierenden Wirbelschicht praktisch umgesetzt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • identifizieren einfache Methoden der Beschreibung von komplexen Strömungen • stellen anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände dar • bestimmen mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen den Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung • berechnen das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren voraus • vergleichen das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation • führen Versuche zur zirkulierenden Wirbelschicht durch
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung Studienleistung: schriftliche Versuchsprotokolle (3-5, jeweils 5-10 Seiten) und mündliche Testate (3-5, jeweils ca. 10 Min).
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Wirth, K.E.: Zirkulierende Wirbelschichten, Springer Verlag, Berlin, 1990

1	**Modulbezeichnung** 45336	**Trocknungstechnik mit Praktikum** Drying technology with laboratory course	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	• Grundlagen und Ziele der Trocknungstechnik • Zusammenspiel Materialeigenschaften, Prozessbedingungen, Produkteigenschaften • Mechanische Trocknungsverfahren (Filtration, Sedimentation) • Diffusionskontrollierte Trocknungsverfahren • Konvektive Trocknungsverfahren: Grundlagen • Sprühtrocknung • Wirbelschichttrocknung • Modellierung von Trocknungsprozessen und Apparateauslegung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • sind mit den Grundlagen der diffusionslimitierten und konvektiven Trocknung vertraut; • können anhand von Materialeigenschaften kinetische und kapazitive Prozessgrenzen ableiten; • können verschiedene Trocknungsverfahren klassifizieren und den Anwendungsbereich beurteilen; • sind fähig, verschiedene Prozessvarianten vergleichend gegenüberzustellen; • können mit Hilfe vorgestellter Prozessmodelle, Trocknungsprozesse beschreiben und auslegen; können das erlernte Wissen an Hand ausgewählter Beispiele praktisch umsetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Praktikumsleistung Mündliche Prüfung (30 Min) und Praktikumsleistung, welche in der Regel das Einüben von praktischen Aufgaben, schriftliche Versuchsprotokolle und mündliche oder schriftliche Testate vorsieht.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	1) O. Krischer, W. Kast: Trocknungstechnik: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Springer-Verlag, 2014 2) A.S. Mujumdar (Ed.): Handbook of Industrial Drying, CRC Press, 2013 3) Gehrmann, Esper, Schuchmann: Trocknungstechnik in der Lebensmittelindustrie, Behrs G mbH, 2009

1	**Modulbezeichnung** 42901	**Process control and plant safety with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Process Control and Plant Safety (Lab Course) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	Content: • Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Variabel (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 • Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 45370	**Produktanalyse** Product analysis	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Produktanalyse (1 SWS) Vorlesung: Produktanalyse (2 SWS)	1 ECTS 4 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Johannes Walter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Johannes Walter
5	**Inhalt**	The module introduces modern (optical) techniques for characterization of disperse systems in chemical engineering and materials science. The participants will learn general principles as well as where, when and on which time scale information on materials properties can be gained by the discussed methods. For disperse systems the latter can be for example particle size, particle shape, materials composition, electronic properties and surface chemistry as well as surface charge. • Introduction to Materials Properties and Classification • Sampling, Error Sources and their Analysis • Definition and Determination of Particle Distribution, Size and Shape • Principles Optics and Diffraction I • Principles Optics and Diffraction II • Diffraction, Rayleigh-, Mie scattering • Static and Dynamic Light scattering • X-Ray Scattering and Applications • Zetapotential and its measurement with optical methods • Analytical Ultra-Centrifugation with Multi-Wavelength Optics • Nonlinear Optics at Interfaces and its Application • Color and its Measurement: UV-Vis and Fluorescence Spectroscopy • Infrared and Raman Spectroscopy including Surface-Enhanced Techniques • Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) • Scanning Probe Microscopy and Electron Microscopy
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• The participants will learn about the fundamentals of light-matter interactions and acquire the necessary skills to understand the working principles of the discussed experimental methods. • The participants will learn which material property is accessible by the discussed methods for product analysis as well as where and when each method can be applied. • The participants will learn on how to judge the results of an individual measurement technique and will learn about its inherent boundaries (e.g. resolution etc.) • The participants will learn where a combination of several techniques is more promising.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) benotete mündliche Prüfung 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Prüfungsnote entspricht Modulnote
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Principles of physics extended (9. ed., internat. student version); Authors: David Halliday, Robert Resnik, Jearl Walker; Wiley 2011 • Springer Handbook of Materials Measurement Methods; Authors: Horst Czichos, T. Saito, Smith Leslie; Springer 2006 (electronic access within FAU) • Nonlinear Optics; Author: Robert W. Boyd; Academic Press 2008

1	**Modulbezeichnung** 45231	**Rheologie / Rheometrie** Rheology/Rheometry	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rheologie/Rheometrie - Übung (1 SWS) Vorlesung: Rheologie/Rheometrie (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Wierschem	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Wierschem
5	**Inhalt**	Rheologie beschäftigt sich mit dem Verformungs- und Fließverhalten von Stoffen. Sie konzentriert sich vor allem auf das Materialverhalten komplexer Materie. Dazu gehören nahezu alle Materialien biologischen Ursprungs wie Zellen, Gewebe, Körperflüssigkeiten, Biopolymere und Proteine aber auch die meisten chemischen Systeme wie allgemein Polymerschmelzen und lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Schäume oder Gele. Bei der Entwicklung ingenieurwissenschaftlicher Lösungen sind diese Kenntnisse bzw. deren messtechnische Erfassung von entscheidender Bedeutung. Dies beinhaltet die Bestimmung rheologischer Eigenschaften neuer Materialien aber auch biologischer Systeme, deren Veränderungen bei Krankheiten bzw. deren medikamentöser Behandlung. Es ist unerlässlich bei der Auslegung verfahrenstechnischer Anlagen (z.B. Druckverlust, Auswahl eines Rührorgans, Pumpen, Belastungsgrenzen von Zellen z.B. bei 3D-Druck oder in Bioreaktoren, etc.), der Prozesskontrolle (z.B. beim Drucken, Beschichten, Lackieren, Sprühen, Extrudieren, Etikettieren) bis hin zu den Qualitätsanforderungen des Produkts (Lebensmitteln, Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmitteln, etc.). Im Rahmen des Moduls Rheologie/Rheometrie werden die Fließ- und Deformationseigenschaften bei konstanten und zeitabhängigen Beanspruchungen behandelt. Neben empirischen Fließgesetzen wird der Einfluss der Mikrostruktur auf das rheologische Verhalten der Stoffe dargestellt. Zudem werden die entsprechenden Messmethoden (rheometrisch, Online-, Inline-Viskosimeter, rheooptisch) und Einflüsse typischer Messfehler, deren Vermeidung bzw. Korrektur vorgestellt. Studierende werden dabei angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Modul bietet eine systematische Einführung in die Rheologie und Rheometrie. Die Studierenden: • können die Bedeutung der Rheologie sowohl im Alltag als auch bei industriellen Prozessen nachvollziehen • verfügen über einen Überblick über die verschiedenen grundlegenden rheologischen Phänomene • entwickeln ein konzeptionelles Verständnis für die wesentlichen rheologischen Phänomene • können die erworbenen Grundkenntnisse mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden • sind fähig, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungswege anwenden

		• verstehen die Zusammenhänge zwischen integralen Größen der Messgeräte und rheologischen Messgrößen • können geeignete Messmethoden auswählen, lernen typische Messfehler erkennen und beheben bzw. vermeiden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundwissen in Strömungsmechanik bzw. Thermofluiddynamik der Biotechnologie.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) mündlich, 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C. W. Macosko: Rheology - Principles, Measurement and Application, Wiley-VCH (1994) • F. A. Morrison: Understanding Rheology, Oxford Univ. Press (2001) • J. F. Steffe: Rheological Methods in Food Process Engineering, Freeman (1996) • T. G. Mezger: Das Rheologie Handbuch, 5th ed., Vincentz (2016) • H. A. Barnes, J. F. Hutton, K. Walters: An Introduction to Rheology, Elsevier (1989) • R. G. Larson: The Structure and Rheology of Complex Fluids, Oxford (1999) • T. F. Tadros: Rheology of Dispersions, Wiley-VCH (2010) • T. A. Witten: Structured fluids, Oxford (2004) • P. Coussot: Rheometry of Pastes, Suspensions, and Granular Materials, Wiley (2005) • M. Pahl, W. Gleißle, H.-M, Laun: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, 4. Auflage, VDI-Verlag (1995) • D. Weipert, H.-D. Tscheuschner, E. Windhab: Rheologie der Lebensmittel, Behrs Verlag (1993) • M. A. Rao: Rheology of fluid and semisolid foods, 3rd ed., Springer • J. W. Goodwin, R. W. Hughes: Rheology for Chemists, RSC Publishing (2008) • D. Lerche, R. Miller, M. Schäffler: Dispersionseigenschaften, 2D-Rheologie, 3D-Rheologie, Stabilität (2015)

		• G. G. Fuller: Optical Rheometry of Complex Fluids, Oxford Univ. Press (1995)

1	**Modulbezeichnung** 45375	**Polymer Science and Processing** Polymer science and processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Polymer Science and Processing (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Polymer Science and Processing (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nicolas Vogel Dr. rer. nat. Ruiguang Cui	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nicolas Vogel
5	**Inhalt**	Introduction to polymer science with a broad focus on: Synthesis, characterization and processing of polymeric materials; Structure-property relationships at the molecular level, in the liquid and melt state and in the solid. • Introduction to macromolecules: definition of terms, special features of polymers, polymerization reactions, polymer architectures, Classifications of polymeric materials • Polymer synthesis: chain and step growth, living Polymerizations, catalytic polymerizations, copolymerizations • Characterizations: determination of molecular weights • Properties of polymers in the liquid state: thermodynamics of polymer solutions, conformations • Properties of polymers in the solid state: phase transitions, amorphous materials, semi-crystalline materials, elastomers • Processing of polymers: extrusions, injection molding processes, Additive manufacturing, fiber and film manufacturing • Special polymers and applications of polymeric materials
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn basic structure-property relationships of macromolecules and polymeric materials • are able to derive macroscopic material properties from molecular structures • develop the conceptual ability to adapt macroscopic properties by changing the molecular structure • learn basic skills in the synthesis, characterization and processing of polymer materials • have the ability to select an appropriate polymeric material for a given application • get an insight into current research activities in the field of polymer science
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Koltzenburg, Maskos, Nuyken, Polymere, Springer Spektrum 2014 • R. J. Young, P. A. Lovell, Introduction to Polymers, 3rd Edition. CRC Press 2011

1	**Modulbezeichnung** 45045	**Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization** Porous materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (2 SWS) Übung: Tutorial Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS) Übung: Übung Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Hartmann Dr. Florian Wisser Dr. Dorothea Wisser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Hartmann
5	**Inhalt**	In diesem Modul sollen wichtige spektroskopische Verfahren und ihre Anwendungsbereiche vorgestellt werden. Im ersten Teil der Veranstaltung wird eine kurze Einführung in die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung gegeben. Zunächst werden die Prinzipien der Methoden zur Strukturaufklärung auf molekularer Ebene besprochen, insbesondere der Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie. Im zweiten Teil der Veranstaltung wird die Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten vorwiegend mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) anhand verschiedener Beispiele konkret geübt. Dabei werden neben den Grundlagen der Spektroskopie von Feststoffen auch die verschiedenen Aspekte der In-situ-(Operando)-Spektroskopie und der Prozessanalytik mittels spektroskopischer Methoden konkreter vorgestellt. Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls sind Vorlesungen, Übungen und ein Praktikum. In den Vorlesungen werden die erforderlichen theoretischen Grundlagen für das Verständnis spektroskopischer Methoden vermittelt. Eng mit dem Vorlesungsstoff verzahnt werden in den Übungsgruppen und im Praktikum die Fähigkeit zur Aufnahme und Interpretation realer Spektren an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) geübt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • verstehen die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung • kennen die wichtigsten spektroskopischen Methoden und ihre Anwendung zur Charakterisierung von technischen

		Feststoffen, insbesondere Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie • wenden die theoretischen Aspekte in vielfältigen spezielleren, aber auch kombinierten Übungen zur Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) an • können Spektren selbsständig aufnehmen und an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) interpretieren und die Ergebnisse kritisch bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Spectroscopy in Catalysis An Introduction, J. Niemantsverdriet, 2007 • Characterization of Solid Materials and Heterogeneous Catalysts, M. Che, J.C. Vedrine (Eds.), Wiley-VCH 2012

1	**Modulbezeichnung** 45340	**Fluid-Feststoff-Strömungen** Solid-liquid two phase flow	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Fluid-Feststoff-Strömungen (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Fluid-Feststoff-Strömungen / Fluid-Solid-Flows (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Raul Favaro Nascimento	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Moduls "Fluid-Feststoff-Strömungen" soll gezeigt werden, daß die Beschreibung von komplexen Strömungen auch mit einfachen Methoden möglich ist. Anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung wird die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände aufgezeigt. Darauf aufbauend wird mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen der Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung bestimmt. Damit ist es möglich, das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren, wie z.B. zirkulierende Wirbelschichten oder Riser, vorauszuberechnen. Desweiteren wird das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation verglichen und auf die für die Bioverfahrenstechnik bedeutsame Flüssigkeits-Feststoff-Wirbelschicht eingegangen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • identifizieren einfache Methoden der Beschreibung von komplexen Strömungen • stellen anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände dar • bestimmen mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen den Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung • berechnen das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren voraus • vergleichen das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation • führen Versuche zur zirkulierenden Wirbelschicht durch
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wirth, K.E.: Zirkulierende Wirbelschichten, Springer Verlag, Berlin, 1990

1	**Modulbezeichnung** 45350	**Nanotechnology of Disperse Systems** Nanotechnology of disperse systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Nanotechnology of Disperse Systems (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Robin Klupp Taylor Dr. Monica Distaso	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Robin Klupp Taylor
5	**Inhalt**	• Introduction to nanodisperse systems and their broad fields of application and research • Summer semester only: Parallel lecture blocks (Block 1 (non-MAP) - Optoelectronic properties of nanodisperse systems, Block 2 (MAP) - Synthesis, properties and applications of mesocrystals) • Winter semester only: Optoelectronic properties of nanodisperse systems • Magnetic properties of nanodisperse systems • Ex situ and in situ characterisation of nanoparticles (Optical methods; Electron microscopy; Scanning probe microscopy; Spectroscopy) • Fundamental aspects of the preparation of nanodisperse systems (Thermodynamic fundamentals; Hydrolysis and polycondensation (metal oxides); Redox-reactions (metals); Solvothermal/Hydrothermal synthesis; Control of particle size and morphology) • Synthesis and properties of carbon nanotubes • Industrial methods of nanoparticle synthesis
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On completion of the lecture course students will be able to: • Identify major applications and research fields of nanodisperse systems • Identify and explain the fundamental theories of nucleation and growth and colloidal stability • Differentiate between different approaches for the preparation of nanodisperse systems • Select metal and metal oxide precursors and oxidizing/ reducing agents according to their thermodynamic properties. • Give examples of means to control nanoparticle size, shape and agglomeration state • Distinguish between different characterization tools according to their advantages and disadvantages for the analysis of nanodisperse systems • Identify the influence of particle size on key physical properties • Match physical properties of nanoparticles to current or emergent applications • Plan a presentation in which they compare and appraise recent research activities from the literature
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Nanoparticles and nanotechnology in general • Axelos, M.A. and van de Voorde, M.H. (2017) Nanotechnology in agriculture and food science, Wiley-VCH, Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Full text • Diwald, O. Berger, T. (2021) Metal oxide nanoparticles: Formation, functional properties, and interfaces, Wiley-VCH, Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Full text • Müller, B. and van de Voorde, M. (2017) Nanoscience and Nanotechnology for Human Health, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany. Full text • Naitō, M., Yokoyama, T., Hosokawa, K., Nogi, K. (eds) (2018) Nanoparticle technology handbook, Elsevier, Amsterdam. Full text • Natelson, D. (2015) Nanostructures and Nanotechnology, Cambridge University Press, Cambridge. Full text • Sánchez-Domínguez, M. and Rodriguez Abreu, C. (2016) Nanocolloids: A meeting point for scientists and technologists, Elsevier, Amsterdam. Full text • Sharon, M. (ed) (2019) History of nanotechnology: From pre-historic to modern times, Wiley, Hoboken NJ USA. Full text Optical properties of nanoparticles / nanophotonics • Bohren, C.F. and Huffman, D.R. (1993 (1998[printing])) Absorption and scattering of light by small particles, Wiley, New York, Chichester. Full text • Gaponenko, S. V. Introduction to nanophotonics, 2010, (Full text)

- Pelton, M. and Bryant, G.W. (2013) Introduction to metal-nanoparticle plasmonics, Wiley; Science Wise Publishing, Hoboken, New Jersey. Full text
- Quinten, M. (2011) Optical properties of nanoparticle systems: Mie and beyond, Wiley-VCH, Weinheim. Full text

Magnetic nanoparticles

- Gubin, S.P. (2009) Magnetic nanoparticles, Wiley-VCH, Weinheim. Full text
- Katz, E. (ed) (2020) Magnetic Nanoparticles, MDPI, Basel. Full text (open access)
- Rivas, J., Kolen'ko, Y.V., Bañobre-López, M. (2016) Magnetic Nanocolloids, in Nanocolloids, Elsevier, pp. 75–129. Full text

Nanoparticle characterisation

- Unger, W., Hodoroaba, V.-D., Shard, A. (2019) Characterization of nanoparticles: Measurement processes for nanoparticles Elsevier, Amsterdam. Full text

Nanoparticle synthesis

- Haumesser, P.-H. (2016) Nucleation and growth of metals: From thin films to nanoparticles, Elsevier, Amsterdam. Full text
- Mohan, S., Oluwafemi, S.O., Kalarikkal, N., Thomas, S. (2018) Synthesis of inorganic nanomaterials: Advances and key technologies, Woodhead Publishing, Oxford. Full text
- Sau, Tapan K, Rogach, Andrey L. Complex-shaped metal nanoparticles: bottom-up syntheses and applications, 2012 Wiley-VCH Full Text
- Thomas, Sabu et al. Colloidal Metal Oxide Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Applications, 2020 Elsevier Full Text
- Thota, S. and Crans, D.C. (2018) Metal nanoparticles: Synthesis and applications in pharmaceutical sciences, Wiley-VCH, Weinheim. Full text

1	**Modulbezeichnung** 42936	**Self-organisation processes** Self-organization processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Self-organization Processes (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Self-Organisation Processes (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Engel Prof. Dr. Robin Klupp Taylor Dr. Giulia Magnabosco	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Engel
5	**Inhalt**	Structure formation with elementary building blocks in molecular, particulate, soft, and biological systems. Theoretical aspects, experimental realizations, and applications are discussed. • introduction (Overview): the idea of building blocks, thermodynamic principles, near and far from equilibrium • Molecules 1 (Surfactants): molecular interaction, hydrophobicity, micellation • Molecules 2 (Mesophases): packing parameter, applications, self-assembled monolayers, membranes • Molecules 3 (Block co-polymers): Flory-Huggins theory, microphase separation, recent research • Molecules 4 (Liquid crystals): phases, role of anisotropy, order parameter, thermodynamics, properties • Theory 1 (Pattern formation): phase diagrams, phase field model, spinodal decomposition • Theory 2 (Particle self-assembly): nanoparticle self-assembly, (nano)crystal shapes, hard vs. soft spheres, entropy maximization vs. interface minimization • Theory 3 (Dynamic self-assembly): oscillatory chemical reactions, reaction diffusion, active matter • Theory 4 (Programmable assembly): DNA nanotechnology, future challenges • Colloids 1 (Synthesis): methods for synthesis of isotropic colloids, bulk crystallization • Colloids 2 (Sedimentation): Assembly by depletion, electrostatics, confinement by solid-fluid interfaces, opals • Colloids 3 (Assembly at fluid-fluid interfaces): techniques, Pickering emulsions, evaporation • Colloids 4 (Convective assembly): film formation and defects, coffee ring effect, templating
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Successful completion of this module confirms students are able to • describe complex self-organization processes with the help of simple model systems • apply this knowledge to physical, chemical, and bioinspired systems

		• develop an advanced understanding of the self-organization of (macro)molecules and colloids • understand processes to direct and influence self-organization processes • judge the relevance of self-organization for the processing and synthesis of materials • gain insight into current research in the field of the lecture
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral exam (30 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Ian W. Hamley, “Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials”, Wiley, 2007. • Yoon S. Lee, „Self-Assembly and Nanotechnology Systems”, Wiley, 2011. • Scott Camazine, Jean-Louis Deneubourg, Nigel R. Franks, „Self-Organization in Biological Systems“, Princeton University Press, 2003. • John A. Pelesko, „Self Assembly: The Science of Things That Put Themselves Together“, Chapman and Hall/CRC, 2007. • Jacob N. Israelachvili, „Intermolecular and Surface Forces”, Academic Press, 2011.

1	**Modulbezeichnung** 45335	**Trocknungstechnik** Drying technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	• Grundlagen und Ziele der Trocknungstechnik • Zusammenspiel Materialeigenschaften, Prozessbedingungen, Produkteigenschaften • Mechanische Trocknungsverfahren (Filtration, Sedimentation) • Diffusionskontrollierte Trocknungsverfahren • Konvektive Trocknungsverfahren: Grundlagen • Sprühtrocknung • Wirbelschichttrocknung • Modellierung von Trocknungsprozessen und Apparateauslegung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • sind mit den Grundlagen der diffusionslimitierten und konvektiven Trocknung vertraut; • können anhand von Materialeigenschaften kinetische und kapazitive Prozessgrenzen ableiten; • können verschiedene Trocknungsverfahren klassifizieren und den Anwendungsbereich beurteilen; • sind fähig, verschiedene Prozessvarianten vergleichend gegenüberzustellen; • können mit Hilfe vorgestellter Prozessmodelle, Trocknungsprozesse beschreiben und auslegen; • können das erlernte Wissen an Hand ausgewählter Beispiele praktisch umsetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Mündliche Prüfung (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	1. O. Krischer, W. Kast: Trocknungstechnik: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Springer-Verlag, 2014 2. A.S. Mujumdar (Ed.): Handbook of Industrial Drying, CRC Press, 2013 Gehrmann, Esper, Schuchmann: Trocknungstechnik in der Lebensmittelindustrie, Behrs G mbH, 2009.

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

Vertiefungsmodulgruppe Reaktionstechnik

1	**Modulbezeichnung** 94390	**Reaktionstechnik (Vertiefung)** Focus module: Chemical reaction engineering	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Chemische Reaktonstechnik 2 (3 SWS) Übung: Chemische Reaktionstechnik 2 Übungen. (1 SWS) Praktikum: Chemische Reaktionstechnik 2 Praktikum (3 SWS)	7,5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Marco Haumann Ludger Röhm Dr. Peter Schulz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Patrick Schühle Dr. Peter Schulz Prof. Dr. Peter Wasserscheid
5	**Inhalt**	• Fluid/Fluid - Reaktionen • Gas/Feststoff - Reaktionen • Beschreibung unterschiedlicher chemischer Reaktionsapparate • Ideale und reale Reaktoren • Reaktionsführung bei unterschiedlichen Reaktionstypen • Wirbelschicht- und Fluid/Fluid - Reaktoren • Forschung in der Chemischen Reaktionstechnik • Fluid/Fluid - Reactions • Gas/Solid - Reactions • Description of different chemical reators • Ideal and real reactors • Reaction operation in different reactor types • Fluidized bed- and Fluid/Fluid - Reactors • Research in chemical reaction engineering
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verfügen über die Sachkompetenz zur theoretischen Behandlung und praktischen Erarbeitung von Problemen der Technischen Chemie und der Entwicklung chemischer Verfahren. • sind in der Lage, kinetische Daten selbständig zu messen, auszuwerten und zu interpretieren. • können anhand selbständig gemessener Werte Transportvorgänge nachvollziehen und chemische Reaktoren für verschiedene Anwendungsfälle fehlerfrei auslegen. • sind befähigt zu selbstständiger Bearbeitung und Diskussion aktueller Forschungsfragen auf dem Gebiet moderner katalytischer Materialien (ionische Flüssigkeiten, Beschichtungen,hierarchische Materialien, erneuerbare Chemikaliensynthese, Chemische Wasserstoffspeicherung). The students • are competent in the theoretical treatment and practical development of problems in technical chemistry and the development of chemical processes.

		• are able to independently measure, evaluate and interpret kinetic data. • are able to understand transport processes on the basis of independently measured values and to design chemical reactors for various applications without errors. • are able to work independently on and discuss current research questions in the field of modern catalytic materials (ionic liquids, coatings, hierarchical materials, renewable synthesis of chemicals, chemical hydrogen storage). Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Reaktionstechnik Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung Studienleistung: schriftliche Versuchsprotokolle (3-5, jeweils 5-10 Seiten) und mündliche Testate (3-5, jeweils ca. 10 Min).
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Fitzer, Fritz, Emig, Einführung in die Chemische Reaktionstechnik, Springer Verlag, 4. Auflage, Berlin 1995 • Baerns, Hofmann, Renken, Chemische Reaktionstechnik, Thieme Verlag, Stuttgart. • Jess, Wasserscheid, Chemical Technology, 2. Auflage, Weinheim 2019 Wiley-VCH

Wahlpflichtmodule mit Praktikum

1	**Modulbezeichnung** 45046	**Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (2 SWS) Übung: Tutorial Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS) Übung: Übung Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS) Praktikum: Praktikum Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (3 SWS)	5 ECTS - - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Hartmann Dr. Florian Wisser Dr. Dorothea Wisser Dr.-Ing. Marcus Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Hartmann
5	**Inhalt**	In diesem Modul sollen wichtige spektroskopische Verfahren und ihre Anwendungsbereiche vorgestellt werden. Im ersten Teil der Veranstaltung wird eine kurze Einführung in die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung gegeben. Zunächst werden die Prinzipien der Methoden zur Strukturaufklärung auf molekularer Ebene besprochen, insbesondere der Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie. Im zweiten Teil der Veranstaltung wird die Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten vorwiegend mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) anhand verschiedener Beispiele konkret geübt. Dabei werden neben den Grundlagen der Spektroskopie von Feststoffen auch die verschiedenen Aspekte der In-situ-(Operando)-Spektroskopie und der Prozessanalytik mittels spektroskopischer Methoden konkreter vorgestellt. Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls sind Vorlesungen, Übungen und ein Praktikum. In den Vorlesungen werden die erforderlichen theoretischen Grundlagen für das Verständnis spektroskopischer Methoden vermittelt. Eng mit dem Vorlesungsstoff verzahnt werden in den Übungsgruppen und im Praktikum die Fähigkeit zur Aufnahme und Interpretation realer Spektren an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) geübt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden:

		• verstehen die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung • kennen die wichtigsten spektroskopischen Methoden und ihre Anwendung zur Charakterisierung von technischen Feststoffen, insbesondere Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie • wenden die theoretischen Aspekte in vielfältigen spezielleren, aber auch kombinierten Übungen zur Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) an • können Spektren selbsständig aufnehmen und an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) interpretieren und die Ergebnisse kritisch bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Praktikumsleistung mündliche Prüfung (30 min) Studienleistung: schriftliche Versuchsprotokolle (3-5, jeweils 5-10 Seiten) und mündliche Testate (3-5, jeweils ca. 10 Min).
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Spectroscopy in Catalysis An Introduction, J. Niemantsverdriet, 2007 • Characterization of Solid Materials and Heterogeneous Catalysts, M. Che, J.C. Vedrine (Eds.), Wiley-VCH 2012

1	**Modulbezeichnung** 45336	**Trocknungstechnik mit Praktikum** Drying technology with laboratory course	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	• Grundlagen und Ziele der Trocknungstechnik • Zusammenspiel Materialeigenschaften, Prozessbedingungen, Produkteigenschaften • Mechanische Trocknungsverfahren (Filtration, Sedimentation) • Diffusionskontrollierte Trocknungsverfahren • Konvektive Trocknungsverfahren: Grundlagen • Sprühtrocknung • Wirbelschichttrocknung • Modellierung von Trocknungsprozessen und Apparateauslegung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • sind mit den Grundlagen der diffusionslimitierten und konvektiven Trocknung vertraut; • können anhand von Materialeigenschaften kinetische und kapazitive Prozessgrenzen ableiten; • können verschiedene Trocknungsverfahren klassifizieren und den Anwendungsbereich beurteilen; • sind fähig, verschiedene Prozessvarianten vergleichend gegenüberzustellen; • können mit Hilfe vorgestellter Prozessmodelle, Trocknungsprozesse beschreiben und auslegen; können das erlernte Wissen an Hand ausgewählter Beispiele praktisch umsetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Praktikumsleistung Mündliche Prüfung (30 Min) und Praktikumsleistung, welche in der Regel das Einüben von praktischen Aufgaben, schriftliche Versuchsprotokolle und mündliche oder schriftliche Testate vorsieht.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	1) O. Krischer, W. Kast: Trocknungstechnik: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Springer-Verlag, 2014 2) A.S. Mujumdar (Ed.): Handbook of Industrial Drying, CRC Press, 2013 3) Gehrmann, Esper, Schuchmann: Trocknungstechnik in der Lebensmittelindustrie, Behrs G mbH, 2009

1	**Modulbezeichnung** 42901	**Process control and plant safety with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Process Control and Plant Safety (Lab Course) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	Content: • Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Variabel (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 • Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 45035	**Adsorption: Fundamentals and Applications** Adsorption: Fundamentals and applications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Adsorption: Fundamentals and Applications (0 SWS) Vorlesung: Adsorption: Fundamentals and Applications (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Carola Vorndran Prof. Dr. Matthias Thommes	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Thommes
5	**Inhalt**	1. Introduction and terminology 2. Gas adsorptions basics and adsorbent materials 3. Physisorption mechanisms 4. Surface area determination 5. Porosity and pore structure analysis of nanoporous materials 5.1 Micropore analysis 5.2Mesopore analysis 5.3 Macropore analysis : adsorption and liquid intrusion methods 5.4. Characterization of hierarchically structured porous materials 6. High pressure adsorption 7. Surface chemistry effects on adsorption 8. Adsorption and characterization in the liquid phase 9. Adsorption of mixtures 10. Adsorption applications in gas storage and separation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students will achieve a deep understanding of the underlying mechanisms for the adsorption of fluids on powders and nanoporous materials know adsorption-based and complimentary techniques/methodologies for a reliable characterization of adsorbents for applications in separation, heterogeneous catalysis etc. understand the basics of high pressure adsorption and corresponding applications in gas storage know selected, important principles of adsorption-based separation processes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Oral examination (30 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 42918	**Fuel cells and electrolysers**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fuel cells and electrolysers (2 SWS) Übung: Fuel cells and electrolysers (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Simon Thiele	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Simon Thiele
5	**Inhalt**	Fuel cell (FC) and electrolysis cell (ECs) • Application areas • Thermodynamic boundary conditions • Electrochemical basics • Kinetics • Transport processes • State of the art • Characterisation techniques • Open questions and scientific challenges
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • are able to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry • understand kinetics to describe the time dependent concentration changes in chemical reactions • apply basic knowledge in thermodynamics and general chemistry • are familiar with basic concepts of electrochemical engineering for fuel cells and electrolysers • can describe thermodynamics, kinetic effects and electrochemical foundations • understand limitations such as kinetic, ohmic or mass transport limitions • have a solid knowledge on the state of the art • know how to experimentally characterize cells • are able to deduce methods to improve cell technologies by analyzing experimental data
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	To succeed in this course, students will need to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry. Understanding of kinetics to describe the time dependent concentration changes in chemical reactions should be familiar from physical chemistry classes. Basic knowledge in thermodynamics and general chemistry is beneficial.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) written exam (120 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• O'hayre, Ryan; Cha, Suk-Won; Prinz, Fritz B.; Colella, Whitney (2016): Fuel cell fundamentals: John Wiley & Sons.

1	**Modulbezeichnung** 45375	**Polymer Science and Processing** Polymer science and processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Polymer Science and Processing (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Polymer Science and Processing (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nicolas Vogel Dr. rer. nat. Ruiguang Cui	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nicolas Vogel
5	**Inhalt**	Introduction to polymer science with a broad focus on: Synthesis, characterization and processing of polymeric materials; Structure-property relationships at the molecular level, in the liquid and melt state and in the solid. • Introduction to macromolecules: definition of terms, special features of polymers, polymerization reactions, polymer architectures, Classifications of polymeric materials • Polymer synthesis: chain and step growth, living Polymerizations, catalytic polymerizations, copolymerizations • Characterizations: determination of molecular weights • Properties of polymers in the liquid state: thermodynamics of polymer solutions, conformations • Properties of polymers in the solid state: phase transitions, amorphous materials, semi-crystalline materials, elastomers • Processing of polymers: extrusions, injection molding processes, Additive manufacturing, fiber and film manufacturing • Special polymers and applications of polymeric materials
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn basic structure-property relationships of macromolecules and polymeric materials • are able to derive macroscopic material properties from molecular structures • develop the conceptual ability to adapt macroscopic properties by changing the molecular structure • learn basic skills in the synthesis, characterization and processing of polymer materials • have the ability to select an appropriate polymeric material for a given application • get an insight into current research activities in the field of polymer science
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Koltzenburg, Maskos, Nuyken, Polymere, Springer Spektrum 2014 • R. J. Young, P. A. Lovell, Introduction to Polymers, 3rd Edition. CRC Press 2011

1	**Modulbezeichnung** 45045	**Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization** Porous materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (2 SWS) Übung: Tutorial Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS) Übung: Übung Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Hartmann Dr. Florian Wisser Dr. Dorothea Wisser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Hartmann
5	**Inhalt**	In diesem Modul sollen wichtige spektroskopische Verfahren und ihre Anwendungsbereiche vorgestellt werden. Im ersten Teil der Veranstaltung wird eine kurze Einführung in die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung gegeben. Zunächst werden die Prinzipien der Methoden zur Strukturaufklärung auf molekularer Ebene besprochen, insbesondere der Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie. Im zweiten Teil der Veranstaltung wird die Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten vorwiegend mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) anhand verschiedener Beispiele konkret geübt. Dabei werden neben den Grundlagen der Spektroskopie von Feststoffen auch die verschiedenen Aspekte der In-situ-(Operando)-Spektroskopie und der Prozessanalytik mittels spektroskopischer Methoden konkreter vorgestellt. Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls sind Vorlesungen, Übungen und ein Praktikum. In den Vorlesungen werden die erforderlichen theoretischen Grundlagen für das Verständnis spektroskopischer Methoden vermittelt. Eng mit dem Vorlesungsstoff verzahnt werden in den Übungsgruppen und im Praktikum die Fähigkeit zur Aufnahme und Interpretation realer Spektren an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) geübt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • verstehen die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung • kennen die wichtigsten spektroskopischen Methoden und ihre Anwendung zur Charakterisierung von technischen

		Feststoffen, insbesondere Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie • wenden die theoretischen Aspekte in vielfältigen spezielleren, aber auch kombinierten Übungen zur Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) an • können Spektren selbsständig aufnehmen und an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) interpretieren und die Ergebnisse kritisch bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Spectroscopy in Catalysis An Introduction, J. Niemantsverdriet, 2007 • Characterization of Solid Materials and Heterogeneous Catalysts, M. Che, J.C. Vedrine (Eds.), Wiley-VCH 2012

1	**Modulbezeichnung** 42936	**Self-organisation processes** Self-organization processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Self-organization Processes (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Self-Organisation Processes (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Engel Prof. Dr. Robin Klupp Taylor Dr. Giulia Magnabosco	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Engel
5	**Inhalt**	Structure formation with elementary building blocks in molecular, particulate, soft, and biological systems. Theoretical aspects, experimental realizations, and applications are discussed. • introduction (Overview): the idea of building blocks, thermodynamic principles, near and far from equilibrium • Molecules 1 (Surfactants): molecular interaction, hydrophobicity, micellation • Molecules 2 (Mesophases): packing parameter, applications, self-assembled monolayers, membranes • Molecules 3 (Block co-polymers): Flory-Huggins theory, microphase separation, recent research • Molecules 4 (Liquid crystals): phases, role of anisotropy, order parameter, thermodynamics, properties • Theory 1 (Pattern formation): phase diagrams, phase field model, spinodal decomposition • Theory 2 (Particle self-assembly): nanoparticle self-assembly, (nano)crystal shapes, hard vs. soft spheres, entropy maximization vs. interface minimization • Theory 3 (Dynamic self-assembly): oscillatory chemical reactions, reaction diffusion, active matter • Theory 4 (Programmable assembly): DNA nanotechnology, future challenges • Colloids 1 (Synthesis): methods for synthesis of isotropic colloids, bulk crystallization • Colloids 2 (Sedimentation): Assembly by depletion, electrostatics, confinement by solid-fluid interfaces, opals • Colloids 3 (Assembly at fluid-fluid interfaces): techniques, Pickering emulsions, evaporation • Colloids 4 (Convective assembly): film formation and defects, coffee ring effect, templating
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Successful completion of this module confirms students are able to • describe complex self-organization processes with the help of simple model systems • apply this knowledge to physical, chemical, and bioinspired systems

		• develop an advanced understanding of the self-organization of (macro)molecules and colloids • understand processes to direct and influence self-organization processes • judge the relevance of self-organization for the processing and synthesis of materials • gain insight into current research in the field of the lecture
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral exam (30 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Ian W. Hamley, “Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials”, Wiley, 2007. • Yoon S. Lee, „Self-Assembly and Nanotechnology Systems”, Wiley, 2011. • Scott Camazine, Jean-Louis Deneubourg, Nigel R. Franks, „Self-Organization in Biological Systems“, Princeton University Press, 2003. • John A. Pelesko, „Self Assembly: The Science of Things That Put Themselves Together“, Chapman and Hall/CRC, 2007. • Jacob N. Israelachvili, „Intermolecular and Surface Forces”, Academic Press, 2011.

1	**Modulbezeichnung** 45335	**Trocknungstechnik** Drying technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	• Grundlagen und Ziele der Trocknungstechnik • Zusammenspiel Materialeigenschaften, Prozessbedingungen, Produkteigenschaften • Mechanische Trocknungsverfahren (Filtration, Sedimentation) • Diffusionskontrollierte Trocknungsverfahren • Konvektive Trocknungsverfahren: Grundlagen • Sprühtrocknung • Wirbelschichttrocknung • Modellierung von Trocknungsprozessen und Apparateauslegung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • sind mit den Grundlagen der diffusionslimitierten und konvektiven Trocknung vertraut; • können anhand von Materialeigenschaften kinetische und kapazitive Prozessgrenzen ableiten; • können verschiedene Trocknungsverfahren klassifizieren und den Anwendungsbereich beurteilen; • sind fähig, verschiedene Prozessvarianten vergleichend gegenüberzustellen; • können mit Hilfe vorgestellter Prozessmodelle, Trocknungsprozesse beschreiben und auslegen; • können das erlernte Wissen an Hand ausgewählter Beispiele praktisch umsetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Mündliche Prüfung (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	1. O. Krischer, W. Kast: Trocknungstechnik: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Springer-Verlag, 2014 2. A.S. Mujumdar (Ed.): Handbook of Industrial Drying, CRC Press, 2013 Gehrmann, Esper, Schuchmann: Trocknungstechnik in der Lebensmittelindustrie, Behrs G mbH, 2009.

1	**Modulbezeichnung** 42915	**Process simulation**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Process Simulation (Tutorial) (1 SWS) Vorlesung: Process Simulation (2 SWS) Übung: Process Simulation (Exercise) (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold
5	**Inhalt**	Content: • Introduction to industrial process development • Aspects of process intensification • Introduction to the Aspen Plus simulator for process simulation • Equipment modeling: chem. reactors (detailed), separators, heat exchangers, mixers, pumps, compressors • recirculation, separation sequences, interconnection to the overall process • Short-cut methods for single apparatuses and for process synthesis • Flow sheet simulation of selected sample processes in Aspen Plus • Heat integration (pinch analysis) • Economic feasibility studies: Cost structure, cost models, plant capacity utilization, economic measures of quality.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students: • are familiar with the systematic approach to conceptual process design • are familiar with the individual steps of modeling chemical reactors, separators, heat exchangers, mixers, pumps and compressors • are able to independently carry out the modeling and simulation of chemical engineering processes using industry-relevant commercial simulation tools (in particular Aspen Plus) • are able to practically apply and expand their basic knowledge of reaction engineering and thermal process engineering in the simulation of process engineering processes • are able to classify different models of basic operations and assess the scope of application • are capable of comparing different process variants • are able to apply the acquired knowledge practically on the basis of selected examples, taking into account economic aspects (cost structure, cost models, plant capacity utilization, economic measures of quality)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) Klausur/written exam (120 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Bearns, Behr, Brehm, Gmehling, Hofmann, Onken, Renken: Technische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim, 2006. • Biegler, Grossmann, Westerberg: Systematic Methods of Chemical Process

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

1	**Modulbezeichnung** 94356	**Process Technologies** Process technologies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Process Technologies (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Process Technologies Exercises (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold
5	**Inhalt**	The Module "Process Technologies gives an overview on important processes in the chemical process industries. The processes are treated in a holistic approach and the interaction of individual process steps and their feedback to the overall process are discussed in more detail. In particular, the relationship between the physical/chemical basics of the processes, process development and process design are discussed. The presented processes are selected based on their importance in the fields of raw materials, intermediates and consumer products of the chemical process industries. In the sense of process engineering, apart from the reaction steps, the separation operations are also part of the considerations. The evaluation of the methods with regard to their cost-effectiveness and sustainability complete the description of the processes. In detail, the following aspects are treated: • Raw materials (crude oil, fuels, natural gas, technical gases) • Organic base chemicals (syngas, alkanes, alkenes, aromatics) • Organic intermediates (C1-C4 alcohols, cyclic alcohols, ether, epoxides, organic acids) • Renewable raw materials • Organic end products (surfactants, pigments, polymers) • Inorganic base chemicals and intermediates (sulfuric acid, ammonia, sodium hydroxide) • Inorganic end products (fertilizers, ceramics, glass) • Process development (technologies, economic evaluation)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • know the important processes in the chemical process industries • describe the interaction of individual process steps and their feedback to the overall process • discuss the relationship between the physical/chemical basics of the processes, process development and process design • evaluate the processes und methods with regard to their cost-effectiveness and sustainability
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

		Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Textbooks and compendia on Technical Chemistry, e.g. • Baerns, et al., Technische Chemie, Wiley-VCH • Jess, Wasserscheid, Chemical Technology, Wiley-VCH • Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry

Vertiefungsmodulgruppe Strömungsmechanik

1	**Modulbezeichnung** 94400	**Strömungsmechanik (Vertiefung)** Focus Module: Fluid Mechanics	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Strömungsmechanik II (Vertiefung) - Übung (2 SWS) Praktikum: Strömungsmechanik II (Vertiefung) - Praktikum (3 SWS) Vorlesung: Strömungsmechanik II (Vertiefung) (3 SWS)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Aliena Bösl Prof. Dr. Andreas Wierschem Dr.-Ing. Manuel Münsch	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Wierschem
5	**Inhalt**	• Dimensionsanalyse und Ähnlichkeitstheorie • schleichende Strömungen • zeitabhängige Strömungen • Potentialströmungen • Grenzschichtströmungen • Turbulenz • kompressible Strömungen Studierende werden angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, strömungsmechanische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Aufbauend auf Kenntnissen reibungsbehafteter Strömungen bietet das Modul eine systematische Vertiefung in wesentliche Bereiche der Strömungsmechanik. Die Studierenden: • verfügen über einen Überblick über wesentliche Bereiche der Strömungsmechanik und verstehen ihre Bedeutung und Anwendung in der Strömungsmechanik • können die Bedeutung der unterschiedlichen Strömungsbereiche sowohl in der natürlichen Umgebung als auch in ingenieurswissenschaftlichen Problemstellungen nachvollziehen • sind fähig, strömungsmechanische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln • können die erworbenen Fachkenntnisse mit geeigneten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Strömungsmechanik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Strömungsmechanik Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Praktikumsleistung

		mündliche Prüfung (30 Min) Studienleistung: schriftliche Versuchsprotokolle (3-5, jeweils 5-10 Seiten) und mündliche Testate (3-5, jeweils ca. 10 Min).
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 115 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• J. H. Spurk, N. Aksel: Strömungslehre: Einführung in die Theorie der Strömungen, 8. Auflage, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2010 • F. Durst, Grundlagen der Strömungsmechanik - Eine Einführung in die Theorie der Strömungen in Fluiden, Springer, 2006 • P. K. Kundu, Fluid Mechanics, 5th Ed., Academic Press, 2012 • F. M. White, Fluid Mechanics, 7th Rev. Ed., McGraw Hill, 2011

Wahlpflichtmodule mit Praktikum

1	**Modulbezeichnung** 45230	**Rheologie / Rheometrie mit Praktikum** Rheology/Rheometry (with laboratory)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rheologie/Rheometrie - Übung (1 SWS) Praktikum: Rheologie/Rheometrie - Praktikum (3 SWS) Vorlesung: Rheologie/Rheometrie (2 SWS)	- 2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Wierschem	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Wierschem
5	**Inhalt**	Rheologie beschäftigt sich mit dem Verformungs- und Fließverhalten von Stoffen. Sie konzentriert sich vor allem auf das Materialverhalten komplexer Materie. Dazu gehören nahezu alle Materialien biologischen Ursprungs wie Zellen, Gewebe, Körperflüssigkeiten, Biopolymere und Proteine aber auch die meisten chemischen Systeme wie allgemein Polymerschmelzen und lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Schäume oder Gele. Bei der Entwicklung ingenieurwissenschaftlicher Lösungen sind diese Kenntnisse bzw. deren messtechnische Erfassung von entscheidender Bedeutung. Dies beinhaltet die Bestimmung rheologischer Eigenschaften neuer Materialien aber auch biologischer Systeme, deren Veränderungen bei Krankheiten bzw. deren medikamentöser Behandlung. Es ist unerlässlich bei der Auslegung verfahrenstechnischer Anlagen (z.B. Druckverlust, Auswahl eines Rührorgans, Pumpen, Belastungsgrenzen von Zellen z.B. bei 3D-Druck oder in Bioreaktoren, etc.), der Prozesskontrolle (z.B. beim Drucken, Beschichten, Lackieren, Sprühen, Extrudieren, Etikettieren) bis hin zu den Qualitätsanforderungen des Produkts (Lebensmitteln, Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmitteln, etc.). Im Rahmen des Moduls Rheologie/Rheometrie werden die Fließ- und Deformationseigenschaften bei konstanten und zeitabhängigen Beanspruchungen behandelt. Neben empirischen Fließgesetzen wird der Einfluss der Mikrostruktur auf das rheologische Verhalten der Stoffe dargestellt. Zudem werden die entsprechenden Messmethoden (rheometrisch, Online-, Inline-Viskosimeter, rheooptisch) und Einflüsse typischer Messfehler, deren Vermeidung bzw. Korrektur vorgestellt. Studierende werden dabei angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln. Darüber hinaus werden sie mit unterschiedlichen rheologischen Messsystemen und methoden vertraut.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Modul bietet eine systematische Einführung in die Rheologie und Rheometrie. Die Studierenden: • können die Bedeutung der Rheologie sowohl im Alltag als auch bei industriellen Prozessen nachvollziehen • verfügen über einen Überblick über die verschiedenen grundlegenden rheologischen Phänomene • entwickeln ein konzeptionelles Verständnis für die wesentlichen rheologischen Phänomene • können die erworbenen Grundkenntnisse mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden

		• sind fähig, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungswege anwenden • verstehen die Zusammenhänge zwischen integralen Größen der Messgeräte und rheologischen Messgrößen • können geeignete Messmethoden auswählen und anwenden; erkennen und beheben typische Messfehler.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundwissen in Strömungsmechanik bzw. Thermofluiddynamik der Biotechnologie.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung mündliche Prüfung (30 Min) Studienleistung: schriftliche Versuchsprotokolle (3-5, jeweils 5-10 Seiten) und mündliche Testate (3-5, jeweils ca. 10 Min).
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C. W. Macosko: Rheology - Principles, Measurement and Application, Wiley-VCH (1994) • F. A. Morrison: Understanding Rheology, Oxford Univ. Press (2001) • J. F. Steffe: Rheological Methods in Food Process Engineering, Freeman (1996) • T. G. Mezger: Das Rheologie Handbuch, 5th ed., Vincentz (2016) • H. A. Barnes, J. F. Hutton, K. Walters: An Introduction to Rheology, Elsevier (1989) • R. G. Larson: The Structure and Rheology of Complex Fluids, Oxford (1999) • T. F. Tadros: Rheology of Dispersions, Wiley-VCH (2010) • T. A. Witten: Structured fluids, Oxford (2004) • P. Coussot: Rheometry of Pastes, Suspensions, and Granular Materials, Wiley (2005) • M. Pahl, W. Gleißle, H.-M, Laun: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, 4. Auflage, VDI-Verlag (1995) • D. Weipert, H.-D. Tscheuschner, E. Windhab: Rheologie der Lebensmittel, Behrs Verlag (1993)

		• M. A. Rao: Rheology of fluid and semisolid foods, 3rd ed., Springer • J. W. Goodwin, R. W. Hughes: Rheology for Chemists, RSC Publishing (2008) • D. Lerche, R. Miller, M. Schäffler: Dispersionseigenschaften, 2D-Rheologie, 3D-Rheologie, Stabilität (2015) • G. G. Fuller: Optical Rheometry of Complex Fluids, Oxford Univ. Press (1995)

1	**Modulbezeichnung** 45341	**Fluid-Feststoff-Strömungen mit Praktikum** Solid-liquid two phase flow with laboratory	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Fluid-Feststoff-Strömungen (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung Fluid-Feststoff-Strömungen (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Fluid-Feststoff-Strömungen / Fluid-Solid-Flows (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Raul Favaro Nascimento	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Raul Favaro Nascimento
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Moduls "Fluid-Feststoff-Strömungen" soll gezeigt werden, daß die Beschreibung von komplexen Strömungen auch mit einfachen Methoden möglich ist. Anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung wird die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände aufgezeigt. Darauf aufbauend wird mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen der Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung bestimmt. Damit ist es möglich, das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren, wie z.B. zirkulierende Wirbelschichten oder Riser, vorauszuberechnen. Desweiteren wird das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation verglichen und auf die für die Bioverfahrenstechnik bedeutsame Flüssigkeits-Feststoff-Wirbelschicht eingegangen. Die theoretischen Inhalte werden durch die Versuche zur hydraulischen Förderung und zur zirkulierenden Wirbelschicht praktisch umgesetzt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • identifizieren einfache Methoden der Beschreibung von komplexen Strömungen • stellen anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände dar • bestimmen mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen den Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung • berechnen das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren voraus • vergleichen das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation • führen Versuche zur zirkulierenden Wirbelschicht durch
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung Studienleistung: schriftliche Versuchsprotokolle (3-5, jeweils 5-10 Seiten) und mündliche Testate (3-5, jeweils ca. 10 Min).
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Wirth, K.E.: Zirkulierende Wirbelschichten, Springer Verlag, Berlin, 1990

1	**Modulbezeichnung** 42901	**Process control and plant safety with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Process Control and Plant Safety (Lab Course) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	Content: • Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Variabel (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 • Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

1	**Modulbezeichnung** 45474	**Computational Fluid Dynamics 2 with laboratory course** Numerical methods in thermal fluid dynamics II (with laboratory)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics II (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Computational Fluid Dynamics II - Exercise (1 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Computational Fluid Dynamics II - Lab (2 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Philipp Schlatter
5	**Inhalt**	1) Curvilinear grids 2) Turbulent flows 3) Direct Numerical Simulations (DNS) 4) Reynolds Averaged Navier-Stokes equations (RANS) 5) Large Eddy Simulation (LES) 6) Particulate and multiphase flows 7) Fluid-structure Interaction 8) Flows in porous media
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • Know how to solve CFD problems in curvilinear grids • Understand the main properties of turbulent flows • Understand the strengths and weaknesses of widely used simulation models of turbulence • Select the appropriate model and boundary equations for a given application • Be able to perform turbulence and complex flows simulations with OpenFOAM • Work in team and write a report describing the results and significance of a simulation of turbulent flow
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Strömungsmechanik Vertiefung (STM II)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung Oral examination (30 min) Laboratory achievement: results of three computer labs summarized in three reports (8-12 pages per report). To pass, each report must be 50% correct.

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• J. H. Ferziger, M. Peric, Numerische Strömungsmechanik, Spinger, 2008

1	**Modulbezeichnung** 45473	**Computational Fluid Dynamics 1 with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics (2 SWS) Übung: Computational Fluid Dynamics - Exercise (1 SWS) Praktikum: Computational Fluid Dynamics - Lab (3 SWS)	- 5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter Dr. Siavash Toosi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Manuel Münsch
5	**Inhalt**	• Governing equations and models in fluid mechanics • Steady problems: the Finite-Difference Method (FDM) • Unsteady problems: methods of time integration • Advection-diffusion problems • The Finite-Volume Method • Solution of the incompressible Navier-Stokes equations • Grids and their properties • Boundary conditions The theory given in the lectures is extended and applied to several transport problems in this exercise class: • discretization of the Blasius similarity equations • parabolization and discretization of the boundary layer equations • finite-Difference discretization of heat-transfer problems • approximation of boundary conditions • finite-Volume discretization of heat-transfer problems • discretization and time-stepping of the Navier-Stokes equations • projections methods: the SIMPLE and PISO Methods The theory given in the lectures and applied in the exercise class is implemented into computer programs in this practical class. The following problems are solved with matlab/octave programs: • the Blasius-similarity equations • heat-transfer problems • boundary layer equations • flow of fluid in a lid-driven cavity
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students who successfully take this module should: • understand the physical meaning and mathematical character of the terms in advection-diffusion equations and the Navier-Stokes equations • assess under what circumstances some terms in these equations can be negelcted • formulate a FDM for the solution of unsteady transport equations • asess the convergence, consistency and stability of a FDM

		• formulate a FVM for the solution of unsteady transport equations • know how to solve the Navier-Stokes equation with the FVM • implmement programs in matlab/octave to simulate fluid flow • assess the quality and validity of a fluid flow simulation • work in team and write a report describing the results and significance of a simulation • know the different types of grids and when to use them The students who successfully solve the exercises should: • be able to discretize transport problems with the finite-difference and the finite-volume methods • discretize several type of boundary conditions (no-slip, flux, mixed) • understand how the implementation of projection methods to solve the Navier-Stokes equation is done • work in team The students who successfully complete this practical class should: • be able to write matlab/octave problems solving transport problems • understand the convergence and accuracy of a method in practical situations • write a program to solve the two-dimensional Navier-Stokes equations • work in team and write reports describing the results and significance of a simulation
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung Oral examination (30 min) Laboratory achievement: results of three computer labs summarized in three reports (8-12 pages per report). To pass, each report must be 50% correct.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Spinger, 2008 • R.J. Leveque, Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, SIAM, 2007

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 43110	**Angewandte Thermofluiddynamik** Applied thermo-fluid dynamics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Vojislav Jovicic
5	**Inhalt**	Although there are no special pre-requirements for this course, due to the nature of the topic and selected examples, course is more suitable for students with basic background in thermodynamics and fluid mechanics followed by higher interests in topics related to energy, efficiency, combustion systems, energy transformation, boilers and heating systems, pollutant reduction, etc. Goal of the course is to explain how some basic chemical, thermodynamical and fluid mechanical phenomena are used in engineering for practical conventional and state-of-art applications. As an example, course follows a life cycle of single oil droplet starting with its extraction from the earth and ending in the combustion chamber of household heating system. By following oil droplet on its way to the final use, course is introducing different energy transformations and explains different physical phenomena and technical solutions used in each phase of an oil droplet life cycle. In this way, course discusses topics like: • world-wide and local trends in energy production, • production of different fractions of liquid fossil fuels, • spray formation mechanisms and applied technical solutions, • evaporation process and novel evaporation techniques, • conventional and novel combustion technologies, • environmental impact and pollutant emissions, • household heating systems and its components, etc. Within the course, principles of operations for different parts of conventional household heating systems are explained including related basic physical phenomena. Apart from conventional systems, students are introduced to some state-of-art solutions like cool-flame or combustion within porous inert media. The lectures are followed by exercises and practical laboratory demonstrations.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students are instructed • to improve their knowledge on world-wide and local energy trends, • to get overview of the complexity of energy efficience, low pollutant use of fossil fuels today,

		• to learn more about some practical use of basic chemical, thermodynamical and fluid mechanical phenomena, • to get insight in some state-of-art concepts related to efficient use of gas/liquid fossil fuels, • to experience practical demonstrations of different conventional and novel combustion techniques and learn about their advantages and disadvantages.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Cengel and Boles: Thermodynamics: An Engineering Approach. McGraw-Hill • Dibble: Verbrennung Physikalisch-Chemische Grundlagen, Modellierung und Simulation, Experimente, Schadstoffentstehung. Springer • Kenneth K. Kuo: Principles of Combustion. John Wiley & Sons, Inc. • Howell, Hall and Ellzey: Combustion of Hydrocarbon Fuels within Porous Inert Media. Elsevier • Baukal: Industrial Burners - Handbook. CRC Press

1	**Modulbezeichnung** 45291	**Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe)** Applied thermo-fluid dynamics (Power train systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) Übung (1 SWS) Vorlesung: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) (2 SWS) Exkursion: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) Exkursion (1 SWS)	- - -
3	Lehrende	Felix Schönhofer Kira Ohlinger Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	Motorische Verbrennung: • Einführung: Funktionsweise von Hubkolbenmotoren im Vergleich zu anderen Wärmekraftmaschinen, 2- und 4-Taktverfahren, Otto- und Dieselmotoren, Regelungsverfahren, Marktsituation • Bauformen von Verbrennungsmotoren • Kraftstoffe und ihre Eigenschaften, Kraftstoff-Kenngrößen in der motorischen Verbrennung • Kenngrößen von Verbrennungsmotoren • Konstruktionselemente: Zylinderblock, Zylinderkopf, Kurbeltrieb, Kolbenbaugruppe, Ventiltrieb, Steuertrieb • Motormechanik: Mechanische Belastungen am Beispiel des Massenausgleichs in Mehrzylindermotoren und des Ventiltriebs • Thermodynamik des Verbrennungsmotors: Vergleichsprozessrechnung offene und geschlossene Vergleichsprozesse • Ladungswechsel, Kenngrößen des Ladungswechsels, Aufladung von Verbrennungsmotoren: Turbo- und mechanische Aufladung • Einspritz- und Zündsysteme, Steuerung- und Regelung von Verbrennungsmotoren • Gemischbildung / Verbrennung / Schadstoffe in Otto- und Dieselmotoren, gesetzl. vorgeschriebene Prüfzyklen Brennstoffzellen: • Grundlagen und Aufbau einer Brennstoffzelle • Thermodynamik der Brennstoffzelle • Einordung Brennstoffzellentechnologie in Transport und Verkehr • Verschiedene Arten von Brennstoffzellen • Alterungsvorgänge von Brennstoffzellen • Fahrzeugperipherie von Brennstoffzellen • Zukünftige Brennstoffzellensysteme

		Batterieelektrische Systeme: • Batterietechnik: Grundlagen • Ladeverhalten von Li-Ionen-Akkus • Alterungsvorgänge von Li-Ionen-Akkus • BEV – Aufbau bis Stand der Technik • Zukunftstechnologien
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • Kennen die Grundlagen, Begriffe und Kenngrößen der Motoren, Brennstoffzellen- und Akkumulatortechnik • Kennen Bauformen und Prozessführung von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen • Kennen die Bauteile/Baugruppen, Bauformen und wesentliche Berechnungsverfahren von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen (inkl. Peripherie) und batterieelektrischen Systemen und können diese anwenden und weiterentwickeln • Können Zusammenhänge zwischen Kraftstoffeigenschaften und motorischen Brennverfahren und Maschinenausführungen herstellen und weiterentwickeln • Können Wirkungsgrade unterschiedlicher Antriebssysteme anhand von (Vergleichs#)Prozessrechnungen analysieren, bewerten und weiterentwickeln • Kennen Ladungswechselsysteme für Otto- und Dieselmotoren, deren Eigenschaften und Kenngrößen, kennen Auflade-Systeme und grundlegende Berechnungen von Auflade-Systemen • Kennen typische Gemischbildungs- und Zündsysteme, Regelverfahren von Verbrennungsmotoren • Kennen Peripherie- und Versorgungssysteme von Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen und können grundlegende charakteristische Größen berechnen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Klausur, 120min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Merker, Teichmann(Hrsg.): Grundlagen Verbrennungsmotoren, Springer (2018) • van Basshuysen, Schäfer (Hrsg.): Handbuch Verbrennungsmotor, Springer (2017) • Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill (1988) • Pischinger, Klell, Sams: Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine, Springer (2009) • Ganesan: Internal Combustion Engines, McGraw-Hill (2015) • Reif (Hrsg.): Dieselmotor-Management, Springer (2012) • Reif (Hrsg.): Ottomotor-Management im Überblick, Springer (2015) • Tschöke, Mollenhauer, Maier (Hrsg.): Handbuch Dieselmotoren, Springer (2018) • O'Hayre, Cha, Colella, Prinz: Fuel Cell Fundamentals, Wiley & Sons (2016) • Kurzweil: Brennstoffzellentechnik, Springer (2013) • Barbir: PEM Fuel Cells, Elsevier (2013) • Kampker, Vallée, Schnettler: Elektromobilität - Grundlagen einer Zukunftstechnologie, Springer (2018)

1	**Modulbezeichnung** 45400	**Digitale Bildverarbeitung** Digital image processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Digitale Bildverarbeitung (2 SWS) Übung: Digitale Bildverarbeitung - Praktikum (0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Achim Sack	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	**Inhalt**	Digitale Bildverarbeitung spielt eine immer größere Rolle bei der Durchführung und Auswertung von Messungen in Forschung, Entwicklung und Produktionsüberwachung. Das Modul vermittelt grundlegende und weiterführende Kenntnisse und Techniken zur selbständigen Lösung häufiger Problemstellungen bei der optischen Datennahme und -auswertung. Themen: Licht, Lichtquellen, Kameras, Optik, Aufnahmetechniken, Detektoren, Aberrationen, Digitale Bildtypen, Speicherformate, Abtasttheorem, Kompression, Filter, Rauschen, Kalibrierung, Fourier Transformation, Bildwiederherstellung, Korrelation, PIV, Tracking, Farbbilder, Wavelets, Morphologie, Segmentation, Repräsentation, Abstraktion, Objekterkennung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können selbstständig optische Daten aufnehmen und auswerten. Sie verstehen das Konzept der zugrundeliegenden Methoden. Unter anderem beherrschen und verwenden Sie Methoden: • zur selbstständigen Aufnahme und Verarbeitung digitaler Bilder • zur Filterung von Bildern im Orts- und Fourierraum • zur Segementierung von Bildern • zur Objekterkennung und Klassifikation von Objekten • zur Objektverfolgung (PIV)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 45340	**Fluid-Feststoff-Strömungen** Solid-liquid two phase flow	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Fluid-Feststoff-Strömungen (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Fluid-Feststoff-Strömungen / Fluid-Solid-Flows (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Raul Favaro Nascimento	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Moduls "Fluid-Feststoff-Strömungen" soll gezeigt werden, daß die Beschreibung von komplexen Strömungen auch mit einfachen Methoden möglich ist. Anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung wird die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände aufgezeigt. Darauf aufbauend wird mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen der Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung bestimmt. Damit ist es möglich, das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren, wie z.B. zirkulierende Wirbelschichten oder Riser, vorauszuberechnen. Desweiteren wird das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation verglichen und auf die für die Bioverfahrenstechnik bedeutsame Flüssigkeits-Feststoff-Wirbelschicht eingegangen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • identifizieren einfache Methoden der Beschreibung von komplexen Strömungen • stellen anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände dar • bestimmen mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen den Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung • berechnen das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren voraus • vergleichen das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation • führen Versuche zur zirkulierenden Wirbelschicht durch
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wirth, K.E.: Zirkulierende Wirbelschichten, Springer Verlag, Berlin, 1990

1	**Modulbezeichnung** 44790	**Partikelbasierte Strömungsmechanik** Particle-based fluid mechanics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Partikelbasierte Strömungsmechanik (PSTM-V) (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Partikelbasierte Strömungsmechanik (PSTM-UE) (1 SWS) (SoSe 2026)	- -
3	Lehrende	PD Dr. Patric Müller Prof. Dr. Thorsten Pöschel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	**Inhalt**	• Gegenüberstellung von partikelbasierten und gitterbasierten Verfahren der Strömungsmechanik • o Direct Simulation Monte Carlo • o Stochastic Rotation Dynamics o Multi-Particle Collision Dynamics • o Smoothed Particle Hydrodynamics • Comparison of particle-based and grid-based methods in fluid mechanics • o Direct Simulation Monte Carlo • o Stochastic Rotation Dynamics o Multi-Particle Collision Dynamics • o Smoothed Particle Hydrodynamics
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • kennen die Vor- und Nachteile partikelbasierter Verfahren im Vergleich zu gitterbasierten Verfahren der Strömungsmechanik. • kennen die einzelnen Algorithmen, die hinter den besprochenen Methoden stehen und können Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Methoden darlegen. • kennen die Implementierung der einzelnen Methoden vor dem Hintergrund einer Anwendung auf Hochleistungsrechnern. • kennen die Stärken und Schwächen der besprochenen Methoden und können für verschiedene Situationen die geeignete Methode auswählen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Programmieren Grundlagen, Strömungsmechanik Grundlagen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Mündlich, 30 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	G.A. Bird, Molecular Gas Dynamics and the Direct Simulation of Gas Flows G. Gompper et al., Multi-Particle Collision Dynamics: A Particle-Based Mesoscale Simulation Approach to the Hydrodynamics of Complex Fluids E.-S. Lee et al., Comparisons of weakly compressible and truly incompressible algorithms for the SPH mesh free particle method.

1	**Modulbezeichnung** 45231	**Rheologie / Rheometrie** Rheology/Rheometry	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rheologie/Rheometrie - Übung (1 SWS) Vorlesung: Rheologie/Rheometrie (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Wierschem	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Wierschem
5	**Inhalt**	Rheologie beschäftigt sich mit dem Verformungs- und Fließverhalten von Stoffen. Sie konzentriert sich vor allem auf das Materialverhalten komplexer Materie. Dazu gehören nahezu alle Materialien biologischen Ursprungs wie Zellen, Gewebe, Körperflüssigkeiten, Biopolymere und Proteine aber auch die meisten chemischen Systeme wie allgemein Polymerschmelzen und lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Schäume oder Gele. Bei der Entwicklung ingenieurwissenschaftlicher Lösungen sind diese Kenntnisse bzw. deren messtechnische Erfassung von entscheidender Bedeutung. Dies beinhaltet die Bestimmung rheologischer Eigenschaften neuer Materialien aber auch biologischer Systeme, deren Veränderungen bei Krankheiten bzw. deren medikamentöser Behandlung. Es ist unerlässlich bei der Auslegung verfahrenstechnischer Anlagen (z.B. Druckverlust, Auswahl eines Rührorgans, Pumpen, Belastungsgrenzen von Zellen z.B. bei 3D-Druck oder in Bioreaktoren, etc.), der Prozesskontrolle (z.B. beim Drucken, Beschichten, Lackieren, Sprühen, Extrudieren, Etikettieren) bis hin zu den Qualitätsanforderungen des Produkts (Lebensmitteln, Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmitteln, etc.). Im Rahmen des Moduls Rheologie/Rheometrie werden die Fließ- und Deformationseigenschaften bei konstanten und zeitabhängigen Beanspruchungen behandelt. Neben empirischen Fließgesetzen wird der Einfluss der Mikrostruktur auf das rheologische Verhalten der Stoffe dargestellt. Zudem werden die entsprechenden Messmethoden (rheometrisch, Online-, Inline-Viskosimeter, rheooptisch) und Einflüsse typischer Messfehler, deren Vermeidung bzw. Korrektur vorgestellt. Studierende werden dabei angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Modul bietet eine systematische Einführung in die Rheologie und Rheometrie. Die Studierenden: • können die Bedeutung der Rheologie sowohl im Alltag als auch bei industriellen Prozessen nachvollziehen • verfügen über einen Überblick über die verschiedenen grundlegenden rheologischen Phänomene • entwickeln ein konzeptionelles Verständnis für die wesentlichen rheologischen Phänomene • können die erworbenen Grundkenntnisse mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden • sind fähig, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungswege anwenden

		• verstehen die Zusammenhänge zwischen integralen Größen der Messgeräte und rheologischen Messgrößen • können geeignete Messmethoden auswählen, lernen typische Messfehler erkennen und beheben bzw. vermeiden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundwissen in Strömungsmechanik bzw. Thermofluiddynamik der Biotechnologie.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) mündlich, 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C. W. Macosko: Rheology - Principles, Measurement and Application, Wiley-VCH (1994) • F. A. Morrison: Understanding Rheology, Oxford Univ. Press (2001) • J. F. Steffe: Rheological Methods in Food Process Engineering, Freeman (1996) • T. G. Mezger: Das Rheologie Handbuch, 5th ed., Vincentz (2016) • H. A. Barnes, J. F. Hutton, K. Walters: An Introduction to Rheology, Elsevier (1989) • R. G. Larson: The Structure and Rheology of Complex Fluids, Oxford (1999) • T. F. Tadros: Rheology of Dispersions, Wiley-VCH (2010) • T. A. Witten: Structured fluids, Oxford (2004) • P. Coussot: Rheometry of Pastes, Suspensions, and Granular Materials, Wiley (2005) • M. Pahl, W. Gleißle, H.-M, Laun: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, 4. Auflage, VDI-Verlag (1995) • D. Weipert, H.-D. Tscheuschner, E. Windhab: Rheologie der Lebensmittel, Behrs Verlag (1993) • M. A. Rao: Rheology of fluid and semisolid foods, 3rd ed., Springer • J. W. Goodwin, R. W. Hughes: Rheology for Chemists, RSC Publishing (2008) • D. Lerche, R. Miller, M. Schäffler: Dispersionseigenschaften, 2D-Rheologie, 3D-Rheologie, Stabilität (2015)

		• G. G. Fuller: Optical Rheometry of Complex Fluids, Oxford Univ. Press (1995)

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

1	**Modulbezeichnung** 45211	**Turbulence I** Physics of turbulence and turbulence modelling I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Turbulence I - Exercise (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Turbulence I (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Philipp Schlatter Dr. Siavash Toosi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Philipp Schlatter
5	**Inhalt**	• Introduction to turbulence, basic phenomena • Stability and transition • Statistical Tools • Scales of turbulence (turbulence cascade) • Reynolds averaged Navier-Stokes (RANS) and turbulent kinetic energy (TKE) • Thin-Shear Layer and 2D wakes and jets • Wall-bounded turbulent flows • CFD: LES and RANS • Experimental Methods
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The primary aim of thecourse is to give the students an overview of turbulent flows. After completingthe course a student should be able to: • Distinguish laminar, transitional and turbulent flows • use statistical methods to describe and analyse turbulent flow. • describe and explain the length scales and structure of turbulence. • simplify the governing equations for specific flow cases, and derive the averaged momentum balances and scaling laws. • Understand the description of turbulent flows in jets, wakes and close to solid walls (turbulent boundary layer). • apply common turbulence modelling approaches (RANS, LES) to engineering problems • understand common experimental methods applicable to turbulent flows
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Module: Strömungsmechanik I(recommendation) Module: Fluid Dynamics (recommendation) Module: Thermodynamik (recommendation)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel oral exam (30 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

		only in Summer semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	**H. Tennekes, J. L. Lumley**, A First Course in Turbulence, MIT Press, 1972 **S. B. Pope**, Turbulent Flows, Cambridge University Press, 2000 **P. A. Davidson**, Turbulence, Oxford University Press, 2015 **P. Moin, W. H. R. Chan**, Fundamentals of Turbulent Flows,Cambridge University Press, 2024

1	**Modulbezeichnung** 45221	**Turbulence II** Physics of turbulence and turbulence modelling II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Turbulence II (2 SWS) Übung: Turbulence II - Exercise (3 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jovan Jovanovic Prof. Dr. Philipp Schlatter
5	**Inhalt**	• Turbulence decomposition (mean flow, turbulent stresses, higher-order moments); • second order moments (anisotropy tensor, invariants); • anisotropy invariant mapping of turbulence in wall-bounded flows; • turbulent viscosity, Prandtl-Kolmogorov formula; • dynamics of turbulence dissipation rate; • two-point correlation technique(locally homogeneous turbulence); • dissipation rate equation (closure model); • velocity-pressure gradient correlations (Poisson equation, Chous integral, slow and fast parts of correlations); • turbulence transport (closure approximation); • predictions (homogeneous shear flows, wall-bounded flows, transitional flows)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Based on two-point correlations and anisotropy invariants, turbulence modelling will be extended onto the dissipation equation and the velocity-pressure correlation. The students... • Are familiar with the different averaging and analysis methods for turbulence signals • Can derive simple analytical turbulence models, based on eddy viscosity • Can discuss the main contributions to turbulent transport in different shear flows • Are familiar with basic prediction methods for different flow types • Can extract turbulence statistics from simulation and experimental data
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: *Fluid Dynamics*, *Turbulence I*
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel oral exam (30 min)

11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Jovanovic, J.: Statistical Dynamics of Turbulence, Springer Verlag, 2004 • Hinze, J.O.: Turbulence (2nd edition), McGraw Hill, 1975 • Pope, S.: Turbulence, CUP, 2000

1	**Modulbezeichnung** 45471	**Computational Fluid Dynamics 1**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics (2 SWS) Übung: Computational Fluid Dynamics - Exercise (1 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Manuel Münsch
5	**Inhalt**	• Governing equations and models in fluid mechanics • Steady problems: the Finite-Difference Method (FDM) • Unsteady problems: methods of time integration • Advection-diffusion problems • The Finite-Volume Method • Solution of the incompressible Navier-Stokes equations • Grids and their properties • Boundary conditions • Conservation laws The theory given in the lectures is extended and applied to several transport problems in this exercise class: • discretization of the Blasius similarity equations • parabolization and discretization of the boundary layer equations • finite-Difference discretization of heat-transfer problems • approximation of boundary conditions • finite-Volume discretization of heat-transfer problems • discretization and time-stepping of the Navier-Stokes equations • projections methods: the SIMPLE and PISO Methods
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Thestudents who successfully take this module should: • understand the physical meaning and mathematical character of the terms in advection-diffusion equations and the Navier-Stokes equations • assess under what circumstances some terms in these equations can be neglected • formulate a FDM for the solution of unsteady transport equations • assess the convergence, consistency and stability of a FDM • formulate a FVM for the solution of unsteady transport equations • know how to solve the Navier-Stokes equation with the FVM • implement programs in matlab/octave to simulate fluid flow • assess the quality and validity of a fluid flow simulation • work in team and write a report describing the results and significance of a simulation

		• know the different types of grids and when to use them The students who successfully solve the exercises should: • be able to discretize transport problems with the finite-difference and the finite-volume methods • discretize several type of boundary conditions (no-slip, flux, mixed) • understand how the implementation of projection methods to solve the Navier-Stokes equation is done • work in a team
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Compulsory elective module 1-3 Master of Science Clean Energy Processes 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Oral(30 minutes)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Oral(100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 45472	**Computational Fluid Dynamics 2**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics II (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Computational Fluid Dynamics II - Exercise (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Manuel Münsch
5	**Inhalt**	1. Curvilinear grids 2. Turbulent flows 3. Direct Numerical Simulations (DNS) 4. Reynolds Averaged Navier-Stokes equations (RANS) 5. Large Eddy Simulation (LES) 6. Particulate and multiphase flows 7. Fluid-structure Interaction 8. Flows in porous media
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • Know how to solve CFD problems in curvilinear grids • Understand the main properties of turbulent flows • Understand the strengths and weaknesses of widely used simulation models of turbulence • Select the appropriate model and boundary equations for a given application • Be able to perform turbulence and complex flows simulations with OpenFOAM • Work in team and write a report describing the results and significance of a simulation of turbulent flow
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) mündlich, 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	• J. H. Ferziger, M. Peric, Numerische Strömungsmechanik, Spinger, 2008

Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik

1	**Modulbezeichnung** 94300	**Technische Thermodynamik (Vertiefung)** Focus Module: Technical Thermodynamics	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikumsversuch - Laminare Brenngeschwindigkeit (3 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Praktikumsversuch - Raman Spektroskopie (3 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Praktikumsversuch - Verbrennungskalorimetrie (3 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Praktikumsversuch - Wärmeübertrager (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Übung zu Techn. Thermodynamik (Vertiefung) für CBI und CEN (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Technische Thermodynamik (Vertiefung) für CBI und CEN (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 1,5 ECTS 3,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Stefan Will	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Franz Huber Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	Das Modul Technische Thermodynamik - Vertiefung beinhaltet neben einer Wiederholung der Grundlagen zur Bilanzierung von Masse, Energie, Impuls, Entropie und Exergie die Themen Verbrennungstechnik, Strömungsprozesse und Einführung in die Gasdynamik, Kältetechnik sowie Energiespeicher. Das Thema Verbrennungsprozesse soll zugleich als allgemeine Einführung in die thermodynamische Behandlung von Systemen dienen, in denen chemische Reaktionen stattfinden. Schwerpunkte der energetischen Betrachtung von Verbrennungsprozessen bilden die Berechnung der freigesetzten Wärme sowie die Verbrennungstemperatur. Mit Hilfe von Entropiebilanzen wird die Effizienz von Verbrennungsprozessen in Form des exergetischen Wirkungsgrades bzw. in Form von auftretenden Exergieverulusten analysiert. Bei Strömungsprozessen sollen insbesondere kompressible Medien und somit auch Hochgeschwindigkeitsströmungen betrachtet werden, bei denen strömungsmechanische und thermodynamische Vorgänge stets miteinander verknüpft ablaufen. Hier werden neben den Grundgleichungen zur Modellierung von entsprechenden Strömungen und Zustandsänderungen spezielle Anwendungen von Düse und Diffusor diskutiert, z.B. im Bereich der Antriebstechnik und Kältetechnik. Das Thema Kältetechnik behandelt zunächst theoretisch deren Grundaufgaben. Schwerpunkte bilden dann unterschiedliche Verfahren und Anlagen zur Erzeugung von tiefen Temperaturen einschließlich derer zur Gasverflüssigung. Bei der Auslegung und Optimierung von Anlagen zur Erzeugung mäßig tiefer Temperaturen, z.B. in Form von Kompressions-, Dampfstrahl- und Absorptionskältemaschine, werden auch ökologische und ökonomische Kriterien bei Auswahl von Kältemitteln gegenübergestellt. Im Kapitel Energiespeicher werden nach einer Einführung zunächst Druckluftspeicher behandelt. Es werden

		verschiedene Speicher zur thermischen Speicherung vorgestellt. Einen Schwerpunkt bilden Pumped Thermal Energy Storgages" (Carnot-Batterien"), hier werden der Brayton-Cycle und die Kombination Wärmepunmpe / Organic Rankine Cycle näher betrachtet.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wenden wesentliche thermodynamische Grundlagen zur Konzeptionierung und Entwicklung von Systemen und Prozessen der Energie- und Verfahrenstechnik, darunter speziell solcher der Verbrennungs-, Strömungs-, Kälte- und Wärmetechnik an • können Berechnungen zur thermodynamischen Optimierung analysieren und selbständig durchführen sowie die notwendigen Hilfsmittel methodisch angemessen anwenden • diskutieren die Auslegung und Optimierung von Anlagen im Bereich der Wärme-, Energie- und Verfahrenstechnik unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Kriterien
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: Technische Thermodynamik I für CBI
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Praktikumsleistung Mündliche Prüfung, 20-30 Min Studienleistung: 3-4 Versuche, pro Versuch ein Protokoll (5-10 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	H. D. Baehr und S. Kabelac, Thermodynamik, Springer 2009 (14. Auflage) E. Hahne, Technische Thermodynamik, Oldenbourg 2004 (4. Auflage) K. Lucas, Thermodynamik, Springer 2000 (2. Auflage) D. Rist, Dynamik realer Gase, Springer 1996

		R. Günther, Verbrennung und Feuerungen, Springer 1984 A. Bejan, Advanced Engineering Thermodynamics, John Wiley & Sons 1988

Wahlpflichtmodule mit Praktikum

1	**Modulbezeichnung** 42903	**Clean combustion technology with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Clean Combustion Technology (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Exercises in Clean Combustion Technology (2 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Lab Course in Clean Combustion Technology (3 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Florian Bauer Prof. Dr.-Ing. Stefan Will	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	• Einführung in die Verbrennungstechnik: Grundlagen, laminare Flammen, turbulente Flammen, Verbrennungsmodellierung , Schadstoffbildung, Anwendungsbeispiele. • Einführung in numerische Simulation von Strömungen mit Verbrennung. Content: • Introduction to combustion technology: Fundamentals, laminar flames, turbulent flames, conservation equations, modeling of combustion systems, pollutant formation, applications. • Introduction in numerical simulation of flows with combustion.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden verfügen über vertiefte Fach- und Methodenkompetenzen im Bereich der Verbrennungstechnik, Verbrennungsmodellierung, Schadstoffbildung und der technischen Anwendungen • können unterschiedliche Flammentypen charakterisieren und realisierte technische Anwendungen hinsichtlich Wirkungsgrad und Emissionen vergleichen und bewerten • können die globale Verbrennung sowie einfache Flammen mit thermodynamischen Erhaltungsgleichungen beschreiben • sind mit der interdisziplinären Arbeitsweise an der Schnittstelle von Strömungsmechanik, Thermodynamik und Reaktionstechnik vertraut • haben Verständnis von Methoden der experimentellen und numerischen Verbrennungsanalyse • sind zum Einstieg in die universitäre als auch industrielle Forschung und Entwicklung auf einem aktuellen Themengebiet der Energietechnik befähigt • sind mit den neusten Entwicklungen auf dem Gebiet der technischen und motorischen Verbrennungssysteme vertraut Students will... • gain in-depth technical and methodological knowledge in combustion technology, combustion modeling, pollutant formation and engineering applications

		• are able to characterize different flame types and evaluate technical applications with respect to efficiency and pollutants • can describe global reaction equations as well as simple flames with thermodynamic conservation equations • are familiar with the interdisciplinary approach at the interface of fluid mechanics, thermodynamics and reactive flows • have an understanding of methods of experimental and numerical combustion analysis • are capable of entering university as well as industrial research and development in current topics of energy engineering • are familiar with the development in the field of applicative and engineered combustion systems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundwissen Thermodynamik und Strömungsmechanik hilfreich. Auch für StudentInnen anderer Fachrichtungen geeignet (Chemie, Physik, Mathematik, Maschinenbau, Mechatronik, Computational Engineering). Prerequisites: Basic Thermodynamics and Fluid Dynamics is helpful. Students of other subjects (Chemistry, Physics, Mathematics, Mechanical Engineering, Mechatronics, Computational Engineering) can also participate.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Variabel Written exam with a combination of multiple-choice and open questions (120 Min) Achievement: two experiments, one protocol per experiment (5-10 pages)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Variabel (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Verbrennung", 3. Auflage, Springer-Verlag, 2001 • Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Combustion", 4th Edition, Springer-Verlag, 2006 • Joos, F. "Technische Verbrennung", Springer-Verlag, 2006

1	**Modulbezeichnung** 42950	**Optical diagnostics in energy and process engineering with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS) Übung: CBI-Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (Exercise) (2 SWS) Übung: Fragestunde (2 SWS) Praktikum: Lab Course in Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (3 SWS)	5 ECTS - - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Franz Huber Dr.-Ing. Florian Bauer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Franz Huber Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	**Introduction to conventional and novel optical techniques to measure state and process functions in thermodynamical systems:** • Properties of light; properties of molecules; Boltzmann distribution • Geometric optics and optical devices • Lasers (HeNe, Nd:YAG, dye, frequency conversion); continuous wave and pulsed lasers • Photoelectric effect; photodetectors (photomultiplier, photodiode, CCD, CMOS, image intensifier); digital image processing; image noise and resolution • Shadowgraphy and Schlieren techniques (flow and mixing) • Elastic light scattering (Mie scattering, Rayleigh thermometry, nanoparticle size and shape, droplet sizing) • Raman scattering (species concentration, temperature, diffusion) • Incandescence (thermal radiation, temperature fields, pyrometry, particle sizing) • Velocimetry (flow fields, velocity) • Absorption (temperature, pressure, species, concentration) • Fluorescence and phosphorescence (temperature, species, concentration)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students gain technical and technological skills in the field of optical techniques for the measurement of state and process variables in thermodynamic / energy processes and the investigation of these processes. They • are familiar with the state of the art and latest developments in optical measurement techniques applied in thermodynamics / energy processes • can assess the applicability of measurement techniques in different environments • can apply different optical measurement techniques in thermodynamic processes and design experiments

		• can evaluate data gained from optical measurement techniques and assess the quality of data • know interdisciplinary approaches in the fields of optics, thermodynamics, heat and mass transfer and fluid mechanics • are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basics in thermodynamics and fluid mechanics. Students of other subjects (Chemical- and Bioengineering, Mechanical Engineering, Life Science Engineering, Energy Technology, Computational Engineering) can participate.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Praktikumsleistung Oral Examination, 20-30 Min Achievement: two experiments, one protocol per experiment (5-10 pages)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Slides • Bräuer, Andreas: In situ Spectroscopic Techniques at High Pressure, Amsterdam 2015

1	**Modulbezeichnung** 44970	**Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik mit Praktikum** Thermophysical properties of working materials in process and energy engineering (with laboratory course)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (4 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Praktikum in Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Tobias Klein Patrick Schmidt Chathura Hewa Kankanamge Dr.-Ing. Michael Rausch Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba
5	**Inhalt**	• Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik • Gleichgewichtseigenschaften zur Charakterisierung von Arbeitsstoffen, z.B. in Form der thermodynamischen Zustandseigenschaften und -größen Dichte, innere Energie, Enthalpie, Entropie, spezifische Wärmekapazität, Schallgeschwindigkeit, Brechungsindex, Oberflächen- und Grenzflächenspannung • Transporteigenschaften zur Charakterisierung des molekularen Masse-, Energie- und Impulstransportes, z.B. Viskosität, Diffusionskoeffizient, Soret-Koeffizient, Thermodiffusionskoeffizient, Wärme- und Temperaturleitfähigkeit • Anwendungsbezogene Stoffdatenrecherche in der wissenschaftlichen Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken • Korrelationen und Vorhersagemethoden für Stoffeigenschaften • Methoden zur experimentellen Bestimmung und prozessbegleitenden Messung von Stoffdaten, insbesondere durch moderne laseroptische Techniken • Grundzüge der theoretischen Bestimmung von Stoffdaten mit Hilfe der molekularen Modellierung • Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen • Im Rahmen des Praktikums werden an 9 Terminen verschiedene praktische Aspekte im Zusammenhang mit Stoffdaten behandelt. Dabei werden z.B. die Bestimmung von Viskosität und Diffusionskoeffizient mittels Dynamischer Lichtstreuung und die Analyse der entsprechenden

		Größen mittels molekularer Modellierung sowie die Charakterisierung von maßgeschneiderten Arbeitsfluiden für Hochtemperaturwärmepumpensysteme und Organic Rankine Cycles über die Erstellung einer Zustandsgleichung demonstriert. Zudem führen die Studierenden in einigen Fällen selbständig Versuchsauswertungen bzw. Datenanalysen durch. *Content* • The importance of thermophysical properties in process and energy engineering • Equilibrium properties for the characterization of working materials, e.g., in the form of thermodynamic properties of state and other equilibrium properties such as density, internal energy, enthalpy, entropy, specific heat capacity, sound speed, refractive index, surface or interfacial tension, etc. • Transport properties for the characterization of molecular transfer of mass, energy, and momentum, e.g. diffusion coefficients, Soret coefficient, thermal diffusion coefficient, thermal conductivity, thermal diffusivity, and viscosity • Use-oriented inquiry of thermophysical property data in scientific literature, table compilations, and databases • Correlation and prediction of thermophysical properties • Methods for experimental determination and in-process measurement of thermophysical properties, in particular by laser-optical techniques • Basics of the theoretical prediction of thermophysical properties by molecular modeling • Development of thermal and caloric equations of state • In the lab course, several practical aspects in context with thermophysical properties will be treated within 9 events. Here, for example, the determination of viscosity and diffusion coefficients by Dynamic Light Scattering, the evaluation of the same properties by molecular modeling, and the characterization of tailor-made working fluids for high-temperature heat pump systems and Organic Rankine Cycles by the development of equations of state will be demonstrated. In context with some of these events, the students will perform data evaluations and analyses.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind mit der Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik in Form von Gleichgewichts- und Transporteigenschaften vertraut, • verwenden verschiedene Bezugsquellen für Stoffeigenschaften (Recherche in wissenschaftlicher Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken; Korrelationen und Vorhersagemethoden; theoretische und experimentelle Bestimmung) eigenständig und wählen diese bedarfsgerecht und abhängig vom resultierenden Nutzen und Aufwand aus,

		• kennen die Herangehensweisen zur Korrelation und Vorhersage von Stoffeigenschaften sowie zur Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen und übertragen diese Herangehensweisen auf andere Stoffe, • sind mit experimentellen Methoden zur Stoffdatenbestimmung vertraut, insbesondere mit laseroptischen Messtechniken, • verstehen die Grundzüge der molekularen Modellierung zur theoretischen Bestimmung von Stoffdaten, • wählen Arbeitsmedien mit definierten Stoffeigenschaften für eine optimierte Gestaltung von Verfahren und Prozessen der Energie- und Verfahrenstechnik aus und • Die Studierenden führen selbständig Praktikumsversuche durch, indem sie beispielsweise Diffusionskoeffizienten mittels Dynamischer Lichtstreuung bestimmen und mittels molekularer Modellierung analysieren, Viskositäten und Grenzflächenspannungen mit optischen und konventionellen Methoden messen sowie maßgeschneiderte Arbeitsfluide für Hochtemperaturwärmepumpensysteme und Organic Rankine Cycles über die Erstellung einer Zustandsgleichung charakterisieren. *Education objectives and competences* The students • are aware of the importance of thermophysical properties in process and energy engineering in the form of equilibrium and transport properties, • use various sources for thermophysical properties (scientific literature, table compilations, databases, correlations, predictions, theoretical and experimental determination) independently and select the respective sources in a use-oriented way considering the resulting effort and benefit, • know the approaches for the correlation and prediction of thermophysical properties as well as for developing equations of state, and are able to transfer these approaches to other systems, • are familiar with experimental methods for the determination of thermophysical properties, in particular with laser-optical methods, • understand the basics of the use of molecular modeling for the theoretical determination of thermophysical properties, • select working materials with defined thermophysical properties for an optimized design of processes in energy and process engineering, and • conduct experiments independently by, e.g., determining diffusion coefficients using Dynamic Light Scattering, evaluating the same properties by molecular modeling, measuring viscosities and interfacial tensions by optical and conventional methods, and characterizing tailor-made working fluids for high-temperature heat pump systems and Organic Rankine Cylces by the development of equations of state.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse der Technischen Thermodynamik sowie der Wärme-, Stoff- und Impulsübertragung Basic knowledge on Engineering Thermodynamics as well as heat, mass, and momentum transfer
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Praktikumsleistung mündliche Prüfung zum Stoff von Vorlesung und Übung (30 Min) Teilnahmepflicht am Praktikum und Ausarbeitung zu den Praktikumsversuchen von insgesamt ca. 10-20 Seiten oral examination related to the contents of lectures and exercises (30 min) mandatory presence at lab course events and reports on the experiments covering in total about 10-20 pages
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Note der mündlichen Prüfung grade of the oral examination
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• R. C. Reid, J. M. Prausnitz, B. E. Poling, The properties of gases and liquids, McGraw Hill Book Co., New York, 1987 • Recommended Reference Materials for the Realization of Physicochemical Properties, K. N. Marsh (ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1987 • Measurement of the Transport Properties of Fluids, W. A. Wakeham, A. Nagashima, and J. V. Sengers (eds.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1991 • R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik: Grundlagen und Anwendungen, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1995 • R. W. Kunz, Molecular Modelling für Anwender, Teubner, Stuttgart 1997 • M. J. Assael, J. P. M. Trusler, T. F. Tsooakis, Thermophysical Properties of Fluids, Imperial College Press, London, 1996 • Transport Properties of Fluids, J. Millat, J. H. Dymond, and C. A. Nieto de Castro (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 1996

		• J. M. Haile, Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997 • G. Grimvall, Thermophysical Properties of Materials, Elsevier, Amsterdam, 1999 • J. A. Wesselingh, R. Krishna, Mass Transfer in Multicomponent Mixtures, Delft University Press, Delft, The Netherlands, 2000 • Equations of State for Fluids and Fluid Mixtures, J. V. Sengers, R. F. Kayser, C. J. Peters, and H. J. White, Jr. (eds.), Elsevier, Amsterdam 2000 • Measurement of the Thermodynamic Properties of Single Phases, A. R. H. Goodwin, K. N. Marsh, and W. A. Wakeham (eds.), Elsevier, Amsterdam 2003 • Diffusion in Condensed Matter, P. Heitjans and J. Kärger (eds.), Springer, New York 2005 • R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, Transport Phenomena, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 2007 • C. L. Yaws, Thermophysical Properties of Chemicals and Hydrocarbons, William Andrew, Inc., Norwich, 2008 • Applied Thermodynamics of Fluids, A. R. H. Goodwin, J. V. Sengers, C. J. Peters (eds.), Elsevier, Amsterdam, 2010 • Experimental Thermodynamics Volume IX: Advances in Transport Properties of Fluids, M. J. Assael, A. R. H. Goodwin, V. Vesovic, and W. A. Wakeham (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2014

1	**Modulbezeichnung** 42901	**Process control and plant safety with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Process Control and Plant Safety (Lab Course) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	Content: • Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Variabel (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 • Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 42917	**Clean combustion technology**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Clean Combustion Technology (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Exercises in Clean Combustion Technology (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Florian Bauer Prof. Dr.-Ing. Stefan Will	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	Introduction to combustion technology: fundamentals, laminar flames, turbulent flames, combustion modeling , pollutant formation, application. Introduction to numerical simulation of flows with combustion.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will... • gain in-depth technical and methodological knowledge in combustion technology, combustion modeling, pollutant formation and engineering applications • are able to characterize different flame types and evaluate technical applications with respect to efficiency and pollutants • can describe global reaction equations as well as simple flames with thermodynamic conservation equations • are familiar with the interdisciplinary approach at the interface of fluid mechanics, thermodynamics and reactive flows • have an understanding of methods of experimental and numerical combustion analysis • are capable of entering university as well as industrial research and development in current topics of energy engineering • are familiar with the development in the field of applicative and engineered combustion systems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of thermodynamics and fluid mechanics is recommended. Also suitable for students in other disciplines (chemistry, physics, mathematics, mechanical engineering, mechatronics, computational engineering).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Written exam with a combination of multiple-choice and open questions (120 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Verbrennung", 3. Auflage, Springer-Verlag, 2001 • Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Combustion", 4th Edition, Springer-Verlag, 2006 • Joos, F. "Technische Verbrennung", Springer-Verlag, 2006

1	**Modulbezeichnung** 42935	**Optical diagnostics in energy and process engineering**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS) Übung: CBI-Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (Exercise) (2 SWS) Übung: Fragestunde (2 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Franz Huber Dr.-Ing. Florian Bauer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Franz Huber Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	**Introduction to conventional and novel optical techniques to measure state and process functions in thermodynamical systems:** • Properties of light; properties of molecules; Boltzmann distribution • Geometric optics and optical devices • Lasers (HeNe, Nd:YAG, dye, frequency conversion); continuous wave and pulsed lasers • Photoelectric effect; photodetectors (photomultiplier, photodiode, CCD, CMOS, image intensifier); digital image processing; image noise and resolution • Shadowgraphy and Schlieren techniques (flow and mixing) • Elastic light scattering (Mie scattering, Rayleigh thermometry, nanoparticle size and shape, droplet sizing) • Inelastic (Raman) scattering (species concentration, temperature, diffusion) • Incandescence (thermal radiation, temperature fields, pyrometry, particle sizing) • Velocimetry (flow fields, velocity) • Absorption spectroscopy (temperature, pressure, species, concentration) • Fluorescence and phosphorescence (temperature, species, concentration)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students gain technical and technological skills in the field of optical techniques for the measurement of state and process variables in thermodynamic / energy processes and the investigation of these processes. They • are familiar with the state of the art and latest developments in optical measurement techniques applied in thermodynamics / energy processes • can assess the applicability of measurement techniques in different environments • can apply different optical measurement techniques in thermodynamic processes and design experiments

		• can evaluate data gained from optical measurement techniques and assess the quality of data • know interdisciplinary approaches in the fields of optics, thermodynamics, heat and mass transfer and fluid mechanics • are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basics in thermodynamics and fluid mechanics. Students of other subjects (Chemical- and Biological Engineering, Mechanical Engineering, Life Science Engineering, Energy Technology, Computational Engineering) can participate.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Mündliche Prüfung, 20-30 Min Oral examination, 20-30 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Slides • Hanson, R.K., Spectroscopy and Optical Diagnostics for Gases, Springer, 2016 • Bräuer, A: In situ Spectroscopic Techniques at High Pressure, Amsterdam 2015

1	**Modulbezeichnung** 44960	**Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik** Thermophysical properties of working materials in process and energy engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (4 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Tobias Klein Patrick Schmidt Chathura Hewa Kankanamge Dr.-Ing. Michael Rausch Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba
5	**Inhalt**	• Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik • Gleichgewichtseigenschaften zur Charakterisierung von Arbeitsstoffen, z.B. in Form der thermodynamischen Zustandseigenschaften und -größen Dichte, innere Energie, Enthalpie, Entropie, spezifische Wärmekapazität, Schallgeschwindigkeit, Brechungsindex, Oberflächen- und Grenzflächenspannung • Transporteigenschaften zur Charakterisierung des molekularen Masse-, Energie- und Impulstransportes, z.B. Viskosität, Diffusionskoeffizient, Soret-Koeffizient, Thermodiffusionskoeffizient, Wärme- und Temperaturleitfähigkeit • Anwendungsbezogene Stoffdatenrecherche in der wissenschaftlichen Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken • Korrelationen und Vorhersagemethoden für Stoffeigenschaften • Methoden zur experimentellen Bestimmung und prozessbegleitenden Messung von Stoffdaten, insbesondere durch moderne laseroptische Techniken • Grundzüge der theoretischen Bestimmung von Stoffdaten mit Hilfe der molekularen Modellierung • Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen *Content* • The importance of thermophysical properties in process and energy engineering • Equilibrium properties for the characterization of working materials, e.g., in the form of thermodynamic properties of state and other equilibrium properties such as density, internal energy, enthalpy, entropy, specific heat capacity, sound speed, refractive index, surface or interfacial tension, etc. • Transport properties for the characterization of molecular transfer of mass, energy, and momentum, e.g. diffusion

		coefficients, Soret coefficient, thermal diffusion coefficient, thermal conductivity, thermal diffusivity, and viscosity • Use-oriented inquiry of thermophysical property data in scientific literature, table compilations, and databases • Correlation and prediction of thermophysical properties • Methods for experimental determination and in-process measurement of thermophysical properties, in particular by laser-optical techniques • Basics of the theoretical prediction of thermophysical properties by molecular modeling • Development of thermal and caloric equations of state
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind mit der Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik in Form von Gleichgewichts- und Transporteigenschaften vertraut, • verwenden verschiedene Bezugsquellen für Stoffeigenschaften (Recherche in wissenschaftlicher Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken; Korrelationen und Vorhersagemethoden; theoretische und experimentelle Bestimmung) eigenständig und wählen diese bedarfsgerecht und abhängig vom resultierenden Nutzen und Aufwand aus, • kennen die Herangehensweisen zur Korrelation und Vorhersage von Stoffeigenschaften sowie zur Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen und übertragen diese Herangehensweisen auf andere Stoffe, • sind mit experimentellen Methoden zur Stoffdatenbestimmung vertraut, insbesondere mit laseroptischen Messtechniken, • verstehen die Grundzüge der molekularen Modellierung zur theoretischen Bestimmung von Stoffdaten und • wählen Arbeitsmedien mit definierten Stoffeigenschaften für eine optimierte Gestaltung von Verfahren und Prozessen der Energie- und Verfahrenstechnik aus. *Education objectives and competences* The students • are aware of the importance of thermophysical properties in process and energy engineering in the form of equilibrium and transport properties, • use various sources for thermophysical properties (scientific literature, table compilations, databases, correlations, predictions, theoretical and experimental determination) independently and select the respective sources in a use-oriented way considering the resulting effort and benefit, • know the approaches for the correlation and prediction of thermophysical properties as well as for developing equations of state, and are able to transfer these approaches to other systems, • are familiar with experimental methods for the determination of thermophysical properties, in particular with laser-optical methods,

		• understand the basics of the use of molecular modeling for the theoretical determination of thermophysical properties, • select working materials with defined thermophysical properties for an optimized design of processes in energy and process engineering.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse der Technischen Thermodynamik sowie der Wärme-, Stoff- und Impulsübertragung Basic knowledge on engineering thermodynamics as well as heat, mass, and momentum transfer
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich mündliche Prüfung zum Stoff von Vorlesung und Übung oral examination based on the contents of lectures and exercises
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• R. C. Reid, J. M. Prausnitz, B. E. Poling, The properties of gases and liquids, McGraw Hill Book Co., New York, 1987 • Recommended Reference Materials for the Realization of Physicochemical Properties, K. N. Marsh (ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1987 • Measurement of the Transport Properties of Fluids, W. A. Wakeham, A. Nagashima, and J. V. Sengers (eds.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1991 • R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik: Grundlagen und Anwendungen, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1995 • R. W. Kunz, Molecular Modelling für Anwender, Teubner, Stuttgart 1997 • M. J. Assael, J. P. M. Trusler, T. F. Tsooakis, Thermophysical Properties of Fluids, Imperial College Press, London, 1996 • Transport Properties of Fluids, J. Millat, J. H. Dymond, and C. A. Nieto de Castro (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 1996 • J. M. Haile, Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997 • G. Grimvall, Thermophysical Properties of Materials, Elsevier, Amsterdam, 1999

		• J. A. Wesselingh, R. Krishna, Mass Transfer in Multicomponent Mixtures, Delft University Press, Delft, The Netherlands, 2000 • Equations of State for Fluids and Fluid Mixtures, J. V. Sengers, R. F. Kayser, C. J. Peters, and H. J. White, Jr. (eds.), Elsevier, Amsterdam 2000 • Measurement of the Thermodynamic Properties of Single Phases, A. R. H. Goodwin, K. N. Marsh, and W. A. Wakeham (eds.), Elsevier, Amsterdam 2003 • Diffusion in Condensed Matter, P. Heitjans and J. Kärger (eds.), Springer, New York 2005 • R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, Transport Phenomena, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 2007 • C. L. Yaws, Thermophysical Properties of Chemicals and Hydrocarbons, William Andrew, Inc., Norwich, 2008 • Applied Thermodynamics of Fluids, A. R. H. Goodwin, J. V. Sengers, C. J. Peters (eds.), Elsevier, Amsterdam, 2010 • Experimental Thermodynamics Volume IX: Advances in Transport Properties of Fluids, M. J. Assael, A. R. H. Goodwin, V. Vesovic, and W. A. Wakeham (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2014

1	**Modulbezeichnung** 43700	**Transportprozesse** Transport processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transportprozesse (2 SWS) Übung: Transportprozesse Übung (1 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Nicklas Lindacher Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	• Transportvorgänge: Wärme-, Stoff-, und Impulsübertragung • Auf Basis der kinetischen Gastheorie werden Gleichungen zur Beschreibung von Transportvorgängen (allgemeine Transportgleichung, Fouriersches Gesetz, Ficksche Gesetze,) hergeleitet und für in der Technik typischen Geometrien und Randbedingungen angewandt • Herleitung von allgemeinen Differentialgleichungen zur Beschreibung technischer Problemstellungen • Aufbereitung von Problemstellungen mit analytischen Lösungsverfahren und Analyse der erhaltenen Ergebnisse und ihrer Bedeutung in Wissenschaft und Technik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erhalten vertiefende Kenntnisse in der Impuls- , Wärme- und Stoffübertragung • können Gleichungen zur Beschreibung technischer Aufgabenstellungen eigenständig herleiten und anwenden • erlernen die prädiktive qualitative Lösung von Transportproblemen • erlernen die analytische Lösung von (einfachen) Transportproblemen • verstehen die Zusammenhänge und Einflüsse von Diffusion und Konvektion bei Transportproblemen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (120 Minuten) mündliche Prüfung, 30 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 45291	**Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe)** Applied thermo-fluid dynamics (Power train systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) Übung (1 SWS) Vorlesung: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) (2 SWS) Exkursion: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) Exkursion (1 SWS)	- - -
3	Lehrende	Felix Schönhofer Kira Ohlinger Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	Motorische Verbrennung: • Einführung: Funktionsweise von Hubkolbenmotoren im Vergleich zu anderen Wärmekraftmaschinen, 2- und 4-Taktverfahren, Otto- und Dieselmotoren, Regelungsverfahren, Marktsituation • Bauformen von Verbrennungsmotoren • Kraftstoffe und ihre Eigenschaften, Kraftstoff-Kenngrößen in der motorischen Verbrennung • Kenngrößen von Verbrennungsmotoren • Konstruktionselemente: Zylinderblock, Zylinderkopf, Kurbeltrieb, Kolbenbaugruppe, Ventiltrieb, Steuertrieb • Motormechanik: Mechanische Belastungen am Beispiel des Massenausgleichs in Mehrzylindermotoren und des Ventiltriebs • Thermodynamik des Verbrennungsmotors: Vergleichsprozessrechnung offene und geschlossene Vergleichsprozesse • Ladungswechsel, Kenngrößen des Ladungswechsels, Aufladung von Verbrennungsmotoren: Turbo- und mechanische Aufladung • Einspritz- und Zündsysteme, Steuerung- und Regelung von Verbrennungsmotoren • Gemischbildung / Verbrennung / Schadstoffe in Otto- und Dieselmotoren, gesetzl. vorgeschriebene Prüfzyklen Brennstoffzellen: • Grundlagen und Aufbau einer Brennstoffzelle • Thermodynamik der Brennstoffzelle • Einordung Brennstoffzellentechnologie in Transport und Verkehr • Verschiedene Arten von Brennstoffzellen • Alterungsvorgänge von Brennstoffzellen • Fahrzeugperipherie von Brennstoffzellen • Zukünftige Brennstoffzellensysteme

		Batterieelektrische Systeme: • Batterietechnik: Grundlagen • Ladeverhalten von Li-Ionen-Akkus • Alterungsvorgänge von Li-Ionen-Akkus • BEV – Aufbau bis Stand der Technik • Zukunftstechnologien
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • Kennen die Grundlagen, Begriffe und Kenngrößen der Motoren, Brennstoffzellen- und Akkumulatortechnik • Kennen Bauformen und Prozessführung von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen • Kennen die Bauteile/Baugruppen, Bauformen und wesentliche Berechnungsverfahren von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen (inkl. Peripherie) und batterieelektrischen Systemen und können diese anwenden und weiterentwickeln • Können Zusammenhänge zwischen Kraftstoffeigenschaften und motorischen Brennverfahren und Maschinenausführungen herstellen und weiterentwickeln • Können Wirkungsgrade unterschiedlicher Antriebssysteme anhand von (Vergleichs#)Prozessrechnungen analysieren, bewerten und weiterentwickeln • Kennen Ladungswechselsysteme für Otto- und Dieselmotoren, deren Eigenschaften und Kenngrößen, kennen Auflade-Systeme und grundlegende Berechnungen von Auflade-Systemen • Kennen typische Gemischbildungs- und Zündsysteme, Regelverfahren von Verbrennungsmotoren • Kennen Peripherie- und Versorgungssysteme von Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen und können grundlegende charakteristische Größen berechnen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Klausur, 120min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Merker, Teichmann(Hrsg.): Grundlagen Verbrennungsmotoren, Springer (2018) • van Basshuysen, Schäfer (Hrsg.): Handbuch Verbrennungsmotor, Springer (2017) • Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill (1988) • Pischinger, Klell, Sams: Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine, Springer (2009) • Ganesan: Internal Combustion Engines, McGraw-Hill (2015) • Reif (Hrsg.): Dieselmotor-Management, Springer (2012) • Reif (Hrsg.): Ottomotor-Management im Überblick, Springer (2015) • Tschöke, Mollenhauer, Maier (Hrsg.): Handbuch Dieselmotoren, Springer (2018) • O'Hayre, Cha, Colella, Prinz: Fuel Cell Fundamentals, Wiley & Sons (2016) • Kurzweil: Brennstoffzellentechnik, Springer (2013) • Barbir: PEM Fuel Cells, Elsevier (2013) • Kampker, Vallée, Schnettler: Elektromobilität - Grundlagen einer Zukunftstechnologie, Springer (2018)

1	**Modulbezeichnung** 45310	**Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik** Thermal power plants and power plant technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik (1 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik (2 SWS) (WiSe 2026)	2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl Constantin Heim	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	1. Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen der Stromerzeugung 2. Thermodynamische Grundlagen der Kraftwerkstechnik • Dampfkraftprozesse, • Gasturbinenprozesse • Gasmotorenprozesse • Kombiprozesse 4. Kohlekraftwerke mit Carbon Capture and Sequestration (CCS) 5. Dampfkraftprozesse für Erneuerbare Energien 6. Kernkraftwerke 7. Organic Rankine Cycles für die Abwärmenutzung 8. Gasturbinen- und hocheffiziente GUD-Kraftwerke 9. Stationäre Gasmotoren für die Kraft-Wärme-Kopplung 10. Carnot-Batterien Zur Vorlesung gehört eine Übung, in der mit der Programmiersprache Python einfache Kraftwerksprozesse programmiert werden • Solarthermische Kraftwerke • Geothermische Kraftwerke • Biomasse-Kraftwerke
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen Technologien und Komponenten der Kraftwerkstechnik • haben einen grundlegenden Überblick über energiewirtschaftliche Fragen der Kraftwerkstechnik • analysieren Energieumwandlungsprozesse zur Erzeugung von elektrischer Energie in thermischen Kraftwerken • können technische Realisierung von Kraftwerken nachvollziehen und Vorschläge zur Optimierung erarbeiten und bewerten • wenden thermodynamische Prinzipien zur Prozessoptimierung an und können diese Methoden zur Prozessoptimierung weiterentwickeln • können thermodynamische Kreisprozesse mit der Programiersprache Python berechnen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfehlung: Vorlesung Technische Thermodynamik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Klausur, Dauer: 60 Min.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	J. Karl, Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg Verlag K. Strauß, Kraftwerkstechnik, Springer Verlag H. Effenberger, Dampferzeugung, Springer-Verlag H. Spliethoff, Power genration from Solid Fuels, Springer-Verlag J. Karl, Klimawende, neobooks

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik

1	**Modulbezeichnung** 94410	**Thermische Verfahrenstechnik (Vertiefung)** Focus Module: Separation Science and Technology	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vertiefung Thermische Verfahrenstechnik (VL) (3 SWS) (SoSe 2026) Übung: Vertiefung Thermische Verfahrenstechnik (UE) (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Detlef Freitag Prof. Dr. Matthias Thommes Andreas Schuß Lukas Sandner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Thommes
5	**Inhalt**	Applikationen und Prozesse basierend auf Adsorption (inkl. PSA, TSA), zielgerichtete Adsorbenscharakterisierung, spez. chromatographische Verfahren, Sonderverfahren der Rektifikation, Anwendung von Hybridverfahren, ausgewählte Aspekte der Membrantechnologie, Trocknungsprozesse
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verfügen über vertiefende Fach- und Methodenkompetenzen aus dem Bereich der thermischen Verfahrenstechnik und Trennverfahren • können thermische Prozesse selbständig beschreiben • sind mit den Details wichtiger Grundoperationen (Unit Operations) vertraut und können diese selbständig zur Lösung von Trennaufgaben in der Labor- und Industriepraxis anwenden • sind fähig Experimente eigenständig zu planen und durchzuführen • können die Ergebnisse der selbständig durchgeführten wissenschaftlichen Experimente protokollieren, analysieren, auswerten und kritisch diskutieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (120 Minuten) Praktikumsleistung Prüfungsleistung: Klausur, 120 Min Studienleistung: Praktikumsbericht (10 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Wahlpflichtmodule mit Praktikum

1	**Modulbezeichnung** 45070	**Hochdrucktrenntechnik mit Praktikum** High-pressure separation technologies (with laboratory)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Hochdrucktrenntechnik (VL) (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Hochdrucktrenntechnik (VL) (2 SWS) (WiSe 2026) Übung: Hochdrucktrenntechnik (UE) (1 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Hochdrucktrenntechnik (PR) (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 5 ECTS - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Detlef Freitag Dr.-Ing. Detlef Freitag Dr.-Ing. Martin Drescher Prof. Dr. Matthias Thommes	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Martin Drescher
5	**Inhalt**	Vorstellung moderner Hochdrucktrennverfahren. Im ersten Teil des Moduls werden Thermodynamik, Fluiddynamik und Transportprozesse in Hochdrucksystemen behandelt. Hierbei wird insbesondere auf die technischen Anwendungsmöglichkeiten, die sich aus den speziellen Eigenschaften der Hochdrucksysteme ergeben, eingegangen. Im Weiteren werden Trennverfahren zur Gewinnung von Wertstoffen aus festen Ausgangsprodukten (z.B. Hopfen, Kaffee, Gewürze) und Flüssigkeiten vorgestellt. Abschließend werden integrierte und kombinierte Prozesse behandelt, bei denen die Trennung mit modernen Verfahren zur Produktkonfektionierung oder zur Energierückgewinnung enthalten sind. Im praktischen Teil des Moduls werden Hochdruck-Phasengleichgewichte an einem Hochdruckautoklaven gemessen. Die gemessenen Werte (Gasvolumina, Temperaturen,...) werden für weitere Berechnungen und Auftragungen (evtl. incl. einer kleinen Fehlerabschätzung) im Laufe des Labors umgesetzt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden: • haben umfassende Kenntnisse im Bereich der nahe- und überkritischen Fluide, Phasengleichgewichte bei hohen Drücken und deren Anwendung in verfahrenstechnischen Anlagen zur Stofftrennung, der chem. Synthese bzw. der Behandlung von Materialien unter Hochdruck. • kennen die wichtigsten kommerziell betriebenen Anwendungen wie z.B. die Hochdruck-extraktion (z.B. Hopfen) und Polymerisation (Polyethylen) im Detail. • sind in der Lage verfahrenstechnische Konzepte für Aufgaben der Stofftrennung bzw. Produktkonfektionierung zu entwickeln, geeignete Prozessparameter (Druck, Temperatur)

		auszuwählen und die erforderlichen Berechnungen (Stoffbilanzen, Reaktionsausbeuten) durchzuführen. • kennen das hohe Anwendungspotential überkritischer Fluide in Zukunftstechnologien wie z.B. bei den Partikelsynthese-Verfahren und können entsprechende Prozesse konzipieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Physikalischer Chemie und Chemischer Thermodynamik dringend empfohlen!
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung Studienleistung: Praktikumsbericht (5-10 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vertiefend neben dem vorlesungsbegleitendem Material: G. Brunner, Gas Extraction, Steinkopff, Darmstadt, Springer New York, 1994 E. Stahl, K.-W. Quirin, D. Gerard, Verdichtete Gase zur Extraktion und Raffination, Springer Verlag 1987 M.B. King, T.R. Bott, Extraction of Natural Products using Near- Critical Solvents, Chapmann & Hall 1993 R. Eggers (Hrsg), Industrial high pressure applications, Wiley-VCH, Weinheim 2012

1	**Modulbezeichnung** 42950	**Optical diagnostics in energy and process engineering with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS) Übung: CBI-Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (Exercise) (2 SWS) Übung: Fragestunde (2 SWS) Praktikum: Lab Course in Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (3 SWS)	5 ECTS - - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Franz Huber Dr.-Ing. Florian Bauer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Franz Huber Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	**Introduction to conventional and novel optical techniques to measure state and process functions in thermodynamical systems:** • Properties of light; properties of molecules; Boltzmann distribution • Geometric optics and optical devices • Lasers (HeNe, Nd:YAG, dye, frequency conversion); continuous wave and pulsed lasers • Photoelectric effect; photodetectors (photomultiplier, photodiode, CCD, CMOS, image intensifier); digital image processing; image noise and resolution • Shadowgraphy and Schlieren techniques (flow and mixing) • Elastic light scattering (Mie scattering, Rayleigh thermometry, nanoparticle size and shape, droplet sizing) • Raman scattering (species concentration, temperature, diffusion) • Incandescence (thermal radiation, temperature fields, pyrometry, particle sizing) • Velocimetry (flow fields, velocity) • Absorption (temperature, pressure, species, concentration) • Fluorescence and phosphorescence (temperature, species, concentration)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students gain technical and technological skills in the field of optical techniques for the measurement of state and process variables in thermodynamic / energy processes and the investigation of these processes. They • are familiar with the state of the art and latest developments in optical measurement techniques applied in thermodynamics / energy processes • can assess the applicability of measurement techniques in different environments • can apply different optical measurement techniques in thermodynamic processes and design experiments

		• can evaluate data gained from optical measurement techniques and assess the quality of data • know interdisciplinary approaches in the fields of optics, thermodynamics, heat and mass transfer and fluid mechanics • are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basics in thermodynamics and fluid mechanics. Students of other subjects (Chemical- and Bioengineering, Mechanical Engineering, Life Science Engineering, Energy Technology, Computational Engineering) can participate.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Praktikumsleistung Oral Examination, 20-30 Min Achievement: two experiments, one protocol per experiment (5-10 pages)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Slides • Bräuer, Andreas: In situ Spectroscopic Techniques at High Pressure, Amsterdam 2015

1	**Modulbezeichnung** 44970	**Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik mit Praktikum** Thermophysical properties of working materials in process and energy engineering (with laboratory course)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (4 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Praktikum in Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Tobias Klein Patrick Schmidt Chathura Hewa Kankanamge Dr.-Ing. Michael Rausch Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba
5	**Inhalt**	• Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik • Gleichgewichtseigenschaften zur Charakterisierung von Arbeitsstoffen, z.B. in Form der thermodynamischen Zustandseigenschaften und -größen Dichte, innere Energie, Enthalpie, Entropie, spezifische Wärmekapazität, Schallgeschwindigkeit, Brechungsindex, Oberflächen- und Grenzflächenspannung • Transporteigenschaften zur Charakterisierung des molekularen Masse-, Energie- und Impulstransportes, z.B. Viskosität, Diffusionskoeffizient, Soret-Koeffizient, Thermodiffusionskoeffizient, Wärme- und Temperaturleitfähigkeit • Anwendungsbezogene Stoffdatenrecherche in der wissenschaftlichen Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken • Korrelationen und Vorhersagemethoden für Stoffeigenschaften • Methoden zur experimentellen Bestimmung und prozessbegleitenden Messung von Stoffdaten, insbesondere durch moderne laseroptische Techniken • Grundzüge der theoretischen Bestimmung von Stoffdaten mit Hilfe der molekularen Modellierung • Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen • Im Rahmen des Praktikums werden an 9 Terminen verschiedene praktische Aspekte im Zusammenhang mit Stoffdaten behandelt. Dabei werden z.B. die Bestimmung von Viskosität und Diffusionskoeffizient mittels Dynamischer Lichtstreuung und die Analyse der entsprechenden

		Größen mittels molekularer Modellierung sowie die Charakterisierung von maßgeschneiderten Arbeitsfluiden für Hochtemperaturwärmepumpensysteme und Organic Rankine Cycles über die Erstellung einer Zustandsgleichung demonstriert. Zudem führen die Studierenden in einigen Fällen selbständig Versuchsauswertungen bzw. Datenanalysen durch. *Content* • The importance of thermophysical properties in process and energy engineering • Equilibrium properties for the characterization of working materials, e.g., in the form of thermodynamic properties of state and other equilibrium properties such as density, internal energy, enthalpy, entropy, specific heat capacity, sound speed, refractive index, surface or interfacial tension, etc. • Transport properties for the characterization of molecular transfer of mass, energy, and momentum, e.g. diffusion coefficients, Soret coefficient, thermal diffusion coefficient, thermal conductivity, thermal diffusivity, and viscosity • Use-oriented inquiry of thermophysical property data in scientific literature, table compilations, and databases • Correlation and prediction of thermophysical properties • Methods for experimental determination and in-process measurement of thermophysical properties, in particular by laser-optical techniques • Basics of the theoretical prediction of thermophysical properties by molecular modeling • Development of thermal and caloric equations of state • In the lab course, several practical aspects in context with thermophysical properties will be treated within 9 events. Here, for example, the determination of viscosity and diffusion coefficients by Dynamic Light Scattering, the evaluation of the same properties by molecular modeling, and the characterization of tailor-made working fluids for high-temperature heat pump systems and Organic Rankine Cycles by the development of equations of state will be demonstrated. In context with some of these events, the students will perform data evaluations and analyses.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind mit der Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik in Form von Gleichgewichts- und Transporteigenschaften vertraut, • verwenden verschiedene Bezugsquellen für Stoffeigenschaften (Recherche in wissenschaftlicher Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken; Korrelationen und Vorhersagemethoden; theoretische und experimentelle Bestimmung) eigenständig und wählen diese bedarfsgerecht und abhängig vom resultierenden Nutzen und Aufwand aus,

		• kennen die Herangehensweisen zur Korrelation und Vorhersage von Stoffeigenschaften sowie zur Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen und übertragen diese Herangehensweisen auf andere Stoffe, • sind mit experimentellen Methoden zur Stoffdatenbestimmung vertraut, insbesondere mit laseroptischen Messtechniken, • verstehen die Grundzüge der molekularen Modellierung zur theoretischen Bestimmung von Stoffdaten, • wählen Arbeitsmedien mit definierten Stoffeigenschaften für eine optimierte Gestaltung von Verfahren und Prozessen der Energie- und Verfahrenstechnik aus und • Die Studierenden führen selbständig Praktikumsversuche durch, indem sie beispielsweise Diffusionskoeffizienten mittels Dynamischer Lichtstreuung bestimmen und mittels molekularer Modellierung analysieren, Viskositäten und Grenzflächenspannungen mit optischen und konventionellen Methoden messen sowie maßgeschneiderte Arbeitsfluide für Hochtemperaturwärmepumpensysteme und Organic Rankine Cycles über die Erstellung einer Zustandsgleichung charakterisieren. *Education objectives and competences* The students • are aware of the importance of thermophysical properties in process and energy engineering in the form of equilibrium and transport properties, • use various sources for thermophysical properties (scientific literature, table compilations, databases, correlations, predictions, theoretical and experimental determination) independently and select the respective sources in a use-oriented way considering the resulting effort and benefit, • know the approaches for the correlation and prediction of thermophysical properties as well as for developing equations of state, and are able to transfer these approaches to other systems, • are familiar with experimental methods for the determination of thermophysical properties, in particular with laser-optical methods, • understand the basics of the use of molecular modeling for the theoretical determination of thermophysical properties, • select working materials with defined thermophysical properties for an optimized design of processes in energy and process engineering, and • conduct experiments independently by, e.g., determining diffusion coefficients using Dynamic Light Scattering, evaluating the same properties by molecular modeling, measuring viscosities and interfacial tensions by optical and conventional methods, and characterizing tailor-made working fluids for high-temperature heat pump systems and Organic Rankine Cylces by the development of equations of state.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse der Technischen Thermodynamik sowie der Wärme-, Stoff- und Impulsübertragung Basic knowledge on Engineering Thermodynamics as well as heat, mass, and momentum transfer
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Praktikumsleistung mündliche Prüfung zum Stoff von Vorlesung und Übung (30 Min) Teilnahmepflicht am Praktikum und Ausarbeitung zu den Praktikumsversuchen von insgesamt ca. 10-20 Seiten oral examination related to the contents of lectures and exercises (30 min) mandatory presence at lab course events and reports on the experiments covering in total about 10-20 pages
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Note der mündlichen Prüfung grade of the oral examination
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• R. C. Reid, J. M. Prausnitz, B. E. Poling, The properties of gases and liquids, McGraw Hill Book Co., New York, 1987 • Recommended Reference Materials for the Realization of Physicochemical Properties, K. N. Marsh (ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1987 • Measurement of the Transport Properties of Fluids, W. A. Wakeham, A. Nagashima, and J. V. Sengers (eds.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1991 • R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik: Grundlagen und Anwendungen, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1995 • R. W. Kunz, Molecular Modelling für Anwender, Teubner, Stuttgart 1997 • M. J. Assael, J. P. M. Trusler, T. F. Tsooakis, Thermophysical Properties of Fluids, Imperial College Press, London, 1996 • Transport Properties of Fluids, J. Millat, J. H. Dymond, and C. A. Nieto de Castro (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 1996

		• J. M. Haile, Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997 • G. Grimvall, Thermophysical Properties of Materials, Elsevier, Amsterdam, 1999 • J. A. Wesselingh, R. Krishna, Mass Transfer in Multicomponent Mixtures, Delft University Press, Delft, The Netherlands, 2000 • Equations of State for Fluids and Fluid Mixtures, J. V. Sengers, R. F. Kayser, C. J. Peters, and H. J. White, Jr. (eds.), Elsevier, Amsterdam 2000 • Measurement of the Thermodynamic Properties of Single Phases, A. R. H. Goodwin, K. N. Marsh, and W. A. Wakeham (eds.), Elsevier, Amsterdam 2003 • Diffusion in Condensed Matter, P. Heitjans and J. Kärger (eds.), Springer, New York 2005 • R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, Transport Phenomena, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 2007 • C. L. Yaws, Thermophysical Properties of Chemicals and Hydrocarbons, William Andrew, Inc., Norwich, 2008 • Applied Thermodynamics of Fluids, A. R. H. Goodwin, J. V. Sengers, C. J. Peters (eds.), Elsevier, Amsterdam, 2010 • Experimental Thermodynamics Volume IX: Advances in Transport Properties of Fluids, M. J. Assael, A. R. H. Goodwin, V. Vesovic, and W. A. Wakeham (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2014

1	**Modulbezeichnung** 42901	**Process control and plant safety with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Process Control and Plant Safety (Lab Course) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	Content: • Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Variabel (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 • Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 45035	**Adsorption: Fundamentals and Applications** Adsorption: Fundamentals and applications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Adsorption: Fundamentals and Applications (0 SWS) Vorlesung: Adsorption: Fundamentals and Applications (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Carola Vorndran Prof. Dr. Matthias Thommes	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Thommes
5	**Inhalt**	1. Introduction and terminology 2. Gas adsorptions basics and adsorbent materials 3. Physisorption mechanisms 4. Surface area determination 5. Porosity and pore structure analysis of nanoporous materials 5.1 Micropore analysis 5.2Mesopore analysis 5.3 Macropore analysis : adsorption and liquid intrusion methods 5.4. Characterization of hierarchically structured porous materials 6. High pressure adsorption 7. Surface chemistry effects on adsorption 8. Adsorption and characterization in the liquid phase 9. Adsorption of mixtures 10. Adsorption applications in gas storage and separation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students will achieve a deep understanding of the underlying mechanisms for the adsorption of fluids on powders and nanoporous materials know adsorption-based and complimentary techniques/methodologies for a reliable characterization of adsorbents for applications in separation, heterogeneous catalysis etc. understand the basics of high pressure adsorption and corresponding applications in gas storage know selected, important principles of adsorption-based separation processes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Oral examination (30 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47810	**Chemische Energiespeicherung** Energy storage chemical	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Chemische Energiespeicherung (2 SWS) Übung: Übung zur Chemischen Energiespeicherung (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Detlef Freitag Jincheng Xu	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Detlef Freitag
5	**Inhalt**	Inhaltliche Schwerpunktthemen: • Thermodynamische Grundlagen chemischer Energiespeicherung • Überblick über Energiespeichertechnologien (auch nicht chemisch) • Biogene Energieträger • Elektrochemische Grundlagen und Anwendungen für elektrochemische Energiespeicherung • Wasserstoffspeichertechnologien (Kompression, Verflüssigung, Adsorption) • Wasserstoffspeicherung durch chemische Bindung an Trägerstoff • Energiespeicherung durch Erzeugung von Brennstoffen • Wärmespeicherung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verfügen über vertiefte Fach- und Methodenkompetenzen im Bereich der chemischen Energiespeicherung • sind mit den neusten Entwicklungen auf dem Gebiet der chemischen Energiespeicherung vertraut • können unterschiedliche Energiespeicher- und Energietransportkonzepte im Sinne einer Prozesskettenanalyse und unter Betrachtung der verfahrenstechnischen Aspekte miteinander vergleichen und bewerten • sind zur Beurteilung und Diskussion thermodynamischer und kinetischer Aspekte chemischer Energiespeicherkonzepte befähigt • sind in der Lage Potentiale, Energiedichten und Wirkungsgrade neuer Speichertechnologien und ansätze zu ermitteln • sind mit der interdisziplinären Arbeitsweise an der Schnittstelle von Ingenieurswissenschaften und Chemie vertraut • sind zum Einstig in die industrielle Forschung und Entwicklung auf einem der aktuellsten Themengebieten im Bereich der Energiewende" befähigt
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (120 Minuten) Klausur (120 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Huggins, R.A., Energy Storage, Springer, 2010

1	**Modulbezeichnung** 45071	**Hochdrucktrenntechnik** High-pressure separation technologies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Hochdrucktrenntechnik (VL) (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Hochdrucktrenntechnik (VL) (2 SWS) (WiSe 2026) Übung: Hochdrucktrenntechnik (UE) (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Detlef Freitag Dr.-Ing. Detlef Freitag Dr.-Ing. Martin Drescher Prof. Dr. Matthias Thommes	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Martin Drescher
5	**Inhalt**	Vorstellung der vielfältigen Anwendungsgebiete und Einsatzmöglichkeiten hoch verdichteter Gase, angefangen von klassischen Feldern, wie der Hochdruck- Extraktion und Polymerisation, bis hin zu neueren Anwendungen und aktuellen Forschungsarbeiten, wie beispielsweise der Partikelerzeugung und Imprägnierung unter Hochdruck. Zum Verstehen der angewandten Techniken werden alle notwendigen Grundlagen auf dem Gebiet der nahe- und überkritischen Fluide erörtert. Anhand konkreter Stoffbeispiele aus Forschung und Anwendung werden die Vorteile der Technologien hervorgehoben. Gliederung: Grundlagen (nahe- und überkritische Fluide, Zustandsänderungen und -diagramme) CO2, Phasengleichgewichte Hochdruck- Extraktion von Feststoffen und Flüssigkeiten (z.B. Entcoffeinierung von Kaffee und Tee, Hopfen- und Gewürzextraktion) Verfahren zur Druckbehandlung von Materialien (Entwesung, Imprägnierung, Färbung) Sicherheit, Kosten Hochdruckpolymerisation (Polyethylen) Hochdruckkristallisation (Diamantsynthese, Gashydrate) Analytische Verfahren Pulverherstellung (PGSS, GAS, SAS)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • haben umfassende Kenntnisse im Bereich der nahe- und überkritischen Fluide, Phasengleichgewichte bei hohen Drücken und deren Anwendung in verfahrenstechnischen Anlagen zur Stofftrennung, der chem. Synthese bzw. der Behandlung von Materialien unter Hochdruck. • kennen die wichtigsten kommerziell betriebenen Anwendungen wie z.B. die Hochdruck-extraktion (z.B. Hopfen) und Polymerisation (Polyethylen) im Detail. • sind in der Lage verfahrenstechnische Konzepte für Aufgaben der Stofftrennung bzw. Produktkonfektionierung zu

		entwickeln, geeignete Prozessparameter (Druck, Temperatur) auszuwählen und die erforderlichen Berechnungen (Stoffbilanzen, Reaktionsausbeuten) durchzuführen. • kennen das hohe Anwendungspotential überkritischer Fluide in Zukunftstechnologien wie z.B. bei den Partikelsynthese-Verfahren und können entsprechende Prozesse konzipieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Physikalischer Chemie und Chemischer Thermodynamik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vertiefend neben dem vorlesungsbegleitendem Material: G. Brunner, Gas Extraction, Steinkopff, Darmstadt, Springer New York, 1994 E. Stahl, K.-W. Quirin, D. Gerard, Verdichtete Gase zur Extraktion und Raffination, Springer Verlag 1987 M.B. King, T.R. Bott, Extraction of Natural Products using Near- Critical Solvents, Chapmann & Hall 1993 R. Eggers (Hrsg), Industrial high pressure applications, Wiley-VCH, Weinheim 2012

1	**Modulbezeichnung** 45081	**Membranverfahren** Membrane processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Membranverfahren/Membrane Separation Technologies (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Membranverfahren/Membrane Separation Technologies (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Jan-Christoph Keune Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit
5	**Inhalt**	Membranverfahren finden vielfältige Anwendung in der chemischen, biotechnologischen und medizinischen Technik, wie z.B. in der Meerwasserentsalzung und Abwasseraufbereitung, für die Trennung organischer Stoffgemische und Produktion von Spezialchemikalien, bei der Aufbereitung von Gemischen aus biotechnologischen Produktionen oder der therapeutischen Blutreinigung. Membranverfahren zeichnen sich dabei durch hohe Leistungsfähigkeit, Selektivität und Zuverlässigkeit aus. Daneben sind sie in hohem Maße "kompatibel" zu anderen Trenn- und Reaktionsprozessen, so dass sie gezielt zu deren Intensivierung in hybriden und reaktiven Trennverfahren eingesetzt werden können. In Rahmen des Moduls werden die technisch relevanten Membrantrennverfahren Umkehrosmose, Nanofiltration, Ultrafiltration, Mikrofiltration, Dialyse, Pervaporation, Gas-Trennung und Elektrodialyse behandelt sowie neuere Entwicklungen vorgestellt. Die Membranverfahren werden ausgehend von ihren physikalisch-chemischen Grundlagen bis hin zur Auslegung technischer Prozesslösungen besprochen, sowie technisch bereits realisierte Verfahren analysiert. Neben typischen Anwendungen wie z.B. der Wasseraufbereitung werden vorwiegend technische Membranverfahren für chemische und biotechnologische Anwendungen vorgestellt. Es wird dabei die Fähigkeit vermittelt, für gegebene Problemstellungen geeignete Verfahrenslösungen auszuwählen, optimierte Prozessparameter für verschiedene Apparate und Stoffsysteme abzuleiten, sowie eine Bewertung hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit vorzunehmen. Gliederung: 1. Einführung 2. Mikrofiltration 3. Ultrafiltration 4. Nanofiltration 5. Umkehrosmose 6. Dialyse und künstliche Niere 7. Pervaporation 8. Gaspermeation 9. Elektrodialyse 10. Donnan-Dialyse 11. Aktuelle Forschungsgebiete

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen und verstehen die technisch relevanten Membranverfahren und ihre Anwendungsgebiete, • verstehen die Zusammenhänge zwischen physikalischen Vorgängen und Prozess-Performance, • kennen Messmethoden für wesentliche physiko-chemische Parameter und können sie problemabhängig auswählen, • können selbstständig einfache Prozessmodelle erstellen und lösen, • sind in der Lage, geeignete Verfahrenslösungen auszuwählen, konzeptionell zu entwickeln, auszulegen und ihre Wirtschaftlichkeit zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in thermischen Trennverfahren, Bioseparations oder Downstream Processing
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Weiterführende Literatur bspw.: • R.W. Baker, Membrane Technology and Applications, Wiley, 2004 (besonders empfohlen) • T. Melin, R. Rautenbach, Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, Springer, 2007

1	**Modulbezeichnung** 42935	**Optical diagnostics in energy and process engineering**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS) Übung: CBI-Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (Exercise) (2 SWS) Übung: Fragestunde (2 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Franz Huber Dr.-Ing. Florian Bauer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Franz Huber Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	**Introduction to conventional and novel optical techniques to measure state and process functions in thermodynamical systems:** • Properties of light; properties of molecules; Boltzmann distribution • Geometric optics and optical devices • Lasers (HeNe, Nd:YAG, dye, frequency conversion); continuous wave and pulsed lasers • Photoelectric effect; photodetectors (photomultiplier, photodiode, CCD, CMOS, image intensifier); digital image processing; image noise and resolution • Shadowgraphy and Schlieren techniques (flow and mixing) • Elastic light scattering (Mie scattering, Rayleigh thermometry, nanoparticle size and shape, droplet sizing) • Inelastic (Raman) scattering (species concentration, temperature, diffusion) • Incandescence (thermal radiation, temperature fields, pyrometry, particle sizing) • Velocimetry (flow fields, velocity) • Absorption spectroscopy (temperature, pressure, species, concentration) • Fluorescence and phosphorescence (temperature, species, concentration)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students gain technical and technological skills in the field of optical techniques for the measurement of state and process variables in thermodynamic / energy processes and the investigation of these processes. They • are familiar with the state of the art and latest developments in optical measurement techniques applied in thermodynamics / energy processes • can assess the applicability of measurement techniques in different environments • can apply different optical measurement techniques in thermodynamic processes and design experiments

		• can evaluate data gained from optical measurement techniques and assess the quality of data • know interdisciplinary approaches in the fields of optics, thermodynamics, heat and mass transfer and fluid mechanics • are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basics in thermodynamics and fluid mechanics. Students of other subjects (Chemical- and Biological Engineering, Mechanical Engineering, Life Science Engineering, Energy Technology, Computational Engineering) can participate.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Mündliche Prüfung, 20-30 Min Oral examination, 20-30 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Slides • Hanson, R.K., Spectroscopy and Optical Diagnostics for Gases, Springer, 2016 • Bräuer, A: In situ Spectroscopic Techniques at High Pressure, Amsterdam 2015

1	**Modulbezeichnung** 92890	**Technische Chromatographie** Technical chromatography	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Chromatographie (2 SWS) Übung: Übung zu Technische Chromatographie (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit Johannes Wieczorek	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit
5	**Inhalt**	Die technische Chromatographie ist ein sehr leistungsfähiges Trennverfahren, das insbesondere für schwierige Trennaufgaben genutzt wird. Sie hat große Bedeutung bei der Produktion von z.B. Feinchemikalien, Pharmazeutika und biotechnologischen Produkten. Chromatographische Prozesse werden periodisch betrieben, was ihre Entwicklung und Auslegung anspruchsvoll macht. Andererseits bieten sie viele Freiheitsgrade, was besonders innovative Verfahrenskonzepte ermöglicht. Die Vorlesung vermittelt eine ingenieurwissenschaftliche Sicht auf die Chromatographie. Behandelt werden die wesentlichen Grundprinzipien und Prozesskonzepte. Der Einfluss physiko-chemischer Vorgänge auf Prozessdynamik und -Performance wird im Rahmen der modellbasierten Auslegung entsprechender Verfahren diskutiert. Wichtige apparative und anwendungsbezogene Aspekte werden anhand relevanter Beispiele erläutert. Gliederung: 1 Einleitung 2 Grundlegende Prinzipien 3 Prozessdynamik unter idealen Bedingungen 4 Prozessdynamik unter realen Bedigungen 5 Modellierung chromatographischer Prozesse 6 Auslegung und Optimierung chromatographischer Verfahren 7 Innovative Verfahrenskonzepte 8 Anwendungsbereiche der Chromatographie
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • kennen und verstehen die technisch relevanten chromatographischen Verfahren und ihre Anwendungsgebiete, • verstehen die Zusammenhänge zwischen physikalischen Vorgängen, Chromatogrammen und Prozess-Performance, • verstehen grundlegend die nichtlineare Dynamik chromatographischer Prozesse, • kennen gebräuchliche Prozessmodelle und können sie problemabhängig auswählen, • kennen Messmethoden für wesentliche physiko-chemische Parameter und können sie problemabhängig auswählen, • können selbstständig einfache Prozessmodelle erstellen und lösen, • sind in der Lage, chromatographische Verfahren konzeptionell zu entwickeln, auszulegen und zu bewerten.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Mündliche Prüfung, 30 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vertiefend neben dem angebotenen vorlesungsbegleitenden Material bspw.: • Schmidt-Traub, Schulte, Seidel-Morgenstern (Eds.), Preparative Chromatography of Fine Chemicals and Pharmaceutical Agents (2nd ed), Wiley-VCH, 2012 • Guiochon, Shirazi, Felinger, Katti, Fundamentals of Preparative and Nonlinear Chromatography Academic Press, 2006

1	**Modulbezeichnung** 44960	**Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik** Thermophysical properties of working materials in process and energy engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (4 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Tobias Klein Patrick Schmidt Chathura Hewa Kankanamge Dr.-Ing. Michael Rausch Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba
5	**Inhalt**	• Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik • Gleichgewichtseigenschaften zur Charakterisierung von Arbeitsstoffen, z.B. in Form der thermodynamischen Zustandseigenschaften und -größen Dichte, innere Energie, Enthalpie, Entropie, spezifische Wärmekapazität, Schallgeschwindigkeit, Brechungsindex, Oberflächen- und Grenzflächenspannung • Transporteigenschaften zur Charakterisierung des molekularen Masse-, Energie- und Impulstransportes, z.B. Viskosität, Diffusionskoeffizient, Soret-Koeffizient, Thermodiffusionskoeffizient, Wärme- und Temperaturleitfähigkeit • Anwendungsbezogene Stoffdatenrecherche in der wissenschaftlichen Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken • Korrelationen und Vorhersagemethoden für Stoffeigenschaften • Methoden zur experimentellen Bestimmung und prozessbegleitenden Messung von Stoffdaten, insbesondere durch moderne laseroptische Techniken • Grundzüge der theoretischen Bestimmung von Stoffdaten mit Hilfe der molekularen Modellierung • Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen *Content* • The importance of thermophysical properties in process and energy engineering • Equilibrium properties for the characterization of working materials, e.g., in the form of thermodynamic properties of state and other equilibrium properties such as density, internal energy, enthalpy, entropy, specific heat capacity, sound speed, refractive index, surface or interfacial tension, etc. • Transport properties for the characterization of molecular transfer of mass, energy, and momentum, e.g. diffusion

		coefficients, Soret coefficient, thermal diffusion coefficient, thermal conductivity, thermal diffusivity, and viscosity • Use-oriented inquiry of thermophysical property data in scientific literature, table compilations, and databases • Correlation and prediction of thermophysical properties • Methods for experimental determination and in-process measurement of thermophysical properties, in particular by laser-optical techniques • Basics of the theoretical prediction of thermophysical properties by molecular modeling • Development of thermal and caloric equations of state
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind mit der Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik in Form von Gleichgewichts- und Transporteigenschaften vertraut, • verwenden verschiedene Bezugsquellen für Stoffeigenschaften (Recherche in wissenschaftlicher Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken; Korrelationen und Vorhersagemethoden; theoretische und experimentelle Bestimmung) eigenständig und wählen diese bedarfsgerecht und abhängig vom resultierenden Nutzen und Aufwand aus, • kennen die Herangehensweisen zur Korrelation und Vorhersage von Stoffeigenschaften sowie zur Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen und übertragen diese Herangehensweisen auf andere Stoffe, • sind mit experimentellen Methoden zur Stoffdatenbestimmung vertraut, insbesondere mit laseroptischen Messtechniken, • verstehen die Grundzüge der molekularen Modellierung zur theoretischen Bestimmung von Stoffdaten und • wählen Arbeitsmedien mit definierten Stoffeigenschaften für eine optimierte Gestaltung von Verfahren und Prozessen der Energie- und Verfahrenstechnik aus. *Education objectives and competences* The students • are aware of the importance of thermophysical properties in process and energy engineering in the form of equilibrium and transport properties, • use various sources for thermophysical properties (scientific literature, table compilations, databases, correlations, predictions, theoretical and experimental determination) independently and select the respective sources in a use-oriented way considering the resulting effort and benefit, • know the approaches for the correlation and prediction of thermophysical properties as well as for developing equations of state, and are able to transfer these approaches to other systems, • are familiar with experimental methods for the determination of thermophysical properties, in particular with laser-optical methods,

		• understand the basics of the use of molecular modeling for the theoretical determination of thermophysical properties, • select working materials with defined thermophysical properties for an optimized design of processes in energy and process engineering.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse der Technischen Thermodynamik sowie der Wärme-, Stoff- und Impulsübertragung Basic knowledge on engineering thermodynamics as well as heat, mass, and momentum transfer
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich mündliche Prüfung zum Stoff von Vorlesung und Übung oral examination based on the contents of lectures and exercises
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• R. C. Reid, J. M. Prausnitz, B. E. Poling, The properties of gases and liquids, McGraw Hill Book Co., New York, 1987 • Recommended Reference Materials for the Realization of Physicochemical Properties, K. N. Marsh (ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1987 • Measurement of the Transport Properties of Fluids, W. A. Wakeham, A. Nagashima, and J. V. Sengers (eds.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1991 • R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik: Grundlagen und Anwendungen, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1995 • R. W. Kunz, Molecular Modelling für Anwender, Teubner, Stuttgart 1997 • M. J. Assael, J. P. M. Trusler, T. F. Tsooakis, Thermophysical Properties of Fluids, Imperial College Press, London, 1996 • Transport Properties of Fluids, J. Millat, J. H. Dymond, and C. A. Nieto de Castro (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 1996 • J. M. Haile, Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997 • G. Grimvall, Thermophysical Properties of Materials, Elsevier, Amsterdam, 1999

		• J. A. Wesselingh, R. Krishna, Mass Transfer in Multicomponent Mixtures, Delft University Press, Delft, The Netherlands, 2000 • Equations of State for Fluids and Fluid Mixtures, J. V. Sengers, R. F. Kayser, C. J. Peters, and H. J. White, Jr. (eds.), Elsevier, Amsterdam 2000 • Measurement of the Thermodynamic Properties of Single Phases, A. R. H. Goodwin, K. N. Marsh, and W. A. Wakeham (eds.), Elsevier, Amsterdam 2003 • Diffusion in Condensed Matter, P. Heitjans and J. Kärger (eds.), Springer, New York 2005 • R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, Transport Phenomena, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 2007 • C. L. Yaws, Thermophysical Properties of Chemicals and Hydrocarbons, William Andrew, Inc., Norwich, 2008 • Applied Thermodynamics of Fluids, A. R. H. Goodwin, J. V. Sengers, C. J. Peters (eds.), Elsevier, Amsterdam, 2010 • Experimental Thermodynamics Volume IX: Advances in Transport Properties of Fluids, M. J. Assael, A. R. H. Goodwin, V. Vesovic, and W. A. Wakeham (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2014

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

1	**Modulbezeichnung** 94356	**Process Technologies** Process technologies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Process Technologies (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Process Technologies Exercises (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold
5	**Inhalt**	The Module "Process Technologies gives an overview on important processes in the chemical process industries. The processes are treated in a holistic approach and the interaction of individual process steps and their feedback to the overall process are discussed in more detail. In particular, the relationship between the physical/chemical basics of the processes, process development and process design are discussed. The presented processes are selected based on their importance in the fields of raw materials, intermediates and consumer products of the chemical process industries. In the sense of process engineering, apart from the reaction steps, the separation operations are also part of the considerations. The evaluation of the methods with regard to their cost-effectiveness and sustainability complete the description of the processes. In detail, the following aspects are treated: • Raw materials (crude oil, fuels, natural gas, technical gases) • Organic base chemicals (syngas, alkanes, alkenes, aromatics) • Organic intermediates (C1-C4 alcohols, cyclic alcohols, ether, epoxides, organic acids) • Renewable raw materials • Organic end products (surfactants, pigments, polymers) • Inorganic base chemicals and intermediates (sulfuric acid, ammonia, sodium hydroxide) • Inorganic end products (fertilizers, ceramics, glass) • Process development (technologies, economic evaluation)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • know the important processes in the chemical process industries • describe the interaction of individual process steps and their feedback to the overall process • discuss the relationship between the physical/chemical basics of the processes, process development and process design • evaluate the processes und methods with regard to their cost-effectiveness and sustainability
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

		Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Textbooks and compendia on Technical Chemistry, e.g. • Baerns, et al., Technische Chemie, Wiley-VCH • Jess, Wasserscheid, Chemical Technology, Wiley-VCH • Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry

Vertiefungsmodulgruppe Simulation granularer und molekularer Systeme

1	**Modulbezeichnung** 94280	**Simulation granularer und molekularer Systeme** Simulation of Granular and Molecular Systems	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Simulation granularer und molekularer Systeme (3 SWS) Übung: Simulation granularer und molekularer Systeme Übung (2 SWS) Praktikum: Simulation granularer und molekularer Systeme Praktikum (3 SWS)	5 ECTS - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Engel Prof. Dr. Thorsten Pöschel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	**Inhalt**	Das Modul befasst sich mit der Simulation von Systemen vieler Teilchen mit Hilfe verschiedener numerischen Methoden: • Molekulardynamik (zeit- und ereignisgesteuert) • Diskrete-Element Methode (DEM) zur Simulation von granularen Systemen • Starrkörpersimulation als Alternative zu DEM • Partikelbasierte Fluiddynamik am Beispiel von Direct Simulation Monte-Carlo und Smoothed-Particle Hydrodynamics (SPH)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind mit den grundsätzlichen Methoden der numerischen Modellierung molekularer und granularer Systeme vertraut • besitzen vertiefte Kenntnisse bezüglich der verwendeten numerischen Methoden und der wichtigsten Algorithmen und Datenstrukturen • implementieren einzelne Aspekte dieser Methoden • modellieren einfache Systeme • können selbständig numerische Simulationen dieser Systeme durchführen und auswerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Simulation granularer und molekularer Systeme Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung Studienleistung: Numerische Simulation inklusive Auswertung (am Computer).
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 110 h Eigenstudium: 115 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Pöschel, Schwager: "Computational Granular Dynamics - Models and Algorithms", Springer, 2005 Frenkel, Smit: "Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications", Avademic Press. 2001

Wahlpflichtmodule mit Praktikum

1	**Modulbezeichnung** 44660	**Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen** Machine learning and artificial intelligence in engineering	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (Ü) (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (V) (2 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (PR) (3 SWS) (SoSe 2026)	- - 2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Patric Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Patric Müller
5	**Inhalt**	Die Vorlesungen und Übungen vermitteln ausgewählte Algorithmen aus den Bereichen maschinelles Lernen (ML) und künstliche Intelligenz (KI) auf Grundlagenniveau und illustrieren diese anhand von relevanten Anwendungsbeispielen. Besprochen werden unter anderem die folgenden Themengebiete: • Lineare und logistische Regression • Regularisierung • Neuronale Netze • Support Vector Machines • Clustering • Dimensionsreduktion • Anomally Detection • Reinforment Learning Im Praktikum werden die Inhalte von Vorlesung und Übung durch aktuelle Spezialthemen ergänzt und vertieft. Mögliche Themen sind z.B. • Convolutional Neural networks • Generative Adverserial Networks • Genetic Algorithms • Optimization • Physics Informed Neural Networks • Machine Learning Forecasting • AI-based Image Segmentation • DeepTrack: Using CNNs to Track Particles • Automated Machine Learning • Deep Learning Interpretability • Swarm Intelligence • Visualization of Machine Learning Methods • Informed Reinforcement Learning
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studentinnen und Studenten verstehen • was sich hinter den Schlagworten KI und ML verbirgt • verstehen wichtige Algorithmen aus den Bereichen KI und ML und können diese in Ihrer einfachsten Form selbst implementieren

		• kennen typische, im Bereich der Verfahrenstechnik relevante Anwendungsbeispiele von KI und ML • verstehen a) was KI und ML leisten kann und b) wo KI und ML im eigenen Fachbereich angewendet werden können • sind fähig, sich speziellere KI- und ML-Algorithmen und Anwendungen eigenständig zu erschließen • sind in der Lage die hochaktuellen Themen KI und ML mit solidem Hintergrundwissen zu diskutieren und zu bewerten • kennen einige für KI und ML wichtige Software-Tools (z.B. Python und Tensorflow) und können damit einfache Aufgaben bearbeiten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Praktikumsleistung Prüfungsleistung: Schriftlich in Form einerMehrfachantwort-Multiple-Choice-Klausur, 90 Min Studienleistung: Praktikumsbericht (5-10 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 115 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hastie, Tibshirani, Friedman, The elements of statistical learning • Wolfgang Ertel, Grundkurs künstliche Intelligenz • Kelleher, MacNamee, DArcy, Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples, and Case Studies - Goodfellow, Bengio, Courville, Deep Learning • Aurelien Geron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems

1	**Modulbezeichnung** 42901	**Process control and plant safety with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Process Control and Plant Safety (Lab Course) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	Content: • Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Variabel (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 • Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

1	**Modulbezeichnung** 45474	**Computational Fluid Dynamics 2 with laboratory course** Numerical methods in thermal fluid dynamics II (with laboratory)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics II (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Computational Fluid Dynamics II - Exercise (1 SWS) (SoSe 2026) Praktikum: Computational Fluid Dynamics II - Lab (2 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Philipp Schlatter
5	**Inhalt**	1) Curvilinear grids 2) Turbulent flows 3) Direct Numerical Simulations (DNS) 4) Reynolds Averaged Navier-Stokes equations (RANS) 5) Large Eddy Simulation (LES) 6) Particulate and multiphase flows 7) Fluid-structure Interaction 8) Flows in porous media
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • Know how to solve CFD problems in curvilinear grids • Understand the main properties of turbulent flows • Understand the strengths and weaknesses of widely used simulation models of turbulence • Select the appropriate model and boundary equations for a given application • Be able to perform turbulence and complex flows simulations with OpenFOAM • Work in team and write a report describing the results and significance of a simulation of turbulent flow
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Strömungsmechanik Vertiefung (STM II)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung Oral examination (30 min) Laboratory achievement: results of three computer labs summarized in three reports (8-12 pages per report). To pass, each report must be 50% correct.

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• J. H. Ferziger, M. Peric, Numerische Strömungsmechanik, Spinger, 2008

1	**Modulbezeichnung** 45473	**Computational Fluid Dynamics 1 with laboratory course**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics (2 SWS) Übung: Computational Fluid Dynamics - Exercise (1 SWS) Praktikum: Computational Fluid Dynamics - Lab (3 SWS)	- 5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter Dr. Siavash Toosi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Manuel Münsch
5	**Inhalt**	• Governing equations and models in fluid mechanics • Steady problems: the Finite-Difference Method (FDM) • Unsteady problems: methods of time integration • Advection-diffusion problems • The Finite-Volume Method • Solution of the incompressible Navier-Stokes equations • Grids and their properties • Boundary conditions The theory given in the lectures is extended and applied to several transport problems in this exercise class: • discretization of the Blasius similarity equations • parabolization and discretization of the boundary layer equations • finite-Difference discretization of heat-transfer problems • approximation of boundary conditions • finite-Volume discretization of heat-transfer problems • discretization and time-stepping of the Navier-Stokes equations • projections methods: the SIMPLE and PISO Methods The theory given in the lectures and applied in the exercise class is implemented into computer programs in this practical class. The following problems are solved with matlab/octave programs: • the Blasius-similarity equations • heat-transfer problems • boundary layer equations • flow of fluid in a lid-driven cavity
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students who successfully take this module should: • understand the physical meaning and mathematical character of the terms in advection-diffusion equations and the Navier-Stokes equations • assess under what circumstances some terms in these equations can be negelcted • formulate a FDM for the solution of unsteady transport equations • asess the convergence, consistency and stability of a FDM

		• formulate a FVM for the solution of unsteady transport equations • know how to solve the Navier-Stokes equation with the FVM • implmement programs in matlab/octave to simulate fluid flow • assess the quality and validity of a fluid flow simulation • work in team and write a report describing the results and significance of a simulation • know the different types of grids and when to use them The students who successfully solve the exercises should: • be able to discretize transport problems with the finite-difference and the finite-volume methods • discretize several type of boundary conditions (no-slip, flux, mixed) • understand how the implementation of projection methods to solve the Navier-Stokes equation is done • work in team The students who successfully complete this practical class should: • be able to write matlab/octave problems solving transport problems • understand the convergence and accuracy of a method in practical situations • write a program to solve the two-dimensional Navier-Stokes equations • work in team and write reports describing the results and significance of a simulation
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule mit Praktikum Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Praktikumsleistung Oral examination (30 min) Laboratory achievement: results of three computer labs summarized in three reports (8-12 pages per report). To pass, each report must be 50% correct.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) Praktikumsleistung (0 %) und mündliche Prüfung (100 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• J.H. Ferziger, M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Spinger, 2008 • R.J. Leveque, Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, SIAM, 2007

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 45400	**Digitale Bildverarbeitung** Digital image processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Digitale Bildverarbeitung (2 SWS) Übung: Digitale Bildverarbeitung - Praktikum (0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Achim Sack	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	**Inhalt**	Digitale Bildverarbeitung spielt eine immer größere Rolle bei der Durchführung und Auswertung von Messungen in Forschung, Entwicklung und Produktionsüberwachung. Das Modul vermittelt grundlegende und weiterführende Kenntnisse und Techniken zur selbständigen Lösung häufiger Problemstellungen bei der optischen Datennahme und -auswertung. Themen: Licht, Lichtquellen, Kameras, Optik, Aufnahmetechniken, Detektoren, Aberrationen, Digitale Bildtypen, Speicherformate, Abtasttheorem, Kompression, Filter, Rauschen, Kalibrierung, Fourier Transformation, Bildwiederherstellung, Korrelation, PIV, Tracking, Farbbilder, Wavelets, Morphologie, Segmentation, Repräsentation, Abstraktion, Objekterkennung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können selbstständig optische Daten aufnehmen und auswerten. Sie verstehen das Konzept der zugrundeliegenden Methoden. Unter anderem beherrschen und verwenden Sie Methoden: • zur selbstständigen Aufnahme und Verarbeitung digitaler Bilder • zur Filterung von Bildern im Orts- und Fourierraum • zur Segementierung von Bildern • zur Objekterkennung und Klassifikation von Objekten • zur Objektverfolgung (PIV)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 44650	**Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (KI-ING)** Machine learning and artificial intelligence in engineering (KI-ING)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (Ü) (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (V) (2 SWS) (SoSe 2026)	- -
3	Lehrende	PD Dr. Patric Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Patric Müller
5	**Inhalt**	Die Vorlesungen und Übungen vermitteln ausgewählte Algorithmen aus den Bereichen maschinelles Lernen (ML) und künstliche Intelligenz (KI) auf Grundlagenniveau und illustrieren diese anhand von relevanten Anwendungsbeispielen. Besprochen werden unter anderem die folgenden Themengebiete: • Lineare und logistische Regression • Regularisierung • Neuronale Netze • Support Vector Machines • Clustering • Dimensionsreduktion • Anomally Detection • Reinforment Learning
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studentinnen und Studenten • verstehen, was sich hinter den Schlagworten KI und ML verbirgt • verstehen wichtige Algorithmen aus den Bereichen KI und ML und können diese in Ihrer einfachsten Form selbst implementieren • kennen typische, im Bereich der Verfahrenstechnik relevante Anwendungsbeispiele von KI und ML • verstehen a) was KI und ML leisten kann und b) wo KI und ML im eigenen Fachbereich angewendet werden können • sind fähig, sich speziellere KI- und ML-Algorithmen und Anwendungen eigenständig zu erschließen • sind in der Lage die hochaktuellen Themen KI und ML mit solidem Hintergrundwissen zu diskutieren und zu bewerten • kennen einige für KI und ML wichtige Software-Tools (z.B. Python und Tensorflow) und können damit einfache Aufgaben bearbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Schriftlich in Form einerMehrfachantwort-Multiple-Choice-Klausur, 90 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hastie, Tibshirani, Friedman, The elements of statistical learning • Wolfgang Ertel, Grundkurs künstliche Intelligenz • Kelleher, MacNamee, DArcy, Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples, and Case Studies - Goodfellow, Bengio, Courville, Deep Learning • Aurelien Geron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems

1	**Modulbezeichnung** 44790	**Partikelbasierte Strömungsmechanik** Particle-based fluid mechanics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Partikelbasierte Strömungsmechanik (PSTM-V) (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Partikelbasierte Strömungsmechanik (PSTM-UE) (1 SWS) (SoSe 2026)	- -
3	Lehrende	PD Dr. Patric Müller Prof. Dr. Thorsten Pöschel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	**Inhalt**	• Gegenüberstellung von partikelbasierten und gitterbasierten Verfahren der Strömungsmechanik • o Direct Simulation Monte Carlo • o Stochastic Rotation Dynamics o Multi-Particle Collision Dynamics • o Smoothed Particle Hydrodynamics • Comparison of particle-based and grid-based methods in fluid mechanics • o Direct Simulation Monte Carlo • o Stochastic Rotation Dynamics o Multi-Particle Collision Dynamics • o Smoothed Particle Hydrodynamics
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • kennen die Vor- und Nachteile partikelbasierter Verfahren im Vergleich zu gitterbasierten Verfahren der Strömungsmechanik. • kennen die einzelnen Algorithmen, die hinter den besprochenen Methoden stehen und können Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Methoden darlegen. • kennen die Implementierung der einzelnen Methoden vor dem Hintergrund einer Anwendung auf Hochleistungsrechnern. • kennen die Stärken und Schwächen der besprochenen Methoden und können für verschiedene Situationen die geeignete Methode auswählen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Programmieren Grundlagen, Strömungsmechanik Grundlagen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Mündlich, 30 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	G.A. Bird, Molecular Gas Dynamics and the Direct Simulation of Gas Flows G. Gompper et al., Multi-Particle Collision Dynamics: A Particle-Based Mesoscale Simulation Approach to the Hydrodynamics of Complex Fluids E.-S. Lee et al., Comparisons of weakly compressible and truly incompressible algorithms for the SPH mesh free particle method.

1	**Modulbezeichnung** 46100	**Scannen und Drucken in 3D** Scanning and printing in 3D	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: SD3D (3 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Thorsten Pöschel Felix Buchele	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Patric Müller
5	**Inhalt**	• Stereo-Imaging • Scannen dreidimensionaler Objekte • Computer-Tomographie und verwandte Techniken • 2D Darstellung dreidimensionaler Datensätze • 3D Bildverarbeitung • 3D Druck-Verfahren • 3D Projektion und Darstellung • Darstellung wissenschaftlicher Daten mittels "Virtueller Realität (VR)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • beherrschen die physikalischen und technischen Grundlagen zur Aufnahme dreidimensionaler Bilder mittels Stereokameraverfahren, 3D Scannern sowie Computer-Tomographie. • können dreidimensionale Datensätze erfassen, numerisch bearbeiten und wissenschaftlich darstellen. • gehen mit gängigen 3D Druckverfahren sicher um und implementieren diese als wissenschaftliches Werkzeug. • setzen mathematisch/physikalische Konzepte dreidimensionaler Darstellung mittels 3D Projektions- und Display-Verfahren sowie VR-Techniken um.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Matlab-Grundlagen dringend empfohlen!
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) Schriftlich in Form einerMehrfachantwort-Multiple-Choice-Klausur, 90 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Gregor Honsel, Rapid Manufacturing • Lee Goldmann, Principles of CT and CT Technology • Okoshi, Three-Dimensional Imaging Techniques

1	**Modulbezeichnung** 42936	**Self-organisation processes** Self-organization processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Self-organization Processes (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Self-Organisation Processes (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Engel Prof. Dr. Robin Klupp Taylor Dr. Giulia Magnabosco	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Engel
5	**Inhalt**	Structure formation with elementary building blocks in molecular, particulate, soft, and biological systems. Theoretical aspects, experimental realizations, and applications are discussed. • introduction (Overview): the idea of building blocks, thermodynamic principles, near and far from equilibrium • Molecules 1 (Surfactants): molecular interaction, hydrophobicity, micellation • Molecules 2 (Mesophases): packing parameter, applications, self-assembled monolayers, membranes • Molecules 3 (Block co-polymers): Flory-Huggins theory, microphase separation, recent research • Molecules 4 (Liquid crystals): phases, role of anisotropy, order parameter, thermodynamics, properties • Theory 1 (Pattern formation): phase diagrams, phase field model, spinodal decomposition • Theory 2 (Particle self-assembly): nanoparticle self-assembly, (nano)crystal shapes, hard vs. soft spheres, entropy maximization vs. interface minimization • Theory 3 (Dynamic self-assembly): oscillatory chemical reactions, reaction diffusion, active matter • Theory 4 (Programmable assembly): DNA nanotechnology, future challenges • Colloids 1 (Synthesis): methods for synthesis of isotropic colloids, bulk crystallization • Colloids 2 (Sedimentation): Assembly by depletion, electrostatics, confinement by solid-fluid interfaces, opals • Colloids 3 (Assembly at fluid-fluid interfaces): techniques, Pickering emulsions, evaporation • Colloids 4 (Convective assembly): film formation and defects, coffee ring effect, templating
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Successful completion of this module confirms students are able to • describe complex self-organization processes with the help of simple model systems • apply this knowledge to physical, chemical, and bioinspired systems

		• develop an advanced understanding of the self-organization of (macro)molecules and colloids • understand processes to direct and influence self-organization processes • judge the relevance of self-organization for the processing and synthesis of materials • gain insight into current research in the field of the lecture
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral exam (30 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Ian W. Hamley, “Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials”, Wiley, 2007. • Yoon S. Lee, „Self-Assembly and Nanotechnology Systems”, Wiley, 2011. • Scott Camazine, Jean-Louis Deneubourg, Nigel R. Franks, „Self-Organization in Biological Systems“, Princeton University Press, 2003. • John A. Pelesko, „Self Assembly: The Science of Things That Put Themselves Together“, Chapman and Hall/CRC, 2007. • Jacob N. Israelachvili, „Intermolecular and Surface Forces”, Academic Press, 2011.

1	**Modulbezeichnung** 43700	**Transportprozesse** Transport processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transportprozesse (2 SWS) Übung: Transportprozesse Übung (1 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Nicklas Lindacher Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	• Transportvorgänge: Wärme-, Stoff-, und Impulsübertragung • Auf Basis der kinetischen Gastheorie werden Gleichungen zur Beschreibung von Transportvorgängen (allgemeine Transportgleichung, Fouriersches Gesetz, Ficksche Gesetze,) hergeleitet und für in der Technik typischen Geometrien und Randbedingungen angewandt • Herleitung von allgemeinen Differentialgleichungen zur Beschreibung technischer Problemstellungen • Aufbereitung von Problemstellungen mit analytischen Lösungsverfahren und Analyse der erhaltenen Ergebnisse und ihrer Bedeutung in Wissenschaft und Technik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erhalten vertiefende Kenntnisse in der Impuls- , Wärme- und Stoffübertragung • können Gleichungen zur Beschreibung technischer Aufgabenstellungen eigenständig herleiten und anwenden • erlernen die prädiktive qualitative Lösung von Transportproblemen • erlernen die analytische Lösung von (einfachen) Transportproblemen • verstehen die Zusammenhänge und Einflüsse von Diffusion und Konvektion bei Transportproblemen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (120 Minuten) mündliche Prüfung, 30 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

1	**Modulbezeichnung** 45211	**Turbulence I** Physics of turbulence and turbulence modelling I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Turbulence I - Exercise (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Turbulence I (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Philipp Schlatter Dr. Siavash Toosi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Philipp Schlatter
5	**Inhalt**	• Introduction to turbulence, basic phenomena • Stability and transition • Statistical Tools • Scales of turbulence (turbulence cascade) • Reynolds averaged Navier-Stokes (RANS) and turbulent kinetic energy (TKE) • Thin-Shear Layer and 2D wakes and jets • Wall-bounded turbulent flows • CFD: LES and RANS • Experimental Methods
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The primary aim of thecourse is to give the students an overview of turbulent flows. After completingthe course a student should be able to: • Distinguish laminar, transitional and turbulent flows • use statistical methods to describe and analyse turbulent flow. • describe and explain the length scales and structure of turbulence. • simplify the governing equations for specific flow cases, and derive the averaged momentum balances and scaling laws. • Understand the description of turbulent flows in jets, wakes and close to solid walls (turbulent boundary layer). • apply common turbulence modelling approaches (RANS, LES) to engineering problems • understand common experimental methods applicable to turbulent flows
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Module: Strömungsmechanik I(recommendation) Module: Fluid Dynamics (recommendation) Module: Thermodynamik (recommendation)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel oral exam (30 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

		only in Summer semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	**H. Tennekes, J. L. Lumley**, A First Course in Turbulence, MIT Press, 1972 **S. B. Pope**, Turbulent Flows, Cambridge University Press, 2000 **P. A. Davidson**, Turbulence, Oxford University Press, 2015 **P. Moin, W. H. R. Chan**, Fundamentals of Turbulent Flows,Cambridge University Press, 2024

1	**Modulbezeichnung** 45221	**Turbulence II** Physics of turbulence and turbulence modelling II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Turbulence II (2 SWS) Übung: Turbulence II - Exercise (3 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jovan Jovanovic Prof. Dr. Philipp Schlatter
5	**Inhalt**	• Turbulence decomposition (mean flow, turbulent stresses, higher-order moments); • second order moments (anisotropy tensor, invariants); • anisotropy invariant mapping of turbulence in wall-bounded flows; • turbulent viscosity, Prandtl-Kolmogorov formula; • dynamics of turbulence dissipation rate; • two-point correlation technique(locally homogeneous turbulence); • dissipation rate equation (closure model); • velocity-pressure gradient correlations (Poisson equation, Chous integral, slow and fast parts of correlations); • turbulence transport (closure approximation); • predictions (homogeneous shear flows, wall-bounded flows, transitional flows)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Based on two-point correlations and anisotropy invariants, turbulence modelling will be extended onto the dissipation equation and the velocity-pressure correlation. The students... • Are familiar with the different averaging and analysis methods for turbulence signals • Can derive simple analytical turbulence models, based on eddy viscosity • Can discuss the main contributions to turbulent transport in different shear flows • Are familiar with basic prediction methods for different flow types • Can extract turbulence statistics from simulation and experimental data
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: *Fluid Dynamics*, *Turbulence I*
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel oral exam (30 min)

11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Jovanovic, J.: Statistical Dynamics of Turbulence, Springer Verlag, 2004 • Hinze, J.O.: Turbulence (2nd edition), McGraw Hill, 1975 • Pope, S.: Turbulence, CUP, 2000

1	**Modulbezeichnung** 42915	**Process simulation**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Process Simulation (Tutorial) (1 SWS) Vorlesung: Process Simulation (2 SWS) Übung: Process Simulation (Exercise) (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold
5	**Inhalt**	Content: • Introduction to industrial process development • Aspects of process intensification • Introduction to the Aspen Plus simulator for process simulation • Equipment modeling: chem. reactors (detailed), separators, heat exchangers, mixers, pumps, compressors • recirculation, separation sequences, interconnection to the overall process • Short-cut methods for single apparatuses and for process synthesis • Flow sheet simulation of selected sample processes in Aspen Plus • Heat integration (pinch analysis) • Economic feasibility studies: Cost structure, cost models, plant capacity utilization, economic measures of quality.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students: • are familiar with the systematic approach to conceptual process design • are familiar with the individual steps of modeling chemical reactors, separators, heat exchangers, mixers, pumps and compressors • are able to independently carry out the modeling and simulation of chemical engineering processes using industry-relevant commercial simulation tools (in particular Aspen Plus) • are able to practically apply and expand their basic knowledge of reaction engineering and thermal process engineering in the simulation of process engineering processes • are able to classify different models of basic operations and assess the scope of application • are capable of comparing different process variants • are able to apply the acquired knowledge practically on the basis of selected examples, taking into account economic aspects (cost structure, cost models, plant capacity utilization, economic measures of quality)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) Klausur/written exam (120 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Bearns, Behr, Brehm, Gmehling, Hofmann, Onken, Renken: Technische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim, 2006. • Biegler, Grossmann, Westerberg: Systematic Methods of Chemical Process

1	**Modulbezeichnung** 45471	**Computational Fluid Dynamics 1**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics (2 SWS) Übung: Computational Fluid Dynamics - Exercise (1 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Manuel Münsch
5	**Inhalt**	• Governing equations and models in fluid mechanics • Steady problems: the Finite-Difference Method (FDM) • Unsteady problems: methods of time integration • Advection-diffusion problems • The Finite-Volume Method • Solution of the incompressible Navier-Stokes equations • Grids and their properties • Boundary conditions • Conservation laws The theory given in the lectures is extended and applied to several transport problems in this exercise class: • discretization of the Blasius similarity equations • parabolization and discretization of the boundary layer equations • finite-Difference discretization of heat-transfer problems • approximation of boundary conditions • finite-Volume discretization of heat-transfer problems • discretization and time-stepping of the Navier-Stokes equations • projections methods: the SIMPLE and PISO Methods
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Thestudents who successfully take this module should: • understand the physical meaning and mathematical character of the terms in advection-diffusion equations and the Navier-Stokes equations • assess under what circumstances some terms in these equations can be neglected • formulate a FDM for the solution of unsteady transport equations • assess the convergence, consistency and stability of a FDM • formulate a FVM for the solution of unsteady transport equations • know how to solve the Navier-Stokes equation with the FVM • implement programs in matlab/octave to simulate fluid flow • assess the quality and validity of a fluid flow simulation • work in team and write a report describing the results and significance of a simulation

		• know the different types of grids and when to use them The students who successfully solve the exercises should: • be able to discretize transport problems with the finite-difference and the finite-volume methods • discretize several type of boundary conditions (no-slip, flux, mixed) • understand how the implementation of projection methods to solve the Navier-Stokes equation is done • work in a team
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Compulsory elective module 1-3 Master of Science Clean Energy Processes 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Oral(30 minutes)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Oral(100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 45472	**Computational Fluid Dynamics 2**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics II (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Computational Fluid Dynamics II - Exercise (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Manuel Münsch
5	**Inhalt**	1. Curvilinear grids 2. Turbulent flows 3. Direct Numerical Simulations (DNS) 4. Reynolds Averaged Navier-Stokes equations (RANS) 5. Large Eddy Simulation (LES) 6. Particulate and multiphase flows 7. Fluid-structure Interaction 8. Flows in porous media
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • Know how to solve CFD problems in curvilinear grids • Understand the main properties of turbulent flows • Understand the strengths and weaknesses of widely used simulation models of turbulence • Select the appropriate model and boundary equations for a given application • Be able to perform turbulence and complex flows simulations with OpenFOAM • Work in team and write a report describing the results and significance of a simulation of turbulent flow
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) mündlich, 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	• J. H. Ferziger, M. Peric, Numerische Strömungsmechanik, Spinger, 2008

Vertiefungsmodulgruppe Mechanische Verfahrenstechnik

1	**Modulbezeichnung** 94445	**Mechanische Verfahrenstechnik (Vertiefung)** Focus module: Mechanical process engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Jochen Schmidt
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Moduls werden die Grundlagen der Produktgestaltung behandelt. Ausgehend von der Eigenschaftsfunktion (Zusammenhang zwischen Anwendungs- bzw. Endprodukteigenschaften und den dispersen Eigenschaften) werden Möglichkeiten zur Steuerung der Produkteigenschaften vorgestellt und an exemplarischen Prozessen vertieft. Neben der Partikelproduktion (u.a. Gasphasensynthese, Fällung, Zerkleinern) werden Fragen der Formulierung (z.B. Beschichtungen) behandelt. Ein Schwerpunkt liegt auf der Gestaltung nanoskaliger Produkte. Hier gelingt die Einstellung makroskopischer Produkteigenschaften nur durch die mikroskopische Steuerung der Grenzflächen. Als Simulationswerkzeuge werden Populationsbilanzen eingeführt. Es werden Beispiele aus der chemisch-pharmazeutischen Technologie, den Materialwissenschaften und der Medizintechnik behandelt. Das Modul richtet sich daher sowohl an Bio- und Chemieingenieure als auch Materialwissenschaftler, Pharmazeutische Technologen und Naturwissenschaftler. Wir fördern Teamfähigkeit und Präsentationstechniken durch die selbstständige Erarbeitung spezieller Beispiele in kleinen Gruppen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen den Zusammenhang zwischen Anwendungs- bzw. Endprodukteigenschaften und den dispersen Eigenschaften • setzen Möglichkeiten zur Steuerung der Produkteigenschaften an exemplarischen Prozessen um • lernen Partikelproduktion und Formulierungen, insbesondere die Gestaltung nanoskaliger Produkte • lernen die physikalischen Grundprinzipen zur Einstellung der dispersen Größen und deren Umsetzung in technischen Apparaten • wenden die Inhalte mit Beispielen aus der chemisch-pharmazeutischen Technologie, den Materialwissenschaften und der Medizintechnik an
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Mechanische Verfahrenstechnik Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) benotete mündliche Prüfung 30 min unbenotete Praktikumsleistung: 3 Laborexperimente in einer Praktikumsgruppe mit Gruppenantestat und einer schriftlichen Versuchsauswertung pro Verusch und Gruppe
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Prüfungsnote entspricht Modulnote
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 45370	**Produktanalyse** Product analysis	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Produktanalyse (1 SWS) Vorlesung: Produktanalyse (2 SWS)	1 ECTS 4 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Johannes Walter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Johannes Walter
5	**Inhalt**	The module introduces modern (optical) techniques for characterization of disperse systems in chemical engineering and materials science. The participants will learn general principles as well as where, when and on which time scale information on materials properties can be gained by the discussed methods. For disperse systems the latter can be for example particle size, particle shape, materials composition, electronic properties and surface chemistry as well as surface charge. • Introduction to Materials Properties and Classification • Sampling, Error Sources and their Analysis • Definition and Determination of Particle Distribution, Size and Shape • Principles Optics and Diffraction I • Principles Optics and Diffraction II • Diffraction, Rayleigh-, Mie scattering • Static and Dynamic Light scattering • X-Ray Scattering and Applications • Zetapotential and its measurement with optical methods • Analytical Ultra-Centrifugation with Multi-Wavelength Optics • Nonlinear Optics at Interfaces and its Application • Color and its Measurement: UV-Vis and Fluorescence Spectroscopy • Infrared and Raman Spectroscopy including Surface-Enhanced Techniques • Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) • Scanning Probe Microscopy and Electron Microscopy
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• The participants will learn about the fundamentals of light-matter interactions and acquire the necessary skills to understand the working principles of the discussed experimental methods. • The participants will learn which material property is accessible by the discussed methods for product analysis as well as where and when each method can be applied. • The participants will learn on how to judge the results of an individual measurement technique and will learn about its inherent boundaries (e.g. resolution etc.) • The participants will learn where a combination of several techniques is more promising.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) benotete mündliche Prüfung 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Prüfungsnote entspricht Modulnote
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Principles of physics extended (9. ed., internat. student version); Authors: David Halliday, Robert Resnik, Jearl Walker; Wiley 2011 • Springer Handbook of Materials Measurement Methods; Authors: Horst Czichos, T. Saito, Smith Leslie; Springer 2006 (electronic access within FAU) • Nonlinear Optics; Author: Robert W. Boyd; Academic Press 2008

1	**Modulbezeichnung** 45231	**Rheologie / Rheometrie** Rheology/Rheometry	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rheologie/Rheometrie - Übung (1 SWS) Vorlesung: Rheologie/Rheometrie (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Wierschem	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Wierschem
5	**Inhalt**	Rheologie beschäftigt sich mit dem Verformungs- und Fließverhalten von Stoffen. Sie konzentriert sich vor allem auf das Materialverhalten komplexer Materie. Dazu gehören nahezu alle Materialien biologischen Ursprungs wie Zellen, Gewebe, Körperflüssigkeiten, Biopolymere und Proteine aber auch die meisten chemischen Systeme wie allgemein Polymerschmelzen und lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Schäume oder Gele. Bei der Entwicklung ingenieurwissenschaftlicher Lösungen sind diese Kenntnisse bzw. deren messtechnische Erfassung von entscheidender Bedeutung. Dies beinhaltet die Bestimmung rheologischer Eigenschaften neuer Materialien aber auch biologischer Systeme, deren Veränderungen bei Krankheiten bzw. deren medikamentöser Behandlung. Es ist unerlässlich bei der Auslegung verfahrenstechnischer Anlagen (z.B. Druckverlust, Auswahl eines Rührorgans, Pumpen, Belastungsgrenzen von Zellen z.B. bei 3D-Druck oder in Bioreaktoren, etc.), der Prozesskontrolle (z.B. beim Drucken, Beschichten, Lackieren, Sprühen, Extrudieren, Etikettieren) bis hin zu den Qualitätsanforderungen des Produkts (Lebensmitteln, Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmitteln, etc.). Im Rahmen des Moduls Rheologie/Rheometrie werden die Fließ- und Deformationseigenschaften bei konstanten und zeitabhängigen Beanspruchungen behandelt. Neben empirischen Fließgesetzen wird der Einfluss der Mikrostruktur auf das rheologische Verhalten der Stoffe dargestellt. Zudem werden die entsprechenden Messmethoden (rheometrisch, Online-, Inline-Viskosimeter, rheooptisch) und Einflüsse typischer Messfehler, deren Vermeidung bzw. Korrektur vorgestellt. Studierende werden dabei angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Modul bietet eine systematische Einführung in die Rheologie und Rheometrie. Die Studierenden: • können die Bedeutung der Rheologie sowohl im Alltag als auch bei industriellen Prozessen nachvollziehen • verfügen über einen Überblick über die verschiedenen grundlegenden rheologischen Phänomene • entwickeln ein konzeptionelles Verständnis für die wesentlichen rheologischen Phänomene • können die erworbenen Grundkenntnisse mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden • sind fähig, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungswege anwenden

		• verstehen die Zusammenhänge zwischen integralen Größen der Messgeräte und rheologischen Messgrößen • können geeignete Messmethoden auswählen, lernen typische Messfehler erkennen und beheben bzw. vermeiden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundwissen in Strömungsmechanik bzw. Thermofluiddynamik der Biotechnologie.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) mündlich, 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C. W. Macosko: Rheology - Principles, Measurement and Application, Wiley-VCH (1994) • F. A. Morrison: Understanding Rheology, Oxford Univ. Press (2001) • J. F. Steffe: Rheological Methods in Food Process Engineering, Freeman (1996) • T. G. Mezger: Das Rheologie Handbuch, 5th ed., Vincentz (2016) • H. A. Barnes, J. F. Hutton, K. Walters: An Introduction to Rheology, Elsevier (1989) • R. G. Larson: The Structure and Rheology of Complex Fluids, Oxford (1999) • T. F. Tadros: Rheology of Dispersions, Wiley-VCH (2010) • T. A. Witten: Structured fluids, Oxford (2004) • P. Coussot: Rheometry of Pastes, Suspensions, and Granular Materials, Wiley (2005) • M. Pahl, W. Gleißle, H.-M, Laun: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, 4. Auflage, VDI-Verlag (1995) • D. Weipert, H.-D. Tscheuschner, E. Windhab: Rheologie der Lebensmittel, Behrs Verlag (1993) • M. A. Rao: Rheology of fluid and semisolid foods, 3rd ed., Springer • J. W. Goodwin, R. W. Hughes: Rheology for Chemists, RSC Publishing (2008) • D. Lerche, R. Miller, M. Schäffler: Dispersionseigenschaften, 2D-Rheologie, 3D-Rheologie, Stabilität (2015)

		• G. G. Fuller: Optical Rheometry of Complex Fluids, Oxford Univ. Press (1995)

1	**Modulbezeichnung** 45375	**Polymer Science and Processing** Polymer science and processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Polymer Science and Processing (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Polymer Science and Processing (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nicolas Vogel Dr. rer. nat. Ruiguang Cui	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nicolas Vogel
5	**Inhalt**	Introduction to polymer science with a broad focus on: Synthesis, characterization and processing of polymeric materials; Structure-property relationships at the molecular level, in the liquid and melt state and in the solid. • Introduction to macromolecules: definition of terms, special features of polymers, polymerization reactions, polymer architectures, Classifications of polymeric materials • Polymer synthesis: chain and step growth, living Polymerizations, catalytic polymerizations, copolymerizations • Characterizations: determination of molecular weights • Properties of polymers in the liquid state: thermodynamics of polymer solutions, conformations • Properties of polymers in the solid state: phase transitions, amorphous materials, semi-crystalline materials, elastomers • Processing of polymers: extrusions, injection molding processes, Additive manufacturing, fiber and film manufacturing • Special polymers and applications of polymeric materials
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn basic structure-property relationships of macromolecules and polymeric materials • are able to derive macroscopic material properties from molecular structures • develop the conceptual ability to adapt macroscopic properties by changing the molecular structure • learn basic skills in the synthesis, characterization and processing of polymer materials • have the ability to select an appropriate polymeric material for a given application • get an insight into current research activities in the field of polymer science
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Koltzenburg, Maskos, Nuyken, Polymere, Springer Spektrum 2014 • R. J. Young, P. A. Lovell, Introduction to Polymers, 3rd Edition. CRC Press 2011

1	**Modulbezeichnung** 45045	**Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization** Porous materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (2 SWS) Übung: Tutorial Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS) Übung: Übung Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Hartmann Dr. Florian Wisser Dr. Dorothea Wisser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Hartmann
5	**Inhalt**	In diesem Modul sollen wichtige spektroskopische Verfahren und ihre Anwendungsbereiche vorgestellt werden. Im ersten Teil der Veranstaltung wird eine kurze Einführung in die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung gegeben. Zunächst werden die Prinzipien der Methoden zur Strukturaufklärung auf molekularer Ebene besprochen, insbesondere der Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie. Im zweiten Teil der Veranstaltung wird die Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten vorwiegend mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) anhand verschiedener Beispiele konkret geübt. Dabei werden neben den Grundlagen der Spektroskopie von Feststoffen auch die verschiedenen Aspekte der In-situ-(Operando)-Spektroskopie und der Prozessanalytik mittels spektroskopischer Methoden konkreter vorgestellt. Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls sind Vorlesungen, Übungen und ein Praktikum. In den Vorlesungen werden die erforderlichen theoretischen Grundlagen für das Verständnis spektroskopischer Methoden vermittelt. Eng mit dem Vorlesungsstoff verzahnt werden in den Übungsgruppen und im Praktikum die Fähigkeit zur Aufnahme und Interpretation realer Spektren an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) geübt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • verstehen die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung • kennen die wichtigsten spektroskopischen Methoden und ihre Anwendung zur Charakterisierung von technischen

		Feststoffen, insbesondere Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie • wenden die theoretischen Aspekte in vielfältigen spezielleren, aber auch kombinierten Übungen zur Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) an • können Spektren selbsständig aufnehmen und an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) interpretieren und die Ergebnisse kritisch bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Spectroscopy in Catalysis An Introduction, J. Niemantsverdriet, 2007 • Characterization of Solid Materials and Heterogeneous Catalysts, M. Che, J.C. Vedrine (Eds.), Wiley-VCH 2012

1	**Modulbezeichnung** 45340	**Fluid-Feststoff-Strömungen** Solid-liquid two phase flow	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Fluid-Feststoff-Strömungen (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Fluid-Feststoff-Strömungen / Fluid-Solid-Flows (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Raul Favaro Nascimento	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Moduls "Fluid-Feststoff-Strömungen" soll gezeigt werden, daß die Beschreibung von komplexen Strömungen auch mit einfachen Methoden möglich ist. Anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung wird die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände aufgezeigt. Darauf aufbauend wird mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen der Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung bestimmt. Damit ist es möglich, das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren, wie z.B. zirkulierende Wirbelschichten oder Riser, vorauszuberechnen. Desweiteren wird das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation verglichen und auf die für die Bioverfahrenstechnik bedeutsame Flüssigkeits-Feststoff-Wirbelschicht eingegangen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • identifizieren einfache Methoden der Beschreibung von komplexen Strömungen • stellen anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände dar • bestimmen mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen den Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung • berechnen das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren voraus • vergleichen das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation • führen Versuche zur zirkulierenden Wirbelschicht durch
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wirth, K.E.: Zirkulierende Wirbelschichten, Springer Verlag, Berlin, 1990

1	**Modulbezeichnung** 45350	**Nanotechnology of Disperse Systems** Nanotechnology of disperse systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Nanotechnology of Disperse Systems (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Robin Klupp Taylor Dr. Monica Distaso	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Robin Klupp Taylor
5	**Inhalt**	• Introduction to nanodisperse systems and their broad fields of application and research • Summer semester only: Parallel lecture blocks (Block 1 (non-MAP) - Optoelectronic properties of nanodisperse systems, Block 2 (MAP) - Synthesis, properties and applications of mesocrystals) • Winter semester only: Optoelectronic properties of nanodisperse systems • Magnetic properties of nanodisperse systems • Ex situ and in situ characterisation of nanoparticles (Optical methods; Electron microscopy; Scanning probe microscopy; Spectroscopy) • Fundamental aspects of the preparation of nanodisperse systems (Thermodynamic fundamentals; Hydrolysis and polycondensation (metal oxides); Redox-reactions (metals); Solvothermal/Hydrothermal synthesis; Control of particle size and morphology) • Synthesis and properties of carbon nanotubes • Industrial methods of nanoparticle synthesis
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On completion of the lecture course students will be able to: • Identify major applications and research fields of nanodisperse systems • Identify and explain the fundamental theories of nucleation and growth and colloidal stability • Differentiate between different approaches for the preparation of nanodisperse systems • Select metal and metal oxide precursors and oxidizing/ reducing agents according to their thermodynamic properties. • Give examples of means to control nanoparticle size, shape and agglomeration state • Distinguish between different characterization tools according to their advantages and disadvantages for the analysis of nanodisperse systems • Identify the influence of particle size on key physical properties • Match physical properties of nanoparticles to current or emergent applications • Plan a presentation in which they compare and appraise recent research activities from the literature
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Nanoparticles and nanotechnology in general • Axelos, M.A. and van de Voorde, M.H. (2017) Nanotechnology in agriculture and food science, Wiley-VCH, Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Full text • Diwald, O. Berger, T. (2021) Metal oxide nanoparticles: Formation, functional properties, and interfaces, Wiley-VCH, Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Full text • Müller, B. and van de Voorde, M. (2017) Nanoscience and Nanotechnology for Human Health, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany. Full text • Naitō, M., Yokoyama, T., Hosokawa, K., Nogi, K. (eds) (2018) Nanoparticle technology handbook, Elsevier, Amsterdam. Full text • Natelson, D. (2015) Nanostructures and Nanotechnology, Cambridge University Press, Cambridge. Full text • Sánchez-Domínguez, M. and Rodriguez Abreu, C. (2016) Nanocolloids: A meeting point for scientists and technologists, Elsevier, Amsterdam. Full text • Sharon, M. (ed) (2019) History of nanotechnology: From pre-historic to modern times, Wiley, Hoboken NJ USA. Full text Optical properties of nanoparticles / nanophotonics • Bohren, C.F. and Huffman, D.R. (1993 (1998[printing])) Absorption and scattering of light by small particles, Wiley, New York, Chichester. Full text • Gaponenko, S. V. Introduction to nanophotonics, 2010, (Full text)

- Pelton, M. and Bryant, G.W. (2013) Introduction to metal-nanoparticle plasmonics, Wiley; Science Wise Publishing, Hoboken, New Jersey. Full text
- Quinten, M. (2011) Optical properties of nanoparticle systems: Mie and beyond, Wiley-VCH, Weinheim. Full text

Magnetic nanoparticles

- Gubin, S.P. (2009) Magnetic nanoparticles, Wiley-VCH, Weinheim. Full text
- Katz, E. (ed) (2020) Magnetic Nanoparticles, MDPI, Basel. Full text (open access)
- Rivas, J., Kolen'ko, Y.V., Bañobre-López, M. (2016) Magnetic Nanocolloids, in Nanocolloids, Elsevier, pp. 75–129. Full text

Nanoparticle characterisation

- Unger, W., Hodoroaba, V.-D., Shard, A. (2019) Characterization of nanoparticles: Measurement processes for nanoparticles Elsevier, Amsterdam. Full text

Nanoparticle synthesis

- Haumesser, P.-H. (2016) Nucleation and growth of metals: From thin films to nanoparticles, Elsevier, Amsterdam. Full text
- Mohan, S., Oluwafemi, S.O., Kalarikkal, N., Thomas, S. (2018) Synthesis of inorganic nanomaterials: Advances and key technologies, Woodhead Publishing, Oxford. Full text
- Sau, Tapan K, Rogach, Andrey L. Complex-shaped metal nanoparticles: bottom-up syntheses and applications, 2012 Wiley-VCH Full Text
- Thomas, Sabu et al. Colloidal Metal Oxide Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Applications, 2020 Elsevier Full Text
- Thota, S. and Crans, D.C. (2018) Metal nanoparticles: Synthesis and applications in pharmaceutical sciences, Wiley-VCH, Weinheim. Full text

1	**Modulbezeichnung** 42936	**Self-organisation processes** Self-organization processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Self-organization Processes (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Self-Organisation Processes (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Engel Prof. Dr. Robin Klupp Taylor Dr. Giulia Magnabosco	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Engel
5	**Inhalt**	Structure formation with elementary building blocks in molecular, particulate, soft, and biological systems. Theoretical aspects, experimental realizations, and applications are discussed. • introduction (Overview): the idea of building blocks, thermodynamic principles, near and far from equilibrium • Molecules 1 (Surfactants): molecular interaction, hydrophobicity, micellation • Molecules 2 (Mesophases): packing parameter, applications, self-assembled monolayers, membranes • Molecules 3 (Block co-polymers): Flory-Huggins theory, microphase separation, recent research • Molecules 4 (Liquid crystals): phases, role of anisotropy, order parameter, thermodynamics, properties • Theory 1 (Pattern formation): phase diagrams, phase field model, spinodal decomposition • Theory 2 (Particle self-assembly): nanoparticle self-assembly, (nano)crystal shapes, hard vs. soft spheres, entropy maximization vs. interface minimization • Theory 3 (Dynamic self-assembly): oscillatory chemical reactions, reaction diffusion, active matter • Theory 4 (Programmable assembly): DNA nanotechnology, future challenges • Colloids 1 (Synthesis): methods for synthesis of isotropic colloids, bulk crystallization • Colloids 2 (Sedimentation): Assembly by depletion, electrostatics, confinement by solid-fluid interfaces, opals • Colloids 3 (Assembly at fluid-fluid interfaces): techniques, Pickering emulsions, evaporation • Colloids 4 (Convective assembly): film formation and defects, coffee ring effect, templating
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Successful completion of this module confirms students are able to • describe complex self-organization processes with the help of simple model systems • apply this knowledge to physical, chemical, and bioinspired systems

		• develop an advanced understanding of the self-organization of (macro)molecules and colloids • understand processes to direct and influence self-organization processes • judge the relevance of self-organization for the processing and synthesis of materials • gain insight into current research in the field of the lecture
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral exam (30 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Ian W. Hamley, “Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials”, Wiley, 2007. • Yoon S. Lee, „Self-Assembly and Nanotechnology Systems”, Wiley, 2011. • Scott Camazine, Jean-Louis Deneubourg, Nigel R. Franks, „Self-Organization in Biological Systems“, Princeton University Press, 2003. • John A. Pelesko, „Self Assembly: The Science of Things That Put Themselves Together“, Chapman and Hall/CRC, 2007. • Jacob N. Israelachvili, „Intermolecular and Surface Forces”, Academic Press, 2011.

1	**Modulbezeichnung** 45335	**Trocknungstechnik** Drying technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	• Grundlagen und Ziele der Trocknungstechnik • Zusammenspiel Materialeigenschaften, Prozessbedingungen, Produkteigenschaften • Mechanische Trocknungsverfahren (Filtration, Sedimentation) • Diffusionskontrollierte Trocknungsverfahren • Konvektive Trocknungsverfahren: Grundlagen • Sprühtrocknung • Wirbelschichttrocknung • Modellierung von Trocknungsprozessen und Apparateauslegung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • sind mit den Grundlagen der diffusionslimitierten und konvektiven Trocknung vertraut; • können anhand von Materialeigenschaften kinetische und kapazitive Prozessgrenzen ableiten; • können verschiedene Trocknungsverfahren klassifizieren und den Anwendungsbereich beurteilen; • sind fähig, verschiedene Prozessvarianten vergleichend gegenüberzustellen; • können mit Hilfe vorgestellter Prozessmodelle, Trocknungsprozesse beschreiben und auslegen; • können das erlernte Wissen an Hand ausgewählter Beispiele praktisch umsetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Mündliche Prüfung (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	1. O. Krischer, W. Kast: Trocknungstechnik: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Springer-Verlag, 2014 2. A.S. Mujumdar (Ed.): Handbook of Industrial Drying, CRC Press, 2013 Gehrmann, Esper, Schuchmann: Trocknungstechnik in der Lebensmittelindustrie, Behrs G mbH, 2009.

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

Vertiefungsmodulgruppe Reaktionstechnik

1	**Modulbezeichnung** 94395	**Reaktionstechnik (Vertiefung)** Focus module: Chemical reaction engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Patrick Schühle Dr. Peter Schulz Prof. Dr. Peter Wasserscheid
5	**Inhalt**	• Fluid/Fluid - Reaktionen • Gas/Feststoff - Reaktionen • Beschreibung unterschiedlicher chemischer Reaktionsapparate • Ideale und reale Reaktoren • Reaktionsführung bei unterschiedlichen Reaktionstypen • Wirbelschicht- und Fluid/Fluid - Reaktoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verfügen über die Sachkompetenz zur theoretischen Behandlung und praktischen Erarbeitung von Problemen der Technischen Chemie und der Entwicklung chemischer Verfahren. • sind in der Lage, kinetische Daten selbständig zu messen, auszuwerten und zu interpretieren. • können anhand selbständig gemessener Werte Transportvorgänge nachvollziehen und chemische Reaktoren für verschiedene Anwendungsfälle fehlerfrei auslegen. • sind befähigt zu selbstständiger Bearbeitung und Diskussion aktueller Forschungsfragen auf dem Gebiet moderner katalytischer Materialien (ionische Flüssigkeiten, Beschichtungen,hierarchische Materialien).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Reaktionstechnik Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Fitzer, Fritz, Emig, Einführung in die Chemische Reaktionstechnik, Springer Verlag, 4. Auflage, Berlin 1995 (Hörerschein am Lehrstuhl erhältlich) • Baerns, Hofmann, Renken, Chemische Reaktionstechnik, Thieme Verlag, Stuttgart. (Hörerschein am Lehrstuhl erhältlich) • Jess, Wasserscheid, Chemical Technology, 1. Auflage, Weinheim 2013 Wiley-VCH

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 45035	**Adsorption: Fundamentals and Applications** Adsorption: Fundamentals and applications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Adsorption: Fundamentals and Applications (0 SWS) Vorlesung: Adsorption: Fundamentals and Applications (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Carola Vorndran Prof. Dr. Matthias Thommes	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Thommes
5	**Inhalt**	1. Introduction and terminology 2. Gas adsorptions basics and adsorbent materials 3. Physisorption mechanisms 4. Surface area determination 5. Porosity and pore structure analysis of nanoporous materials 5.1 Micropore analysis 5.2Mesopore analysis 5.3 Macropore analysis : adsorption and liquid intrusion methods 5.4. Characterization of hierarchically structured porous materials 6. High pressure adsorption 7. Surface chemistry effects on adsorption 8. Adsorption and characterization in the liquid phase 9. Adsorption of mixtures 10. Adsorption applications in gas storage and separation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students will achieve a deep understanding of the underlying mechanisms for the adsorption of fluids on powders and nanoporous materials know adsorption-based and complimentary techniques/methodologies for a reliable characterization of adsorbents for applications in separation, heterogeneous catalysis etc. understand the basics of high pressure adsorption and corresponding applications in gas storage know selected, important principles of adsorption-based separation processes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Oral examination (30 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 42918	**Fuel cells and electrolysers**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fuel cells and electrolysers (2 SWS) Übung: Fuel cells and electrolysers (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Simon Thiele	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Simon Thiele
5	**Inhalt**	Fuel cell (FC) and electrolysis cell (ECs) • Application areas • Thermodynamic boundary conditions • Electrochemical basics • Kinetics • Transport processes • State of the art • Characterisation techniques • Open questions and scientific challenges
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • are able to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry • understand kinetics to describe the time dependent concentration changes in chemical reactions • apply basic knowledge in thermodynamics and general chemistry • are familiar with basic concepts of electrochemical engineering for fuel cells and electrolysers • can describe thermodynamics, kinetic effects and electrochemical foundations • understand limitations such as kinetic, ohmic or mass transport limitions • have a solid knowledge on the state of the art • know how to experimentally characterize cells • are able to deduce methods to improve cell technologies by analyzing experimental data
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	To succeed in this course, students will need to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry. Understanding of kinetics to describe the time dependent concentration changes in chemical reactions should be familiar from physical chemistry classes. Basic knowledge in thermodynamics and general chemistry is beneficial.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) written exam (120 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• O'hayre, Ryan; Cha, Suk-Won; Prinz, Fritz B.; Colella, Whitney (2016): Fuel cell fundamentals: John Wiley & Sons.

1	**Modulbezeichnung** 45375	**Polymer Science and Processing** Polymer science and processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Polymer Science and Processing (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Polymer Science and Processing (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nicolas Vogel Dr. rer. nat. Ruiguang Cui	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nicolas Vogel
5	**Inhalt**	Introduction to polymer science with a broad focus on: Synthesis, characterization and processing of polymeric materials; Structure-property relationships at the molecular level, in the liquid and melt state and in the solid. • Introduction to macromolecules: definition of terms, special features of polymers, polymerization reactions, polymer architectures, Classifications of polymeric materials • Polymer synthesis: chain and step growth, living Polymerizations, catalytic polymerizations, copolymerizations • Characterizations: determination of molecular weights • Properties of polymers in the liquid state: thermodynamics of polymer solutions, conformations • Properties of polymers in the solid state: phase transitions, amorphous materials, semi-crystalline materials, elastomers • Processing of polymers: extrusions, injection molding processes, Additive manufacturing, fiber and film manufacturing • Special polymers and applications of polymeric materials
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn basic structure-property relationships of macromolecules and polymeric materials • are able to derive macroscopic material properties from molecular structures • develop the conceptual ability to adapt macroscopic properties by changing the molecular structure • learn basic skills in the synthesis, characterization and processing of polymer materials • have the ability to select an appropriate polymeric material for a given application • get an insight into current research activities in the field of polymer science
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Koltzenburg, Maskos, Nuyken, Polymere, Springer Spektrum 2014 • R. J. Young, P. A. Lovell, Introduction to Polymers, 3rd Edition. CRC Press 2011

1	**Modulbezeichnung** 45045	**Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization** Porous materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (2 SWS) Übung: Tutorial Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS) Übung: Übung Porous Materials: Preparation principles, production processes and spectroscopic characterization (1 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Hartmann Dr. Florian Wisser Dr. Dorothea Wisser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Hartmann
5	**Inhalt**	In diesem Modul sollen wichtige spektroskopische Verfahren und ihre Anwendungsbereiche vorgestellt werden. Im ersten Teil der Veranstaltung wird eine kurze Einführung in die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung gegeben. Zunächst werden die Prinzipien der Methoden zur Strukturaufklärung auf molekularer Ebene besprochen, insbesondere der Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie. Im zweiten Teil der Veranstaltung wird die Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten vorwiegend mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) anhand verschiedener Beispiele konkret geübt. Dabei werden neben den Grundlagen der Spektroskopie von Feststoffen auch die verschiedenen Aspekte der In-situ-(Operando)-Spektroskopie und der Prozessanalytik mittels spektroskopischer Methoden konkreter vorgestellt. Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls sind Vorlesungen, Übungen und ein Praktikum. In den Vorlesungen werden die erforderlichen theoretischen Grundlagen für das Verständnis spektroskopischer Methoden vermittelt. Eng mit dem Vorlesungsstoff verzahnt werden in den Übungsgruppen und im Praktikum die Fähigkeit zur Aufnahme und Interpretation realer Spektren an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) geübt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • verstehen die molekularen Grundlagen sowie der Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung • kennen die wichtigsten spektroskopischen Methoden und ihre Anwendung zur Charakterisierung von technischen

		Feststoffen, insbesondere Resonanzmethoden wie Kernresonanz- (NMR-), Elektronenspinresonanz- (ESR-) Ultraviolett- (UV-), Infrarot- (IR-) und Raman-Spektroskopie • wenden die theoretischen Aspekte in vielfältigen spezielleren, aber auch kombinierten Übungen zur Charakterisierung von technischen Katalysatoren und Adsorbenten mittels Festkörper-NMR-Spektroskopie und ESR-Spektroskopie (unter Einbeziehung von IR- und UV-Spektroskopie) an • können Spektren selbsständig aufnehmen und an Hand von Beispielen aus der Technik (z.B. Zeolithe, geträgerte Metallkatalysatoren, immobilisierte Enzyme) interpretieren und die Ergebnisse kritisch bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Spectroscopy in Catalysis An Introduction, J. Niemantsverdriet, 2007 • Characterization of Solid Materials and Heterogeneous Catalysts, M. Che, J.C. Vedrine (Eds.), Wiley-VCH 2012

1	**Modulbezeichnung** 42936	**Self-organisation processes** Self-organization processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Self-organization Processes (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Self-Organisation Processes (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Engel Prof. Dr. Robin Klupp Taylor Dr. Giulia Magnabosco	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Engel
5	**Inhalt**	Structure formation with elementary building blocks in molecular, particulate, soft, and biological systems. Theoretical aspects, experimental realizations, and applications are discussed. • introduction (Overview): the idea of building blocks, thermodynamic principles, near and far from equilibrium • Molecules 1 (Surfactants): molecular interaction, hydrophobicity, micellation • Molecules 2 (Mesophases): packing parameter, applications, self-assembled monolayers, membranes • Molecules 3 (Block co-polymers): Flory-Huggins theory, microphase separation, recent research • Molecules 4 (Liquid crystals): phases, role of anisotropy, order parameter, thermodynamics, properties • Theory 1 (Pattern formation): phase diagrams, phase field model, spinodal decomposition • Theory 2 (Particle self-assembly): nanoparticle self-assembly, (nano)crystal shapes, hard vs. soft spheres, entropy maximization vs. interface minimization • Theory 3 (Dynamic self-assembly): oscillatory chemical reactions, reaction diffusion, active matter • Theory 4 (Programmable assembly): DNA nanotechnology, future challenges • Colloids 1 (Synthesis): methods for synthesis of isotropic colloids, bulk crystallization • Colloids 2 (Sedimentation): Assembly by depletion, electrostatics, confinement by solid-fluid interfaces, opals • Colloids 3 (Assembly at fluid-fluid interfaces): techniques, Pickering emulsions, evaporation • Colloids 4 (Convective assembly): film formation and defects, coffee ring effect, templating
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Successful completion of this module confirms students are able to • describe complex self-organization processes with the help of simple model systems • apply this knowledge to physical, chemical, and bioinspired systems

		• develop an advanced understanding of the self-organization of (macro)molecules and colloids • understand processes to direct and influence self-organization processes • judge the relevance of self-organization for the processing and synthesis of materials • gain insight into current research in the field of the lecture
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral exam (30 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Ian W. Hamley, “Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials”, Wiley, 2007. • Yoon S. Lee, „Self-Assembly and Nanotechnology Systems”, Wiley, 2011. • Scott Camazine, Jean-Louis Deneubourg, Nigel R. Franks, „Self-Organization in Biological Systems“, Princeton University Press, 2003. • John A. Pelesko, „Self Assembly: The Science of Things That Put Themselves Together“, Chapman and Hall/CRC, 2007. • Jacob N. Israelachvili, „Intermolecular and Surface Forces”, Academic Press, 2011.

1	**Modulbezeichnung** 45335	**Trocknungstechnik** Drying technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	• Grundlagen und Ziele der Trocknungstechnik • Zusammenspiel Materialeigenschaften, Prozessbedingungen, Produkteigenschaften • Mechanische Trocknungsverfahren (Filtration, Sedimentation) • Diffusionskontrollierte Trocknungsverfahren • Konvektive Trocknungsverfahren: Grundlagen • Sprühtrocknung • Wirbelschichttrocknung • Modellierung von Trocknungsprozessen und Apparateauslegung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • sind mit den Grundlagen der diffusionslimitierten und konvektiven Trocknung vertraut; • können anhand von Materialeigenschaften kinetische und kapazitive Prozessgrenzen ableiten; • können verschiedene Trocknungsverfahren klassifizieren und den Anwendungsbereich beurteilen; • sind fähig, verschiedene Prozessvarianten vergleichend gegenüberzustellen; • können mit Hilfe vorgestellter Prozessmodelle, Trocknungsprozesse beschreiben und auslegen; • können das erlernte Wissen an Hand ausgewählter Beispiele praktisch umsetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Mündliche Prüfung (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	1. O. Krischer, W. Kast: Trocknungstechnik: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik, Springer-Verlag, 2014 2. A.S. Mujumdar (Ed.): Handbook of Industrial Drying, CRC Press, 2013 Gehrmann, Esper, Schuchmann: Trocknungstechnik in der Lebensmittelindustrie, Behrs G mbH, 2009.

1	**Modulbezeichnung** 42915	**Process simulation**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Process Simulation (Tutorial) (1 SWS) Vorlesung: Process Simulation (2 SWS) Übung: Process Simulation (Exercise) (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold
5	**Inhalt**	Content: • Introduction to industrial process development • Aspects of process intensification • Introduction to the Aspen Plus simulator for process simulation • Equipment modeling: chem. reactors (detailed), separators, heat exchangers, mixers, pumps, compressors • recirculation, separation sequences, interconnection to the overall process • Short-cut methods for single apparatuses and for process synthesis • Flow sheet simulation of selected sample processes in Aspen Plus • Heat integration (pinch analysis) • Economic feasibility studies: Cost structure, cost models, plant capacity utilization, economic measures of quality.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students: • are familiar with the systematic approach to conceptual process design • are familiar with the individual steps of modeling chemical reactors, separators, heat exchangers, mixers, pumps and compressors • are able to independently carry out the modeling and simulation of chemical engineering processes using industry-relevant commercial simulation tools (in particular Aspen Plus) • are able to practically apply and expand their basic knowledge of reaction engineering and thermal process engineering in the simulation of process engineering processes • are able to classify different models of basic operations and assess the scope of application • are capable of comparing different process variants • are able to apply the acquired knowledge practically on the basis of selected examples, taking into account economic aspects (cost structure, cost models, plant capacity utilization, economic measures of quality)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) Klausur/written exam (120 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Bearns, Behr, Brehm, Gmehling, Hofmann, Onken, Renken: Technische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim, 2006. • Biegler, Grossmann, Westerberg: Systematic Methods of Chemical Process

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

1	**Modulbezeichnung** 94356	**Process Technologies** Process technologies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Process Technologies (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Process Technologies Exercises (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold
5	**Inhalt**	The Module "Process Technologies gives an overview on important processes in the chemical process industries. The processes are treated in a holistic approach and the interaction of individual process steps and their feedback to the overall process are discussed in more detail. In particular, the relationship between the physical/chemical basics of the processes, process development and process design are discussed. The presented processes are selected based on their importance in the fields of raw materials, intermediates and consumer products of the chemical process industries. In the sense of process engineering, apart from the reaction steps, the separation operations are also part of the considerations. The evaluation of the methods with regard to their cost-effectiveness and sustainability complete the description of the processes. In detail, the following aspects are treated: • Raw materials (crude oil, fuels, natural gas, technical gases) • Organic base chemicals (syngas, alkanes, alkenes, aromatics) • Organic intermediates (C1-C4 alcohols, cyclic alcohols, ether, epoxides, organic acids) • Renewable raw materials • Organic end products (surfactants, pigments, polymers) • Inorganic base chemicals and intermediates (sulfuric acid, ammonia, sodium hydroxide) • Inorganic end products (fertilizers, ceramics, glass) • Process development (technologies, economic evaluation)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • know the important processes in the chemical process industries • describe the interaction of individual process steps and their feedback to the overall process • discuss the relationship between the physical/chemical basics of the processes, process development and process design • evaluate the processes und methods with regard to their cost-effectiveness and sustainability
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

		Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Textbooks and compendia on Technical Chemistry, e.g. • Baerns, et al., Technische Chemie, Wiley-VCH • Jess, Wasserscheid, Chemical Technology, Wiley-VCH • Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry

Vertiefungsmodulgruppe Strömungsmechanik

1	**Modulbezeichnung** 94405	**Strömungsmechanik (Vertiefung)** Focus Module: Fluid Mechanics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Wierschem
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Strömungsmechanik Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich mündlich, 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 43110	**Angewandte Thermofluiddynamik** Applied thermo-fluid dynamics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Vojislav Jovicic
5	**Inhalt**	Although there are no special pre-requirements for this course, due to the nature of the topic and selected examples, course is more suitable for students with basic background in thermodynamics and fluid mechanics followed by higher interests in topics related to energy, efficiency, combustion systems, energy transformation, boilers and heating systems, pollutant reduction, etc. Goal of the course is to explain how some basic chemical, thermodynamical and fluid mechanical phenomena are used in engineering for practical conventional and state-of-art applications. As an example, course follows a life cycle of single oil droplet starting with its extraction from the earth and ending in the combustion chamber of household heating system. By following oil droplet on its way to the final use, course is introducing different energy transformations and explains different physical phenomena and technical solutions used in each phase of an oil droplet life cycle. In this way, course discusses topics like: • world-wide and local trends in energy production, • production of different fractions of liquid fossil fuels, • spray formation mechanisms and applied technical solutions, • evaporation process and novel evaporation techniques, • conventional and novel combustion technologies, • environmental impact and pollutant emissions, • household heating systems and its components, etc. Within the course, principles of operations for different parts of conventional household heating systems are explained including related basic physical phenomena. Apart from conventional systems, students are introduced to some state-of-art solutions like cool-flame or combustion within porous inert media. The lectures are followed by exercises and practical laboratory demonstrations.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students are instructed • to improve their knowledge on world-wide and local energy trends, • to get overview of the complexity of energy efficience, low pollutant use of fossil fuels today,

		• to learn more about some practical use of basic chemical, thermodynamical and fluid mechanical phenomena, • to get insight in some state-of-art concepts related to efficient use of gas/liquid fossil fuels, • to experience practical demonstrations of different conventional and novel combustion techniques and learn about their advantages and disadvantages.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Cengel and Boles: Thermodynamics: An Engineering Approach. McGraw-Hill • Dibble: Verbrennung Physikalisch-Chemische Grundlagen, Modellierung und Simulation, Experimente, Schadstoffentstehung. Springer • Kenneth K. Kuo: Principles of Combustion. John Wiley & Sons, Inc. • Howell, Hall and Ellzey: Combustion of Hydrocarbon Fuels within Porous Inert Media. Elsevier • Baukal: Industrial Burners - Handbook. CRC Press

1	**Modulbezeichnung** 45291	**Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe)** Applied thermo-fluid dynamics (Power train systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) Übung (1 SWS) Vorlesung: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) (2 SWS) Exkursion: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) Exkursion (1 SWS)	- - -
3	Lehrende	Felix Schönhofer Kira Ohlinger Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	Motorische Verbrennung: • Einführung: Funktionsweise von Hubkolbenmotoren im Vergleich zu anderen Wärmekraftmaschinen, 2- und 4-Taktverfahren, Otto- und Dieselmotoren, Regelungsverfahren, Marktsituation • Bauformen von Verbrennungsmotoren • Kraftstoffe und ihre Eigenschaften, Kraftstoff-Kenngrößen in der motorischen Verbrennung • Kenngrößen von Verbrennungsmotoren • Konstruktionselemente: Zylinderblock, Zylinderkopf, Kurbeltrieb, Kolbenbaugruppe, Ventiltrieb, Steuertrieb • Motormechanik: Mechanische Belastungen am Beispiel des Massenausgleichs in Mehrzylindermotoren und des Ventiltriebs • Thermodynamik des Verbrennungsmotors: Vergleichsprozessrechnung offene und geschlossene Vergleichsprozesse • Ladungswechsel, Kenngrößen des Ladungswechsels, Aufladung von Verbrennungsmotoren: Turbo- und mechanische Aufladung • Einspritz- und Zündsysteme, Steuerung- und Regelung von Verbrennungsmotoren • Gemischbildung / Verbrennung / Schadstoffe in Otto- und Dieselmotoren, gesetzl. vorgeschriebene Prüfzyklen Brennstoffzellen: • Grundlagen und Aufbau einer Brennstoffzelle • Thermodynamik der Brennstoffzelle • Einordung Brennstoffzellentechnologie in Transport und Verkehr • Verschiedene Arten von Brennstoffzellen • Alterungsvorgänge von Brennstoffzellen • Fahrzeugperipherie von Brennstoffzellen • Zukünftige Brennstoffzellensysteme

		Batterieelektrische Systeme: • Batterietechnik: Grundlagen • Ladeverhalten von Li-Ionen-Akkus • Alterungsvorgänge von Li-Ionen-Akkus • BEV – Aufbau bis Stand der Technik • Zukunftstechnologien
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • Kennen die Grundlagen, Begriffe und Kenngrößen der Motoren, Brennstoffzellen- und Akkumulatortechnik • Kennen Bauformen und Prozessführung von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen • Kennen die Bauteile/Baugruppen, Bauformen und wesentliche Berechnungsverfahren von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen (inkl. Peripherie) und batterieelektrischen Systemen und können diese anwenden und weiterentwickeln • Können Zusammenhänge zwischen Kraftstoffeigenschaften und motorischen Brennverfahren und Maschinenausführungen herstellen und weiterentwickeln • Können Wirkungsgrade unterschiedlicher Antriebssysteme anhand von (Vergleichs#)Prozessrechnungen analysieren, bewerten und weiterentwickeln • Kennen Ladungswechselsysteme für Otto- und Dieselmotoren, deren Eigenschaften und Kenngrößen, kennen Auflade-Systeme und grundlegende Berechnungen von Auflade-Systemen • Kennen typische Gemischbildungs- und Zündsysteme, Regelverfahren von Verbrennungsmotoren • Kennen Peripherie- und Versorgungssysteme von Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen und können grundlegende charakteristische Größen berechnen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Klausur, 120min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Merker, Teichmann(Hrsg.): Grundlagen Verbrennungsmotoren, Springer (2018) • van Basshuysen, Schäfer (Hrsg.): Handbuch Verbrennungsmotor, Springer (2017) • Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill (1988) • Pischinger, Klell, Sams: Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine, Springer (2009) • Ganesan: Internal Combustion Engines, McGraw-Hill (2015) • Reif (Hrsg.): Dieselmotor-Management, Springer (2012) • Reif (Hrsg.): Ottomotor-Management im Überblick, Springer (2015) • Tschöke, Mollenhauer, Maier (Hrsg.): Handbuch Dieselmotoren, Springer (2018) • O'Hayre, Cha, Colella, Prinz: Fuel Cell Fundamentals, Wiley & Sons (2016) • Kurzweil: Brennstoffzellentechnik, Springer (2013) • Barbir: PEM Fuel Cells, Elsevier (2013) • Kampker, Vallée, Schnettler: Elektromobilität - Grundlagen einer Zukunftstechnologie, Springer (2018)

1	**Modulbezeichnung** 45400	**Digitale Bildverarbeitung** Digital image processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Digitale Bildverarbeitung (2 SWS) Übung: Digitale Bildverarbeitung - Praktikum (0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Achim Sack	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	**Inhalt**	Digitale Bildverarbeitung spielt eine immer größere Rolle bei der Durchführung und Auswertung von Messungen in Forschung, Entwicklung und Produktionsüberwachung. Das Modul vermittelt grundlegende und weiterführende Kenntnisse und Techniken zur selbständigen Lösung häufiger Problemstellungen bei der optischen Datennahme und -auswertung. Themen: Licht, Lichtquellen, Kameras, Optik, Aufnahmetechniken, Detektoren, Aberrationen, Digitale Bildtypen, Speicherformate, Abtasttheorem, Kompression, Filter, Rauschen, Kalibrierung, Fourier Transformation, Bildwiederherstellung, Korrelation, PIV, Tracking, Farbbilder, Wavelets, Morphologie, Segmentation, Repräsentation, Abstraktion, Objekterkennung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können selbstständig optische Daten aufnehmen und auswerten. Sie verstehen das Konzept der zugrundeliegenden Methoden. Unter anderem beherrschen und verwenden Sie Methoden: • zur selbstständigen Aufnahme und Verarbeitung digitaler Bilder • zur Filterung von Bildern im Orts- und Fourierraum • zur Segementierung von Bildern • zur Objekterkennung und Klassifikation von Objekten • zur Objektverfolgung (PIV)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 45340	**Fluid-Feststoff-Strömungen** Solid-liquid two phase flow	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Fluid-Feststoff-Strömungen (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Fluid-Feststoff-Strömungen / Fluid-Solid-Flows (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Raul Favaro Nascimento	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Bück
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Moduls "Fluid-Feststoff-Strömungen" soll gezeigt werden, daß die Beschreibung von komplexen Strömungen auch mit einfachen Methoden möglich ist. Anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung wird die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände aufgezeigt. Darauf aufbauend wird mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen der Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung bestimmt. Damit ist es möglich, das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren, wie z.B. zirkulierende Wirbelschichten oder Riser, vorauszuberechnen. Desweiteren wird das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation verglichen und auf die für die Bioverfahrenstechnik bedeutsame Flüssigkeits-Feststoff-Wirbelschicht eingegangen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • identifizieren einfache Methoden der Beschreibung von komplexen Strömungen • stellen anhand der theoretischen Auslegung einer pneumatischen Förderung die Problematik unterschiedlicher Strömungszustände dar • bestimmen mit einfachen Massen- und Kräftebilanzen den Strömungszustand für die entmischte vertikale Gas-Feststoff-Strömung • berechnen das Betriebsverhalten von vertikalen Fluid-Feststoff-Reaktoren voraus • vergleichen das Betriebsverhalten von entmischten vertikalen Gas-Feststoff-Strömungen mit dem bei homogener Fluidisation • führen Versuche zur zirkulierenden Wirbelschicht durch
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wirth, K.E.: Zirkulierende Wirbelschichten, Springer Verlag, Berlin, 1990

1	**Modulbezeichnung** 44790	**Partikelbasierte Strömungsmechanik** Particle-based fluid mechanics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Partikelbasierte Strömungsmechanik (PSTM-V) (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Partikelbasierte Strömungsmechanik (PSTM-UE) (1 SWS) (SoSe 2026)	- -
3	Lehrende	PD Dr. Patric Müller Prof. Dr. Thorsten Pöschel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	**Inhalt**	• Gegenüberstellung von partikelbasierten und gitterbasierten Verfahren der Strömungsmechanik • o Direct Simulation Monte Carlo • o Stochastic Rotation Dynamics o Multi-Particle Collision Dynamics • o Smoothed Particle Hydrodynamics • Comparison of particle-based and grid-based methods in fluid mechanics • o Direct Simulation Monte Carlo • o Stochastic Rotation Dynamics o Multi-Particle Collision Dynamics • o Smoothed Particle Hydrodynamics
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • kennen die Vor- und Nachteile partikelbasierter Verfahren im Vergleich zu gitterbasierten Verfahren der Strömungsmechanik. • kennen die einzelnen Algorithmen, die hinter den besprochenen Methoden stehen und können Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Methoden darlegen. • kennen die Implementierung der einzelnen Methoden vor dem Hintergrund einer Anwendung auf Hochleistungsrechnern. • kennen die Stärken und Schwächen der besprochenen Methoden und können für verschiedene Situationen die geeignete Methode auswählen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Programmieren Grundlagen, Strömungsmechanik Grundlagen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Mündlich, 30 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	G.A. Bird, Molecular Gas Dynamics and the Direct Simulation of Gas Flows G. Gompper et al., Multi-Particle Collision Dynamics: A Particle-Based Mesoscale Simulation Approach to the Hydrodynamics of Complex Fluids E.-S. Lee et al., Comparisons of weakly compressible and truly incompressible algorithms for the SPH mesh free particle method.

1	**Modulbezeichnung** 45231	**Rheologie / Rheometrie** Rheology/Rheometry	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rheologie/Rheometrie - Übung (1 SWS) Vorlesung: Rheologie/Rheometrie (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Wierschem	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Wierschem
5	**Inhalt**	Rheologie beschäftigt sich mit dem Verformungs- und Fließverhalten von Stoffen. Sie konzentriert sich vor allem auf das Materialverhalten komplexer Materie. Dazu gehören nahezu alle Materialien biologischen Ursprungs wie Zellen, Gewebe, Körperflüssigkeiten, Biopolymere und Proteine aber auch die meisten chemischen Systeme wie allgemein Polymerschmelzen und lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Schäume oder Gele. Bei der Entwicklung ingenieurwissenschaftlicher Lösungen sind diese Kenntnisse bzw. deren messtechnische Erfassung von entscheidender Bedeutung. Dies beinhaltet die Bestimmung rheologischer Eigenschaften neuer Materialien aber auch biologischer Systeme, deren Veränderungen bei Krankheiten bzw. deren medikamentöser Behandlung. Es ist unerlässlich bei der Auslegung verfahrenstechnischer Anlagen (z.B. Druckverlust, Auswahl eines Rührorgans, Pumpen, Belastungsgrenzen von Zellen z.B. bei 3D-Druck oder in Bioreaktoren, etc.), der Prozesskontrolle (z.B. beim Drucken, Beschichten, Lackieren, Sprühen, Extrudieren, Etikettieren) bis hin zu den Qualitätsanforderungen des Produkts (Lebensmitteln, Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmitteln, etc.). Im Rahmen des Moduls Rheologie/Rheometrie werden die Fließ- und Deformationseigenschaften bei konstanten und zeitabhängigen Beanspruchungen behandelt. Neben empirischen Fließgesetzen wird der Einfluss der Mikrostruktur auf das rheologische Verhalten der Stoffe dargestellt. Zudem werden die entsprechenden Messmethoden (rheometrisch, Online-, Inline-Viskosimeter, rheooptisch) und Einflüsse typischer Messfehler, deren Vermeidung bzw. Korrektur vorgestellt. Studierende werden dabei angeleitet, das erhaltene Wissen anzuwenden, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungen zu entwickeln.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Modul bietet eine systematische Einführung in die Rheologie und Rheometrie. Die Studierenden: • können die Bedeutung der Rheologie sowohl im Alltag als auch bei industriellen Prozessen nachvollziehen • verfügen über einen Überblick über die verschiedenen grundlegenden rheologischen Phänomene • entwickeln ein konzeptionelles Verständnis für die wesentlichen rheologischen Phänomene • können die erworbenen Grundkenntnisse mit eingeübten Methoden und Vorgehensweisen an Hand von Beispielen praktisch anwenden • sind fähig, rheologische Problemstellungen zu bewerten und Lösungswege anwenden

		• verstehen die Zusammenhänge zwischen integralen Größen der Messgeräte und rheologischen Messgrößen • können geeignete Messmethoden auswählen, lernen typische Messfehler erkennen und beheben bzw. vermeiden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundwissen in Strömungsmechanik bzw. Thermofluiddynamik der Biotechnologie.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) mündlich, 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C. W. Macosko: Rheology - Principles, Measurement and Application, Wiley-VCH (1994) • F. A. Morrison: Understanding Rheology, Oxford Univ. Press (2001) • J. F. Steffe: Rheological Methods in Food Process Engineering, Freeman (1996) • T. G. Mezger: Das Rheologie Handbuch, 5th ed., Vincentz (2016) • H. A. Barnes, J. F. Hutton, K. Walters: An Introduction to Rheology, Elsevier (1989) • R. G. Larson: The Structure and Rheology of Complex Fluids, Oxford (1999) • T. F. Tadros: Rheology of Dispersions, Wiley-VCH (2010) • T. A. Witten: Structured fluids, Oxford (2004) • P. Coussot: Rheometry of Pastes, Suspensions, and Granular Materials, Wiley (2005) • M. Pahl, W. Gleißle, H.-M, Laun: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, 4. Auflage, VDI-Verlag (1995) • D. Weipert, H.-D. Tscheuschner, E. Windhab: Rheologie der Lebensmittel, Behrs Verlag (1993) • M. A. Rao: Rheology of fluid and semisolid foods, 3rd ed., Springer • J. W. Goodwin, R. W. Hughes: Rheology for Chemists, RSC Publishing (2008) • D. Lerche, R. Miller, M. Schäffler: Dispersionseigenschaften, 2D-Rheologie, 3D-Rheologie, Stabilität (2015)

		• G. G. Fuller: Optical Rheometry of Complex Fluids, Oxford Univ. Press (1995)

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

1	**Modulbezeichnung** 45211	**Turbulence I** Physics of turbulence and turbulence modelling I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Turbulence I - Exercise (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Turbulence I (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Philipp Schlatter Dr. Siavash Toosi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Philipp Schlatter
5	**Inhalt**	• Introduction to turbulence, basic phenomena • Stability and transition • Statistical Tools • Scales of turbulence (turbulence cascade) • Reynolds averaged Navier-Stokes (RANS) and turbulent kinetic energy (TKE) • Thin-Shear Layer and 2D wakes and jets • Wall-bounded turbulent flows • CFD: LES and RANS • Experimental Methods
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The primary aim of thecourse is to give the students an overview of turbulent flows. After completingthe course a student should be able to: • Distinguish laminar, transitional and turbulent flows • use statistical methods to describe and analyse turbulent flow. • describe and explain the length scales and structure of turbulence. • simplify the governing equations for specific flow cases, and derive the averaged momentum balances and scaling laws. • Understand the description of turbulent flows in jets, wakes and close to solid walls (turbulent boundary layer). • apply common turbulence modelling approaches (RANS, LES) to engineering problems • understand common experimental methods applicable to turbulent flows
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Module: Strömungsmechanik I(recommendation) Module: Fluid Dynamics (recommendation) Module: Thermodynamik (recommendation)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel oral exam (30 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

		only in Summer semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	**H. Tennekes, J. L. Lumley**, A First Course in Turbulence, MIT Press, 1972 **S. B. Pope**, Turbulent Flows, Cambridge University Press, 2000 **P. A. Davidson**, Turbulence, Oxford University Press, 2015 **P. Moin, W. H. R. Chan**, Fundamentals of Turbulent Flows,Cambridge University Press, 2024

1	**Modulbezeichnung** 45221	**Turbulence II** Physics of turbulence and turbulence modelling II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Turbulence II (2 SWS) Übung: Turbulence II - Exercise (3 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jovan Jovanovic Prof. Dr. Philipp Schlatter
5	**Inhalt**	• Turbulence decomposition (mean flow, turbulent stresses, higher-order moments); • second order moments (anisotropy tensor, invariants); • anisotropy invariant mapping of turbulence in wall-bounded flows; • turbulent viscosity, Prandtl-Kolmogorov formula; • dynamics of turbulence dissipation rate; • two-point correlation technique(locally homogeneous turbulence); • dissipation rate equation (closure model); • velocity-pressure gradient correlations (Poisson equation, Chous integral, slow and fast parts of correlations); • turbulence transport (closure approximation); • predictions (homogeneous shear flows, wall-bounded flows, transitional flows)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Based on two-point correlations and anisotropy invariants, turbulence modelling will be extended onto the dissipation equation and the velocity-pressure correlation. The students... • Are familiar with the different averaging and analysis methods for turbulence signals • Can derive simple analytical turbulence models, based on eddy viscosity • Can discuss the main contributions to turbulent transport in different shear flows • Are familiar with basic prediction methods for different flow types • Can extract turbulence statistics from simulation and experimental data
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: *Fluid Dynamics*, *Turbulence I*
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel oral exam (30 min)

11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Jovanovic, J.: Statistical Dynamics of Turbulence, Springer Verlag, 2004 • Hinze, J.O.: Turbulence (2nd edition), McGraw Hill, 1975 • Pope, S.: Turbulence, CUP, 2000

1	**Modulbezeichnung** 45471	**Computational Fluid Dynamics 1**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics (2 SWS) Übung: Computational Fluid Dynamics - Exercise (1 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Manuel Münsch
5	**Inhalt**	• Governing equations and models in fluid mechanics • Steady problems: the Finite-Difference Method (FDM) • Unsteady problems: methods of time integration • Advection-diffusion problems • The Finite-Volume Method • Solution of the incompressible Navier-Stokes equations • Grids and their properties • Boundary conditions • Conservation laws The theory given in the lectures is extended and applied to several transport problems in this exercise class: • discretization of the Blasius similarity equations • parabolization and discretization of the boundary layer equations • finite-Difference discretization of heat-transfer problems • approximation of boundary conditions • finite-Volume discretization of heat-transfer problems • discretization and time-stepping of the Navier-Stokes equations • projections methods: the SIMPLE and PISO Methods
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Thestudents who successfully take this module should: • understand the physical meaning and mathematical character of the terms in advection-diffusion equations and the Navier-Stokes equations • assess under what circumstances some terms in these equations can be neglected • formulate a FDM for the solution of unsteady transport equations • assess the convergence, consistency and stability of a FDM • formulate a FVM for the solution of unsteady transport equations • know how to solve the Navier-Stokes equation with the FVM • implement programs in matlab/octave to simulate fluid flow • assess the quality and validity of a fluid flow simulation • work in team and write a report describing the results and significance of a simulation

		• know the different types of grids and when to use them The students who successfully solve the exercises should: • be able to discretize transport problems with the finite-difference and the finite-volume methods • discretize several type of boundary conditions (no-slip, flux, mixed) • understand how the implementation of projection methods to solve the Navier-Stokes equation is done • work in a team
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Compulsory elective module 1-3 Master of Science Clean Energy Processes 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Oral(30 minutes)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Oral(100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 45472	**Computational Fluid Dynamics 2**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics II (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Computational Fluid Dynamics II - Exercise (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Manuel Münsch
5	**Inhalt**	1. Curvilinear grids 2. Turbulent flows 3. Direct Numerical Simulations (DNS) 4. Reynolds Averaged Navier-Stokes equations (RANS) 5. Large Eddy Simulation (LES) 6. Particulate and multiphase flows 7. Fluid-structure Interaction 8. Flows in porous media
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • Know how to solve CFD problems in curvilinear grids • Understand the main properties of turbulent flows • Understand the strengths and weaknesses of widely used simulation models of turbulence • Select the appropriate model and boundary equations for a given application • Be able to perform turbulence and complex flows simulations with OpenFOAM • Work in team and write a report describing the results and significance of a simulation of turbulent flow
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) mündlich, 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	• J. H. Ferziger, M. Peric, Numerische Strömungsmechanik, Spinger, 2008

Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik

1	**Modulbezeichnung** 94305	**Technische Thermodynamik (Vertiefung)** Focus Module: Technical Thermodynamics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Franz Huber Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	Das Modul Technische Thermodynamik - Vertiefung beinhaltet neben einer Wiederholung der Grundlagen zur Bilanzierung von Masse, Energie, Impuls, Entropie und Exergie die Themen Verbrennungstechnik, Strömungsprozesse und Einführung in die Gasdynamik, Kältetechnik sowie Energiespeicher. Das Thema Verbrennungsprozesse soll zugleich als allgemeine Einführung in die thermodynamische Behandlung von Systemen dienen, in denen chemische Reaktionen stattfinden. Schwerpunkte der energetischen Betrachtung von Verbrennungsprozessen bilden die Berechnung der freigesetzten Wärme sowie die Verbrennungstemperatur. Mit Hilfe von Entropiebilanzen wird die Effizienz von Verbrennungsprozessen in Form des exergetischen Wirkungsgrades bzw. in Form von auftretenden Exergieverulusten analysiert. Bei Strömungsprozessen sollen insbesondere kompressible Medien und somit auch Hochgeschwindigkeitsströmungen betrachtet werden, bei denen strömungsmechanische und thermodynamische Vorgänge stets miteinander verknüpft ablaufen. Hier werden neben den Grundgleichungen zur Modellierung von entsprechenden Strömungen und Zustandsänderungen spezielle Anwendungen von Düse und Diffusor diskutiert, z.B. im Bereich der Antriebstechnik und Kältetechnik. Das Thema Kältetechnik behandelt zunächst theoretisch deren Grundaufgaben. Schwerpunkte bilden dann unterschiedliche Verfahren und Anlagen zur Erzeugung von tiefen Temperaturen einschließlich derer zur Gasverflüssigung. Bei der Auslegung und Optimierung von Anlagen zur Erzeugung mäßig tiefer Temperaturen, z.B. in Form von Kompressions-, Dampfstrahl- und Absorptionskältemaschine, werden auch ökologische und ökonomische Kriterien bei Auswahl von Kältemitteln gegenübergestellt. Im Kapitel Energiespeicher werden nach einer Einführung zunächst Druckluftspeicher behandelt. Es werden verschiedene Speicher zur thermischen Speicherung vorgestellt. Einen Schwerpunkt bilden Pumped Thermal Energy Storgages" (Carnot-Batterien"), hier werden der Brayton-Cycle und die Kombination Wärmepunmpe / Organic Rankine Cycle näher betrachtet.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wenden wesentliche thermodynamische Grundlagen zur Konzeptionierung und Entwicklung von Systemen und Prozessen der Energie- und Verfahrenstechnik, darunter

		speziell solcher der Verbrennungs-, Strömungs-, Kälte- und Wärmetechnik an • können Berechnungen zur thermodynamischen Optimierung analysieren und selbständig durchführen sowie die notwendigen Hilfsmittel methodisch angemessen anwenden • diskutieren die Auslegung und Optimierung von Anlagen im Bereich der Wärme-, Energie- und Verfahrenstechnik unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Kriterien
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen, folgendes Modul zu absolvieren: Technische Thermodynamik I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Technische Thermodynamik Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	H. D. Baehr und S. Kabelac, Thermodynamik, Springer 2009 (14. Auflage) E. Hahne, Technische Thermodynamik, Oldenbourg 2004 (4. Auflage) K. Lucas, Thermodynamik, Springer 2000 (2. Auflage) D. Rist, Dynamik realer Gase, Springer 1996 R. Günther, Verbrennung und Feuerungen, Springer 1984 A. Bejan, Advanced Engineering Thermodynamics, John Wiley & Sons 1988

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 42917	**Clean combustion technology**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Clean Combustion Technology (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Exercises in Clean Combustion Technology (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Florian Bauer Prof. Dr.-Ing. Stefan Will	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	Introduction to combustion technology: fundamentals, laminar flames, turbulent flames, combustion modeling , pollutant formation, application. Introduction to numerical simulation of flows with combustion.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will... • gain in-depth technical and methodological knowledge in combustion technology, combustion modeling, pollutant formation and engineering applications • are able to characterize different flame types and evaluate technical applications with respect to efficiency and pollutants • can describe global reaction equations as well as simple flames with thermodynamic conservation equations • are familiar with the interdisciplinary approach at the interface of fluid mechanics, thermodynamics and reactive flows • have an understanding of methods of experimental and numerical combustion analysis • are capable of entering university as well as industrial research and development in current topics of energy engineering • are familiar with the development in the field of applicative and engineered combustion systems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of thermodynamics and fluid mechanics is recommended. Also suitable for students in other disciplines (chemistry, physics, mathematics, mechanical engineering, mechatronics, computational engineering).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Written exam with a combination of multiple-choice and open questions (120 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Verbrennung", 3. Auflage, Springer-Verlag, 2001 • Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R. "Combustion", 4th Edition, Springer-Verlag, 2006 • Joos, F. "Technische Verbrennung", Springer-Verlag, 2006

1	**Modulbezeichnung** 42935	**Optical diagnostics in energy and process engineering**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS) Übung: CBI-Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (Exercise) (2 SWS) Übung: Fragestunde (2 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Franz Huber Dr.-Ing. Florian Bauer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Franz Huber Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	**Introduction to conventional and novel optical techniques to measure state and process functions in thermodynamical systems:** • Properties of light; properties of molecules; Boltzmann distribution • Geometric optics and optical devices • Lasers (HeNe, Nd:YAG, dye, frequency conversion); continuous wave and pulsed lasers • Photoelectric effect; photodetectors (photomultiplier, photodiode, CCD, CMOS, image intensifier); digital image processing; image noise and resolution • Shadowgraphy and Schlieren techniques (flow and mixing) • Elastic light scattering (Mie scattering, Rayleigh thermometry, nanoparticle size and shape, droplet sizing) • Inelastic (Raman) scattering (species concentration, temperature, diffusion) • Incandescence (thermal radiation, temperature fields, pyrometry, particle sizing) • Velocimetry (flow fields, velocity) • Absorption spectroscopy (temperature, pressure, species, concentration) • Fluorescence and phosphorescence (temperature, species, concentration)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students gain technical and technological skills in the field of optical techniques for the measurement of state and process variables in thermodynamic / energy processes and the investigation of these processes. They • are familiar with the state of the art and latest developments in optical measurement techniques applied in thermodynamics / energy processes • can assess the applicability of measurement techniques in different environments • can apply different optical measurement techniques in thermodynamic processes and design experiments

		• can evaluate data gained from optical measurement techniques and assess the quality of data • know interdisciplinary approaches in the fields of optics, thermodynamics, heat and mass transfer and fluid mechanics • are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basics in thermodynamics and fluid mechanics. Students of other subjects (Chemical- and Biological Engineering, Mechanical Engineering, Life Science Engineering, Energy Technology, Computational Engineering) can participate.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Mündliche Prüfung, 20-30 Min Oral examination, 20-30 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Slides • Hanson, R.K., Spectroscopy and Optical Diagnostics for Gases, Springer, 2016 • Bräuer, A: In situ Spectroscopic Techniques at High Pressure, Amsterdam 2015

1	**Modulbezeichnung** 44960	**Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik** Thermophysical properties of working materials in process and energy engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (4 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Tobias Klein Patrick Schmidt Chathura Hewa Kankanamge Dr.-Ing. Michael Rausch Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba
5	**Inhalt**	• Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik • Gleichgewichtseigenschaften zur Charakterisierung von Arbeitsstoffen, z.B. in Form der thermodynamischen Zustandseigenschaften und -größen Dichte, innere Energie, Enthalpie, Entropie, spezifische Wärmekapazität, Schallgeschwindigkeit, Brechungsindex, Oberflächen- und Grenzflächenspannung • Transporteigenschaften zur Charakterisierung des molekularen Masse-, Energie- und Impulstransportes, z.B. Viskosität, Diffusionskoeffizient, Soret-Koeffizient, Thermodiffusionskoeffizient, Wärme- und Temperaturleitfähigkeit • Anwendungsbezogene Stoffdatenrecherche in der wissenschaftlichen Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken • Korrelationen und Vorhersagemethoden für Stoffeigenschaften • Methoden zur experimentellen Bestimmung und prozessbegleitenden Messung von Stoffdaten, insbesondere durch moderne laseroptische Techniken • Grundzüge der theoretischen Bestimmung von Stoffdaten mit Hilfe der molekularen Modellierung • Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen *Content* • The importance of thermophysical properties in process and energy engineering • Equilibrium properties for the characterization of working materials, e.g., in the form of thermodynamic properties of state and other equilibrium properties such as density, internal energy, enthalpy, entropy, specific heat capacity, sound speed, refractive index, surface or interfacial tension, etc. • Transport properties for the characterization of molecular transfer of mass, energy, and momentum, e.g. diffusion

		coefficients, Soret coefficient, thermal diffusion coefficient, thermal conductivity, thermal diffusivity, and viscosity • Use-oriented inquiry of thermophysical property data in scientific literature, table compilations, and databases • Correlation and prediction of thermophysical properties • Methods for experimental determination and in-process measurement of thermophysical properties, in particular by laser-optical techniques • Basics of the theoretical prediction of thermophysical properties by molecular modeling • Development of thermal and caloric equations of state
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind mit der Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik in Form von Gleichgewichts- und Transporteigenschaften vertraut, • verwenden verschiedene Bezugsquellen für Stoffeigenschaften (Recherche in wissenschaftlicher Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken; Korrelationen und Vorhersagemethoden; theoretische und experimentelle Bestimmung) eigenständig und wählen diese bedarfsgerecht und abhängig vom resultierenden Nutzen und Aufwand aus, • kennen die Herangehensweisen zur Korrelation und Vorhersage von Stoffeigenschaften sowie zur Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen und übertragen diese Herangehensweisen auf andere Stoffe, • sind mit experimentellen Methoden zur Stoffdatenbestimmung vertraut, insbesondere mit laseroptischen Messtechniken, • verstehen die Grundzüge der molekularen Modellierung zur theoretischen Bestimmung von Stoffdaten und • wählen Arbeitsmedien mit definierten Stoffeigenschaften für eine optimierte Gestaltung von Verfahren und Prozessen der Energie- und Verfahrenstechnik aus. *Education objectives and competences* The students • are aware of the importance of thermophysical properties in process and energy engineering in the form of equilibrium and transport properties, • use various sources for thermophysical properties (scientific literature, table compilations, databases, correlations, predictions, theoretical and experimental determination) independently and select the respective sources in a use-oriented way considering the resulting effort and benefit, • know the approaches for the correlation and prediction of thermophysical properties as well as for developing equations of state, and are able to transfer these approaches to other systems, • are familiar with experimental methods for the determination of thermophysical properties, in particular with laser-optical methods,

		• understand the basics of the use of molecular modeling for the theoretical determination of thermophysical properties, • select working materials with defined thermophysical properties for an optimized design of processes in energy and process engineering.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse der Technischen Thermodynamik sowie der Wärme-, Stoff- und Impulsübertragung Basic knowledge on engineering thermodynamics as well as heat, mass, and momentum transfer
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich mündliche Prüfung zum Stoff von Vorlesung und Übung oral examination based on the contents of lectures and exercises
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• R. C. Reid, J. M. Prausnitz, B. E. Poling, The properties of gases and liquids, McGraw Hill Book Co., New York, 1987 • Recommended Reference Materials for the Realization of Physicochemical Properties, K. N. Marsh (ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1987 • Measurement of the Transport Properties of Fluids, W. A. Wakeham, A. Nagashima, and J. V. Sengers (eds.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1991 • R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik: Grundlagen und Anwendungen, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1995 • R. W. Kunz, Molecular Modelling für Anwender, Teubner, Stuttgart 1997 • M. J. Assael, J. P. M. Trusler, T. F. Tsooakis, Thermophysical Properties of Fluids, Imperial College Press, London, 1996 • Transport Properties of Fluids, J. Millat, J. H. Dymond, and C. A. Nieto de Castro (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 1996 • J. M. Haile, Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997 • G. Grimvall, Thermophysical Properties of Materials, Elsevier, Amsterdam, 1999

		• J. A. Wesselingh, R. Krishna, Mass Transfer in Multicomponent Mixtures, Delft University Press, Delft, The Netherlands, 2000 • Equations of State for Fluids and Fluid Mixtures, J. V. Sengers, R. F. Kayser, C. J. Peters, and H. J. White, Jr. (eds.), Elsevier, Amsterdam 2000 • Measurement of the Thermodynamic Properties of Single Phases, A. R. H. Goodwin, K. N. Marsh, and W. A. Wakeham (eds.), Elsevier, Amsterdam 2003 • Diffusion in Condensed Matter, P. Heitjans and J. Kärger (eds.), Springer, New York 2005 • R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, Transport Phenomena, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 2007 • C. L. Yaws, Thermophysical Properties of Chemicals and Hydrocarbons, William Andrew, Inc., Norwich, 2008 • Applied Thermodynamics of Fluids, A. R. H. Goodwin, J. V. Sengers, C. J. Peters (eds.), Elsevier, Amsterdam, 2010 • Experimental Thermodynamics Volume IX: Advances in Transport Properties of Fluids, M. J. Assael, A. R. H. Goodwin, V. Vesovic, and W. A. Wakeham (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2014

1	**Modulbezeichnung** 43700	**Transportprozesse** Transport processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transportprozesse (2 SWS) Übung: Transportprozesse Übung (1 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Nicklas Lindacher Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	• Transportvorgänge: Wärme-, Stoff-, und Impulsübertragung • Auf Basis der kinetischen Gastheorie werden Gleichungen zur Beschreibung von Transportvorgängen (allgemeine Transportgleichung, Fouriersches Gesetz, Ficksche Gesetze,) hergeleitet und für in der Technik typischen Geometrien und Randbedingungen angewandt • Herleitung von allgemeinen Differentialgleichungen zur Beschreibung technischer Problemstellungen • Aufbereitung von Problemstellungen mit analytischen Lösungsverfahren und Analyse der erhaltenen Ergebnisse und ihrer Bedeutung in Wissenschaft und Technik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erhalten vertiefende Kenntnisse in der Impuls- , Wärme- und Stoffübertragung • können Gleichungen zur Beschreibung technischer Aufgabenstellungen eigenständig herleiten und anwenden • erlernen die prädiktive qualitative Lösung von Transportproblemen • erlernen die analytische Lösung von (einfachen) Transportproblemen • verstehen die Zusammenhänge und Einflüsse von Diffusion und Konvektion bei Transportproblemen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (120 Minuten) mündliche Prüfung, 30 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 45291	**Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe)** Applied thermo-fluid dynamics (Power train systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) Übung (1 SWS) Vorlesung: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) (2 SWS) Exkursion: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) Exkursion (1 SWS)	- - -
3	Lehrende	Felix Schönhofer Kira Ohlinger Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	Motorische Verbrennung: • Einführung: Funktionsweise von Hubkolbenmotoren im Vergleich zu anderen Wärmekraftmaschinen, 2- und 4-Taktverfahren, Otto- und Dieselmotoren, Regelungsverfahren, Marktsituation • Bauformen von Verbrennungsmotoren • Kraftstoffe und ihre Eigenschaften, Kraftstoff-Kenngrößen in der motorischen Verbrennung • Kenngrößen von Verbrennungsmotoren • Konstruktionselemente: Zylinderblock, Zylinderkopf, Kurbeltrieb, Kolbenbaugruppe, Ventiltrieb, Steuertrieb • Motormechanik: Mechanische Belastungen am Beispiel des Massenausgleichs in Mehrzylindermotoren und des Ventiltriebs • Thermodynamik des Verbrennungsmotors: Vergleichsprozessrechnung offene und geschlossene Vergleichsprozesse • Ladungswechsel, Kenngrößen des Ladungswechsels, Aufladung von Verbrennungsmotoren: Turbo- und mechanische Aufladung • Einspritz- und Zündsysteme, Steuerung- und Regelung von Verbrennungsmotoren • Gemischbildung / Verbrennung / Schadstoffe in Otto- und Dieselmotoren, gesetzl. vorgeschriebene Prüfzyklen Brennstoffzellen: • Grundlagen und Aufbau einer Brennstoffzelle • Thermodynamik der Brennstoffzelle • Einordung Brennstoffzellentechnologie in Transport und Verkehr • Verschiedene Arten von Brennstoffzellen • Alterungsvorgänge von Brennstoffzellen • Fahrzeugperipherie von Brennstoffzellen • Zukünftige Brennstoffzellensysteme

		Batterieelektrische Systeme: • Batterietechnik: Grundlagen • Ladeverhalten von Li-Ionen-Akkus • Alterungsvorgänge von Li-Ionen-Akkus • BEV – Aufbau bis Stand der Technik • Zukunftstechnologien
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • Kennen die Grundlagen, Begriffe und Kenngrößen der Motoren, Brennstoffzellen- und Akkumulatortechnik • Kennen Bauformen und Prozessführung von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen • Kennen die Bauteile/Baugruppen, Bauformen und wesentliche Berechnungsverfahren von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen (inkl. Peripherie) und batterieelektrischen Systemen und können diese anwenden und weiterentwickeln • Können Zusammenhänge zwischen Kraftstoffeigenschaften und motorischen Brennverfahren und Maschinenausführungen herstellen und weiterentwickeln • Können Wirkungsgrade unterschiedlicher Antriebssysteme anhand von (Vergleichs#)Prozessrechnungen analysieren, bewerten und weiterentwickeln • Kennen Ladungswechselsysteme für Otto- und Dieselmotoren, deren Eigenschaften und Kenngrößen, kennen Auflade-Systeme und grundlegende Berechnungen von Auflade-Systemen • Kennen typische Gemischbildungs- und Zündsysteme, Regelverfahren von Verbrennungsmotoren • Kennen Peripherie- und Versorgungssysteme von Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen und können grundlegende charakteristische Größen berechnen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Klausur, 120min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Merker, Teichmann(Hrsg.): Grundlagen Verbrennungsmotoren, Springer (2018) • van Basshuysen, Schäfer (Hrsg.): Handbuch Verbrennungsmotor, Springer (2017) • Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill (1988) • Pischinger, Klell, Sams: Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine, Springer (2009) • Ganesan: Internal Combustion Engines, McGraw-Hill (2015) • Reif (Hrsg.): Dieselmotor-Management, Springer (2012) • Reif (Hrsg.): Ottomotor-Management im Überblick, Springer (2015) • Tschöke, Mollenhauer, Maier (Hrsg.): Handbuch Dieselmotoren, Springer (2018) • O'Hayre, Cha, Colella, Prinz: Fuel Cell Fundamentals, Wiley & Sons (2016) • Kurzweil: Brennstoffzellentechnik, Springer (2013) • Barbir: PEM Fuel Cells, Elsevier (2013) • Kampker, Vallée, Schnettler: Elektromobilität - Grundlagen einer Zukunftstechnologie, Springer (2018)

1	**Modulbezeichnung** 45310	**Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik** Thermal power plants and power plant technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik (1 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung: Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik (2 SWS) (WiSe 2026)	2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl Constantin Heim	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	1. Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen der Stromerzeugung 2. Thermodynamische Grundlagen der Kraftwerkstechnik • Dampfkraftprozesse, • Gasturbinenprozesse • Gasmotorenprozesse • Kombiprozesse 4. Kohlekraftwerke mit Carbon Capture and Sequestration (CCS) 5. Dampfkraftprozesse für Erneuerbare Energien 6. Kernkraftwerke 7. Organic Rankine Cycles für die Abwärmenutzung 8. Gasturbinen- und hocheffiziente GUD-Kraftwerke 9. Stationäre Gasmotoren für die Kraft-Wärme-Kopplung 10. Carnot-Batterien Zur Vorlesung gehört eine Übung, in der mit der Programmiersprache Python einfache Kraftwerksprozesse programmiert werden • Solarthermische Kraftwerke • Geothermische Kraftwerke • Biomasse-Kraftwerke
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen Technologien und Komponenten der Kraftwerkstechnik • haben einen grundlegenden Überblick über energiewirtschaftliche Fragen der Kraftwerkstechnik • analysieren Energieumwandlungsprozesse zur Erzeugung von elektrischer Energie in thermischen Kraftwerken • können technische Realisierung von Kraftwerken nachvollziehen und Vorschläge zur Optimierung erarbeiten und bewerten • wenden thermodynamische Prinzipien zur Prozessoptimierung an und können diese Methoden zur Prozessoptimierung weiterentwickeln • können thermodynamische Kreisprozesse mit der Programiersprache Python berechnen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfehlung: Vorlesung Technische Thermodynamik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Klausur, Dauer: 60 Min.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	J. Karl, Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg Verlag K. Strauß, Kraftwerkstechnik, Springer Verlag H. Effenberger, Dampferzeugung, Springer-Verlag H. Spliethoff, Power genration from Solid Fuels, Springer-Verlag J. Karl, Klimawende, neobooks

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik

1	**Modulbezeichnung** 94415	**Thermische Verfahrenstechnik (Vertiefung)** Focus Module: Separation Science and Technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind in diesem Semester keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Thommes
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Thermische Verfahrenstechnik Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 45035	**Adsorption: Fundamentals and Applications** Adsorption: Fundamentals and applications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Adsorption: Fundamentals and Applications (0 SWS) Vorlesung: Adsorption: Fundamentals and Applications (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Carola Vorndran Prof. Dr. Matthias Thommes	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Thommes
5	**Inhalt**	1. Introduction and terminology 2. Gas adsorptions basics and adsorbent materials 3. Physisorption mechanisms 4. Surface area determination 5. Porosity and pore structure analysis of nanoporous materials 5.1 Micropore analysis 5.2Mesopore analysis 5.3 Macropore analysis : adsorption and liquid intrusion methods 5.4. Characterization of hierarchically structured porous materials 6. High pressure adsorption 7. Surface chemistry effects on adsorption 8. Adsorption and characterization in the liquid phase 9. Adsorption of mixtures 10. Adsorption applications in gas storage and separation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students will achieve a deep understanding of the underlying mechanisms for the adsorption of fluids on powders and nanoporous materials know adsorption-based and complimentary techniques/methodologies for a reliable characterization of adsorbents for applications in separation, heterogeneous catalysis etc. understand the basics of high pressure adsorption and corresponding applications in gas storage know selected, important principles of adsorption-based separation processes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Oral examination (30 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47810	**Chemische Energiespeicherung** Energy storage chemical	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Chemische Energiespeicherung (2 SWS) Übung: Übung zur Chemischen Energiespeicherung (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Detlef Freitag Jincheng Xu	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Detlef Freitag
5	**Inhalt**	Inhaltliche Schwerpunktthemen: • Thermodynamische Grundlagen chemischer Energiespeicherung • Überblick über Energiespeichertechnologien (auch nicht chemisch) • Biogene Energieträger • Elektrochemische Grundlagen und Anwendungen für elektrochemische Energiespeicherung • Wasserstoffspeichertechnologien (Kompression, Verflüssigung, Adsorption) • Wasserstoffspeicherung durch chemische Bindung an Trägerstoff • Energiespeicherung durch Erzeugung von Brennstoffen • Wärmespeicherung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verfügen über vertiefte Fach- und Methodenkompetenzen im Bereich der chemischen Energiespeicherung • sind mit den neusten Entwicklungen auf dem Gebiet der chemischen Energiespeicherung vertraut • können unterschiedliche Energiespeicher- und Energietransportkonzepte im Sinne einer Prozesskettenanalyse und unter Betrachtung der verfahrenstechnischen Aspekte miteinander vergleichen und bewerten • sind zur Beurteilung und Diskussion thermodynamischer und kinetischer Aspekte chemischer Energiespeicherkonzepte befähigt • sind in der Lage Potentiale, Energiedichten und Wirkungsgrade neuer Speichertechnologien und ansätze zu ermitteln • sind mit der interdisziplinären Arbeitsweise an der Schnittstelle von Ingenieurswissenschaften und Chemie vertraut • sind zum Einstig in die industrielle Forschung und Entwicklung auf einem der aktuellsten Themengebieten im Bereich der Energiewende" befähigt
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (120 Minuten) Klausur (120 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Huggins, R.A., Energy Storage, Springer, 2010

1	**Modulbezeichnung** 45071	**Hochdrucktrenntechnik** High-pressure separation technologies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Hochdrucktrenntechnik (VL) (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Hochdrucktrenntechnik (VL) (2 SWS) (WiSe 2026) Übung: Hochdrucktrenntechnik (UE) (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Detlef Freitag Dr.-Ing. Detlef Freitag Dr.-Ing. Martin Drescher Prof. Dr. Matthias Thommes	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Martin Drescher
5	**Inhalt**	Vorstellung der vielfältigen Anwendungsgebiete und Einsatzmöglichkeiten hoch verdichteter Gase, angefangen von klassischen Feldern, wie der Hochdruck- Extraktion und Polymerisation, bis hin zu neueren Anwendungen und aktuellen Forschungsarbeiten, wie beispielsweise der Partikelerzeugung und Imprägnierung unter Hochdruck. Zum Verstehen der angewandten Techniken werden alle notwendigen Grundlagen auf dem Gebiet der nahe- und überkritischen Fluide erörtert. Anhand konkreter Stoffbeispiele aus Forschung und Anwendung werden die Vorteile der Technologien hervorgehoben. Gliederung: Grundlagen (nahe- und überkritische Fluide, Zustandsänderungen und -diagramme) CO2, Phasengleichgewichte Hochdruck- Extraktion von Feststoffen und Flüssigkeiten (z.B. Entcoffeinierung von Kaffee und Tee, Hopfen- und Gewürzextraktion) Verfahren zur Druckbehandlung von Materialien (Entwesung, Imprägnierung, Färbung) Sicherheit, Kosten Hochdruckpolymerisation (Polyethylen) Hochdruckkristallisation (Diamantsynthese, Gashydrate) Analytische Verfahren Pulverherstellung (PGSS, GAS, SAS)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • haben umfassende Kenntnisse im Bereich der nahe- und überkritischen Fluide, Phasengleichgewichte bei hohen Drücken und deren Anwendung in verfahrenstechnischen Anlagen zur Stofftrennung, der chem. Synthese bzw. der Behandlung von Materialien unter Hochdruck. • kennen die wichtigsten kommerziell betriebenen Anwendungen wie z.B. die Hochdruck-extraktion (z.B. Hopfen) und Polymerisation (Polyethylen) im Detail. • sind in der Lage verfahrenstechnische Konzepte für Aufgaben der Stofftrennung bzw. Produktkonfektionierung zu

		entwickeln, geeignete Prozessparameter (Druck, Temperatur) auszuwählen und die erforderlichen Berechnungen (Stoffbilanzen, Reaktionsausbeuten) durchzuführen. • kennen das hohe Anwendungspotential überkritischer Fluide in Zukunftstechnologien wie z.B. bei den Partikelsynthese-Verfahren und können entsprechende Prozesse konzipieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Physikalischer Chemie und Chemischer Thermodynamik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vertiefend neben dem vorlesungsbegleitendem Material: G. Brunner, Gas Extraction, Steinkopff, Darmstadt, Springer New York, 1994 E. Stahl, K.-W. Quirin, D. Gerard, Verdichtete Gase zur Extraktion und Raffination, Springer Verlag 1987 M.B. King, T.R. Bott, Extraction of Natural Products using Near- Critical Solvents, Chapmann & Hall 1993 R. Eggers (Hrsg), Industrial high pressure applications, Wiley-VCH, Weinheim 2012

1	**Modulbezeichnung** 45081	**Membranverfahren** Membrane processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Membranverfahren/Membrane Separation Technologies (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Membranverfahren/Membrane Separation Technologies (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Jan-Christoph Keune Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit
5	**Inhalt**	Membranverfahren finden vielfältige Anwendung in der chemischen, biotechnologischen und medizinischen Technik, wie z.B. in der Meerwasserentsalzung und Abwasseraufbereitung, für die Trennung organischer Stoffgemische und Produktion von Spezialchemikalien, bei der Aufbereitung von Gemischen aus biotechnologischen Produktionen oder der therapeutischen Blutreinigung. Membranverfahren zeichnen sich dabei durch hohe Leistungsfähigkeit, Selektivität und Zuverlässigkeit aus. Daneben sind sie in hohem Maße "kompatibel" zu anderen Trenn- und Reaktionsprozessen, so dass sie gezielt zu deren Intensivierung in hybriden und reaktiven Trennverfahren eingesetzt werden können. In Rahmen des Moduls werden die technisch relevanten Membrantrennverfahren Umkehrosmose, Nanofiltration, Ultrafiltration, Mikrofiltration, Dialyse, Pervaporation, Gas-Trennung und Elektrodialyse behandelt sowie neuere Entwicklungen vorgestellt. Die Membranverfahren werden ausgehend von ihren physikalisch-chemischen Grundlagen bis hin zur Auslegung technischer Prozesslösungen besprochen, sowie technisch bereits realisierte Verfahren analysiert. Neben typischen Anwendungen wie z.B. der Wasseraufbereitung werden vorwiegend technische Membranverfahren für chemische und biotechnologische Anwendungen vorgestellt. Es wird dabei die Fähigkeit vermittelt, für gegebene Problemstellungen geeignete Verfahrenslösungen auszuwählen, optimierte Prozessparameter für verschiedene Apparate und Stoffsysteme abzuleiten, sowie eine Bewertung hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit vorzunehmen. Gliederung: 1. Einführung 2. Mikrofiltration 3. Ultrafiltration 4. Nanofiltration 5. Umkehrosmose 6. Dialyse und künstliche Niere 7. Pervaporation 8. Gaspermeation 9. Elektrodialyse 10. Donnan-Dialyse 11. Aktuelle Forschungsgebiete

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen und verstehen die technisch relevanten Membranverfahren und ihre Anwendungsgebiete, • verstehen die Zusammenhänge zwischen physikalischen Vorgängen und Prozess-Performance, • kennen Messmethoden für wesentliche physiko-chemische Parameter und können sie problemabhängig auswählen, • können selbstständig einfache Prozessmodelle erstellen und lösen, • sind in der Lage, geeignete Verfahrenslösungen auszuwählen, konzeptionell zu entwickeln, auszulegen und ihre Wirtschaftlichkeit zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in thermischen Trennverfahren, Bioseparations oder Downstream Processing
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Weiterführende Literatur bspw.: • R.W. Baker, Membrane Technology and Applications, Wiley, 2004 (besonders empfohlen) • T. Melin, R. Rautenbach, Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, Springer, 2007

1	**Modulbezeichnung** 42935	**Optical diagnostics in energy and process engineering**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS) Übung: CBI-Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (Exercise) (2 SWS) Übung: Fragestunde (2 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Franz Huber Dr.-Ing. Florian Bauer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Franz Huber Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	**Introduction to conventional and novel optical techniques to measure state and process functions in thermodynamical systems:** • Properties of light; properties of molecules; Boltzmann distribution • Geometric optics and optical devices • Lasers (HeNe, Nd:YAG, dye, frequency conversion); continuous wave and pulsed lasers • Photoelectric effect; photodetectors (photomultiplier, photodiode, CCD, CMOS, image intensifier); digital image processing; image noise and resolution • Shadowgraphy and Schlieren techniques (flow and mixing) • Elastic light scattering (Mie scattering, Rayleigh thermometry, nanoparticle size and shape, droplet sizing) • Inelastic (Raman) scattering (species concentration, temperature, diffusion) • Incandescence (thermal radiation, temperature fields, pyrometry, particle sizing) • Velocimetry (flow fields, velocity) • Absorption spectroscopy (temperature, pressure, species, concentration) • Fluorescence and phosphorescence (temperature, species, concentration)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students gain technical and technological skills in the field of optical techniques for the measurement of state and process variables in thermodynamic / energy processes and the investigation of these processes. They • are familiar with the state of the art and latest developments in optical measurement techniques applied in thermodynamics / energy processes • can assess the applicability of measurement techniques in different environments • can apply different optical measurement techniques in thermodynamic processes and design experiments

		• can evaluate data gained from optical measurement techniques and assess the quality of data • know interdisciplinary approaches in the fields of optics, thermodynamics, heat and mass transfer and fluid mechanics • are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basics in thermodynamics and fluid mechanics. Students of other subjects (Chemical- and Biological Engineering, Mechanical Engineering, Life Science Engineering, Energy Technology, Computational Engineering) can participate.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Mündliche Prüfung, 20-30 Min Oral examination, 20-30 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Slides • Hanson, R.K., Spectroscopy and Optical Diagnostics for Gases, Springer, 2016 • Bräuer, A: In situ Spectroscopic Techniques at High Pressure, Amsterdam 2015

1	**Modulbezeichnung** 92890	**Technische Chromatographie** Technical chromatography	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Chromatographie (2 SWS) Übung: Übung zu Technische Chromatographie (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit Johannes Wieczorek	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit
5	**Inhalt**	Die technische Chromatographie ist ein sehr leistungsfähiges Trennverfahren, das insbesondere für schwierige Trennaufgaben genutzt wird. Sie hat große Bedeutung bei der Produktion von z.B. Feinchemikalien, Pharmazeutika und biotechnologischen Produkten. Chromatographische Prozesse werden periodisch betrieben, was ihre Entwicklung und Auslegung anspruchsvoll macht. Andererseits bieten sie viele Freiheitsgrade, was besonders innovative Verfahrenskonzepte ermöglicht. Die Vorlesung vermittelt eine ingenieurwissenschaftliche Sicht auf die Chromatographie. Behandelt werden die wesentlichen Grundprinzipien und Prozesskonzepte. Der Einfluss physiko-chemischer Vorgänge auf Prozessdynamik und -Performance wird im Rahmen der modellbasierten Auslegung entsprechender Verfahren diskutiert. Wichtige apparative und anwendungsbezogene Aspekte werden anhand relevanter Beispiele erläutert. Gliederung: 1 Einleitung 2 Grundlegende Prinzipien 3 Prozessdynamik unter idealen Bedingungen 4 Prozessdynamik unter realen Bedigungen 5 Modellierung chromatographischer Prozesse 6 Auslegung und Optimierung chromatographischer Verfahren 7 Innovative Verfahrenskonzepte 8 Anwendungsbereiche der Chromatographie
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • kennen und verstehen die technisch relevanten chromatographischen Verfahren und ihre Anwendungsgebiete, • verstehen die Zusammenhänge zwischen physikalischen Vorgängen, Chromatogrammen und Prozess-Performance, • verstehen grundlegend die nichtlineare Dynamik chromatographischer Prozesse, • kennen gebräuchliche Prozessmodelle und können sie problemabhängig auswählen, • kennen Messmethoden für wesentliche physiko-chemische Parameter und können sie problemabhängig auswählen, • können selbstständig einfache Prozessmodelle erstellen und lösen, • sind in der Lage, chromatographische Verfahren konzeptionell zu entwickeln, auszulegen und zu bewerten.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Mündliche Prüfung, 30 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vertiefend neben dem angebotenen vorlesungsbegleitenden Material bspw.: • Schmidt-Traub, Schulte, Seidel-Morgenstern (Eds.), Preparative Chromatography of Fine Chemicals and Pharmaceutical Agents (2nd ed), Wiley-VCH, 2012 • Guiochon, Shirazi, Felinger, Katti, Fundamentals of Preparative and Nonlinear Chromatography Academic Press, 2006

1	**Modulbezeichnung** 44960	**Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik** Thermophysical properties of working materials in process and energy engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Thermophysikalische Eigenschaften von Arbeitsstoffen der Verfahrens- und Energietechnik (4 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Tobias Klein Patrick Schmidt Chathura Hewa Kankanamge Dr.-Ing. Michael Rausch Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Paul Fröba
5	**Inhalt**	• Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik • Gleichgewichtseigenschaften zur Charakterisierung von Arbeitsstoffen, z.B. in Form der thermodynamischen Zustandseigenschaften und -größen Dichte, innere Energie, Enthalpie, Entropie, spezifische Wärmekapazität, Schallgeschwindigkeit, Brechungsindex, Oberflächen- und Grenzflächenspannung • Transporteigenschaften zur Charakterisierung des molekularen Masse-, Energie- und Impulstransportes, z.B. Viskosität, Diffusionskoeffizient, Soret-Koeffizient, Thermodiffusionskoeffizient, Wärme- und Temperaturleitfähigkeit • Anwendungsbezogene Stoffdatenrecherche in der wissenschaftlichen Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken • Korrelationen und Vorhersagemethoden für Stoffeigenschaften • Methoden zur experimentellen Bestimmung und prozessbegleitenden Messung von Stoffdaten, insbesondere durch moderne laseroptische Techniken • Grundzüge der theoretischen Bestimmung von Stoffdaten mit Hilfe der molekularen Modellierung • Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen *Content* • The importance of thermophysical properties in process and energy engineering • Equilibrium properties for the characterization of working materials, e.g., in the form of thermodynamic properties of state and other equilibrium properties such as density, internal energy, enthalpy, entropy, specific heat capacity, sound speed, refractive index, surface or interfacial tension, etc. • Transport properties for the characterization of molecular transfer of mass, energy, and momentum, e.g. diffusion

		coefficients, Soret coefficient, thermal diffusion coefficient, thermal conductivity, thermal diffusivity, and viscosity • Use-oriented inquiry of thermophysical property data in scientific literature, table compilations, and databases • Correlation and prediction of thermophysical properties • Methods for experimental determination and in-process measurement of thermophysical properties, in particular by laser-optical techniques • Basics of the theoretical prediction of thermophysical properties by molecular modeling • Development of thermal and caloric equations of state
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind mit der Bedeutung von Stoffdaten in der Verfahrens- und Energietechnik in Form von Gleichgewichts- und Transporteigenschaften vertraut, • verwenden verschiedene Bezugsquellen für Stoffeigenschaften (Recherche in wissenschaftlicher Literatur, Tabellenwerken und Datenbanken; Korrelationen und Vorhersagemethoden; theoretische und experimentelle Bestimmung) eigenständig und wählen diese bedarfsgerecht und abhängig vom resultierenden Nutzen und Aufwand aus, • kennen die Herangehensweisen zur Korrelation und Vorhersage von Stoffeigenschaften sowie zur Aufstellung von thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen und übertragen diese Herangehensweisen auf andere Stoffe, • sind mit experimentellen Methoden zur Stoffdatenbestimmung vertraut, insbesondere mit laseroptischen Messtechniken, • verstehen die Grundzüge der molekularen Modellierung zur theoretischen Bestimmung von Stoffdaten und • wählen Arbeitsmedien mit definierten Stoffeigenschaften für eine optimierte Gestaltung von Verfahren und Prozessen der Energie- und Verfahrenstechnik aus. *Education objectives and competences* The students • are aware of the importance of thermophysical properties in process and energy engineering in the form of equilibrium and transport properties, • use various sources for thermophysical properties (scientific literature, table compilations, databases, correlations, predictions, theoretical and experimental determination) independently and select the respective sources in a use-oriented way considering the resulting effort and benefit, • know the approaches for the correlation and prediction of thermophysical properties as well as for developing equations of state, and are able to transfer these approaches to other systems, • are familiar with experimental methods for the determination of thermophysical properties, in particular with laser-optical methods,

		• understand the basics of the use of molecular modeling for the theoretical determination of thermophysical properties, • select working materials with defined thermophysical properties for an optimized design of processes in energy and process engineering.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse der Technischen Thermodynamik sowie der Wärme-, Stoff- und Impulsübertragung Basic knowledge on engineering thermodynamics as well as heat, mass, and momentum transfer
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich mündliche Prüfung zum Stoff von Vorlesung und Übung oral examination based on the contents of lectures and exercises
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• R. C. Reid, J. M. Prausnitz, B. E. Poling, The properties of gases and liquids, McGraw Hill Book Co., New York, 1987 • Recommended Reference Materials for the Realization of Physicochemical Properties, K. N. Marsh (ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1987 • Measurement of the Transport Properties of Fluids, W. A. Wakeham, A. Nagashima, and J. V. Sengers (eds.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1991 • R. Haberlandt, S. Fritzsche, G. Peinel, K. Heinzinger, Molekulardynamik: Grundlagen und Anwendungen, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1995 • R. W. Kunz, Molecular Modelling für Anwender, Teubner, Stuttgart 1997 • M. J. Assael, J. P. M. Trusler, T. F. Tsooakis, Thermophysical Properties of Fluids, Imperial College Press, London, 1996 • Transport Properties of Fluids, J. Millat, J. H. Dymond, and C. A. Nieto de Castro (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 1996 • J. M. Haile, Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997 • G. Grimvall, Thermophysical Properties of Materials, Elsevier, Amsterdam, 1999

		• J. A. Wesselingh, R. Krishna, Mass Transfer in Multicomponent Mixtures, Delft University Press, Delft, The Netherlands, 2000 • Equations of State for Fluids and Fluid Mixtures, J. V. Sengers, R. F. Kayser, C. J. Peters, and H. J. White, Jr. (eds.), Elsevier, Amsterdam 2000 • Measurement of the Thermodynamic Properties of Single Phases, A. R. H. Goodwin, K. N. Marsh, and W. A. Wakeham (eds.), Elsevier, Amsterdam 2003 • Diffusion in Condensed Matter, P. Heitjans and J. Kärger (eds.), Springer, New York 2005 • R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, Transport Phenomena, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 2007 • C. L. Yaws, Thermophysical Properties of Chemicals and Hydrocarbons, William Andrew, Inc., Norwich, 2008 • Applied Thermodynamics of Fluids, A. R. H. Goodwin, J. V. Sengers, C. J. Peters (eds.), Elsevier, Amsterdam, 2010 • Experimental Thermodynamics Volume IX: Advances in Transport Properties of Fluids, M. J. Assael, A. R. H. Goodwin, V. Vesovic, and W. A. Wakeham (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2014

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

1	**Modulbezeichnung** 94356	**Process Technologies** Process technologies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Process Technologies (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Process Technologies Exercises (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold
5	**Inhalt**	The Module "Process Technologies gives an overview on important processes in the chemical process industries. The processes are treated in a holistic approach and the interaction of individual process steps and their feedback to the overall process are discussed in more detail. In particular, the relationship between the physical/chemical basics of the processes, process development and process design are discussed. The presented processes are selected based on their importance in the fields of raw materials, intermediates and consumer products of the chemical process industries. In the sense of process engineering, apart from the reaction steps, the separation operations are also part of the considerations. The evaluation of the methods with regard to their cost-effectiveness and sustainability complete the description of the processes. In detail, the following aspects are treated: • Raw materials (crude oil, fuels, natural gas, technical gases) • Organic base chemicals (syngas, alkanes, alkenes, aromatics) • Organic intermediates (C1-C4 alcohols, cyclic alcohols, ether, epoxides, organic acids) • Renewable raw materials • Organic end products (surfactants, pigments, polymers) • Inorganic base chemicals and intermediates (sulfuric acid, ammonia, sodium hydroxide) • Inorganic end products (fertilizers, ceramics, glass) • Process development (technologies, economic evaluation)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • know the important processes in the chemical process industries • describe the interaction of individual process steps and their feedback to the overall process • discuss the relationship between the physical/chemical basics of the processes, process development and process design • evaluate the processes und methods with regard to their cost-effectiveness and sustainability
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

		Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Textbooks and compendia on Technical Chemistry, e.g. • Baerns, et al., Technische Chemie, Wiley-VCH • Jess, Wasserscheid, Chemical Technology, Wiley-VCH • Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry

Vertiefungsmodulgruppe Simulation granularer und molekularer Systeme

1	**Modulbezeichnung** 94281	**Simulation granularer und molekularer Systeme** Simulation of Granular and Molecular Systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Simulation granularer und molekularer Systeme (3 SWS) Übung: Simulation granularer und molekularer Systeme Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Engel Prof. Dr. Thorsten Pöschel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	**Inhalt**	Die Lehrveranstaltung befasst sich mit der Simulation von Systemen vieler Teilchen mit Hilfe verschiedener numerischen Methoden: • Molekulardynamik (zeit- und ereignisgesteuert) • Diskrete-Element Methode (DEM) zur Simulation von granularen Systemen • Starrkörpersimulation als Alternative zu DEM • Partikelbasierte Fluiddynamik am Beispiel von Direct Simulation Monte-Carlo und Smoothed-Particle Hydrodynamics (SPH)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind mit den grundsätzlichen Methoden der numerischen Modellierung molekularer und granularer Systeme vertraut • besitzen vertiefte Kenntnisse bezüglich der verwendeten numerischen Methoden und der wichtigsten Algorithmen und Datenstrukturen • implementieren einzelne Aspekte dieser Methoden • modellieren einfache Systeme • können selbständig numerische Simulationen dieser Systeme durchführen und auswerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodulgruppe Simulation granularer und molekularer Systeme Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Pöschel, Schwager: "Computational Granular Dynamics - Models and Algorithms", Springer, 2005 Frenkel, Smit: "Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications", Avademic Press, 2001

Wahlpflichtmodule

1	**Modulbezeichnung** 45400	**Digitale Bildverarbeitung** Digital image processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Digitale Bildverarbeitung (2 SWS) Übung: Digitale Bildverarbeitung - Praktikum (0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Achim Sack	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	**Inhalt**	Digitale Bildverarbeitung spielt eine immer größere Rolle bei der Durchführung und Auswertung von Messungen in Forschung, Entwicklung und Produktionsüberwachung. Das Modul vermittelt grundlegende und weiterführende Kenntnisse und Techniken zur selbständigen Lösung häufiger Problemstellungen bei der optischen Datennahme und -auswertung. Themen: Licht, Lichtquellen, Kameras, Optik, Aufnahmetechniken, Detektoren, Aberrationen, Digitale Bildtypen, Speicherformate, Abtasttheorem, Kompression, Filter, Rauschen, Kalibrierung, Fourier Transformation, Bildwiederherstellung, Korrelation, PIV, Tracking, Farbbilder, Wavelets, Morphologie, Segmentation, Repräsentation, Abstraktion, Objekterkennung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können selbstständig optische Daten aufnehmen und auswerten. Sie verstehen das Konzept der zugrundeliegenden Methoden. Unter anderem beherrschen und verwenden Sie Methoden: • zur selbstständigen Aufnahme und Verarbeitung digitaler Bilder • zur Filterung von Bildern im Orts- und Fourierraum • zur Segementierung von Bildern • zur Objekterkennung und Klassifikation von Objekten • zur Objektverfolgung (PIV)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 44650	**Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (KI-ING)** Machine learning and artificial intelligence in engineering (KI-ING)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (Ü) (1 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Ingenieurwesen (V) (2 SWS) (SoSe 2026)	- -
3	Lehrende	PD Dr. Patric Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Patric Müller
5	**Inhalt**	Die Vorlesungen und Übungen vermitteln ausgewählte Algorithmen aus den Bereichen maschinelles Lernen (ML) und künstliche Intelligenz (KI) auf Grundlagenniveau und illustrieren diese anhand von relevanten Anwendungsbeispielen. Besprochen werden unter anderem die folgenden Themengebiete: • Lineare und logistische Regression • Regularisierung • Neuronale Netze • Support Vector Machines • Clustering • Dimensionsreduktion • Anomally Detection • Reinforment Learning
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studentinnen und Studenten • verstehen, was sich hinter den Schlagworten KI und ML verbirgt • verstehen wichtige Algorithmen aus den Bereichen KI und ML und können diese in Ihrer einfachsten Form selbst implementieren • kennen typische, im Bereich der Verfahrenstechnik relevante Anwendungsbeispiele von KI und ML • verstehen a) was KI und ML leisten kann und b) wo KI und ML im eigenen Fachbereich angewendet werden können • sind fähig, sich speziellere KI- und ML-Algorithmen und Anwendungen eigenständig zu erschließen • sind in der Lage die hochaktuellen Themen KI und ML mit solidem Hintergrundwissen zu diskutieren und zu bewerten • kennen einige für KI und ML wichtige Software-Tools (z.B. Python und Tensorflow) und können damit einfache Aufgaben bearbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Schriftlich in Form einerMehrfachantwort-Multiple-Choice-Klausur, 90 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hastie, Tibshirani, Friedman, The elements of statistical learning • Wolfgang Ertel, Grundkurs künstliche Intelligenz • Kelleher, MacNamee, DArcy, Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples, and Case Studies - Goodfellow, Bengio, Courville, Deep Learning • Aurelien Geron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems

1	**Modulbezeichnung** 44790	**Partikelbasierte Strömungsmechanik** Particle-based fluid mechanics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Partikelbasierte Strömungsmechanik (PSTM-V) (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Partikelbasierte Strömungsmechanik (PSTM-UE) (1 SWS) (SoSe 2026)	- -
3	Lehrende	PD Dr. Patric Müller Prof. Dr. Thorsten Pöschel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	**Inhalt**	• Gegenüberstellung von partikelbasierten und gitterbasierten Verfahren der Strömungsmechanik • o Direct Simulation Monte Carlo • o Stochastic Rotation Dynamics o Multi-Particle Collision Dynamics • o Smoothed Particle Hydrodynamics • Comparison of particle-based and grid-based methods in fluid mechanics • o Direct Simulation Monte Carlo • o Stochastic Rotation Dynamics o Multi-Particle Collision Dynamics • o Smoothed Particle Hydrodynamics
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • kennen die Vor- und Nachteile partikelbasierter Verfahren im Vergleich zu gitterbasierten Verfahren der Strömungsmechanik. • kennen die einzelnen Algorithmen, die hinter den besprochenen Methoden stehen und können Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Methoden darlegen. • kennen die Implementierung der einzelnen Methoden vor dem Hintergrund einer Anwendung auf Hochleistungsrechnern. • kennen die Stärken und Schwächen der besprochenen Methoden und können für verschiedene Situationen die geeignete Methode auswählen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Programmieren Grundlagen, Strömungsmechanik Grundlagen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Mündlich, 30 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	G.A. Bird, Molecular Gas Dynamics and the Direct Simulation of Gas Flows G. Gompper et al., Multi-Particle Collision Dynamics: A Particle-Based Mesoscale Simulation Approach to the Hydrodynamics of Complex Fluids E.-S. Lee et al., Comparisons of weakly compressible and truly incompressible algorithms for the SPH mesh free particle method.

1	**Modulbezeichnung** 46100	**Scannen und Drucken in 3D** Scanning and printing in 3D	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: SD3D (3 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Thorsten Pöschel Felix Buchele	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Patric Müller
5	**Inhalt**	• Stereo-Imaging • Scannen dreidimensionaler Objekte • Computer-Tomographie und verwandte Techniken • 2D Darstellung dreidimensionaler Datensätze • 3D Bildverarbeitung • 3D Druck-Verfahren • 3D Projektion und Darstellung • Darstellung wissenschaftlicher Daten mittels "Virtueller Realität (VR)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • beherrschen die physikalischen und technischen Grundlagen zur Aufnahme dreidimensionaler Bilder mittels Stereokameraverfahren, 3D Scannern sowie Computer-Tomographie. • können dreidimensionale Datensätze erfassen, numerisch bearbeiten und wissenschaftlich darstellen. • gehen mit gängigen 3D Druckverfahren sicher um und implementieren diese als wissenschaftliches Werkzeug. • setzen mathematisch/physikalische Konzepte dreidimensionaler Darstellung mittels 3D Projektions- und Display-Verfahren sowie VR-Techniken um.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Matlab-Grundlagen dringend empfohlen!
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) Schriftlich in Form einerMehrfachantwort-Multiple-Choice-Klausur, 90 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Gregor Honsel, Rapid Manufacturing • Lee Goldmann, Principles of CT and CT Technology • Okoshi, Three-Dimensional Imaging Techniques

1	**Modulbezeichnung** 42936	**Self-organisation processes** Self-organization processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Self-organization Processes (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Self-Organisation Processes (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Engel Prof. Dr. Robin Klupp Taylor Dr. Giulia Magnabosco	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Engel
5	**Inhalt**	Structure formation with elementary building blocks in molecular, particulate, soft, and biological systems. Theoretical aspects, experimental realizations, and applications are discussed. • introduction (Overview): the idea of building blocks, thermodynamic principles, near and far from equilibrium • Molecules 1 (Surfactants): molecular interaction, hydrophobicity, micellation • Molecules 2 (Mesophases): packing parameter, applications, self-assembled monolayers, membranes • Molecules 3 (Block co-polymers): Flory-Huggins theory, microphase separation, recent research • Molecules 4 (Liquid crystals): phases, role of anisotropy, order parameter, thermodynamics, properties • Theory 1 (Pattern formation): phase diagrams, phase field model, spinodal decomposition • Theory 2 (Particle self-assembly): nanoparticle self-assembly, (nano)crystal shapes, hard vs. soft spheres, entropy maximization vs. interface minimization • Theory 3 (Dynamic self-assembly): oscillatory chemical reactions, reaction diffusion, active matter • Theory 4 (Programmable assembly): DNA nanotechnology, future challenges • Colloids 1 (Synthesis): methods for synthesis of isotropic colloids, bulk crystallization • Colloids 2 (Sedimentation): Assembly by depletion, electrostatics, confinement by solid-fluid interfaces, opals • Colloids 3 (Assembly at fluid-fluid interfaces): techniques, Pickering emulsions, evaporation • Colloids 4 (Convective assembly): film formation and defects, coffee ring effect, templating
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Successful completion of this module confirms students are able to • describe complex self-organization processes with the help of simple model systems • apply this knowledge to physical, chemical, and bioinspired systems

		• develop an advanced understanding of the self-organization of (macro)molecules and colloids • understand processes to direct and influence self-organization processes • judge the relevance of self-organization for the processing and synthesis of materials • gain insight into current research in the field of the lecture
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral exam (30 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Ian W. Hamley, “Introduction to Soft Matter: Synthetic and Biological Self-Assembling Materials”, Wiley, 2007. • Yoon S. Lee, „Self-Assembly and Nanotechnology Systems”, Wiley, 2011. • Scott Camazine, Jean-Louis Deneubourg, Nigel R. Franks, „Self-Organization in Biological Systems“, Princeton University Press, 2003. • John A. Pelesko, „Self Assembly: The Science of Things That Put Themselves Together“, Chapman and Hall/CRC, 2007. • Jacob N. Israelachvili, „Intermolecular and Surface Forces”, Academic Press, 2011.

1	**Modulbezeichnung** 43700	**Transportprozesse** Transport processes	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transportprozesse (2 SWS) Übung: Transportprozesse Übung (1 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Nicklas Lindacher Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	• Transportvorgänge: Wärme-, Stoff-, und Impulsübertragung • Auf Basis der kinetischen Gastheorie werden Gleichungen zur Beschreibung von Transportvorgängen (allgemeine Transportgleichung, Fouriersches Gesetz, Ficksche Gesetze,) hergeleitet und für in der Technik typischen Geometrien und Randbedingungen angewandt • Herleitung von allgemeinen Differentialgleichungen zur Beschreibung technischer Problemstellungen • Aufbereitung von Problemstellungen mit analytischen Lösungsverfahren und Analyse der erhaltenen Ergebnisse und ihrer Bedeutung in Wissenschaft und Technik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erhalten vertiefende Kenntnisse in der Impuls- , Wärme- und Stoffübertragung • können Gleichungen zur Beschreibung technischer Aufgabenstellungen eigenständig herleiten und anwenden • erlernen die prädiktive qualitative Lösung von Transportproblemen • erlernen die analytische Lösung von (einfachen) Transportproblemen • verstehen die Zusammenhänge und Einflüsse von Diffusion und Konvektion bei Transportproblemen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (120 Minuten) mündliche Prüfung, 30 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 42914	**Process control and plant safety**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Process Control and Plant Safety (Exercise) (3 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Process Control and Plant Safety (2 SWS) (SoSe 2026)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Peter Treiber Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	• Basic concepts of process and plant safety • Layer model of process and plant safety • Reliability of processes and plants/Risk analysis • Automation systems for process and plant safety • Failure impact analysis • Cyber Security in view of Internet of Things (IoT) • Case studies from (bio-)chemical industries
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able identify and analyze risks in process and plant operation and be able to protect equipment, humans and environment from operational hazards. The module provides key concepts and methods to assess risks and to increase operational safety, especially by use of process automation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites** Required: • Mathematics 1- 3 • Statistics Recommended: • Thermodynamics and Heat and Mass Transfer • Fluid dynamics • Chemical Reaction Engineering • Bio Process Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral examination (30 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Recommended reading: • SFPE, NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2008 Hauptmanns, U. (Ed.) Plant and Process Safety, in Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 8th edition • Center for Chemical Process Safety (CCPS) "Guideline for Engineering Design for Process Safety Wiley 2012

1	**Modulbezeichnung** 45211	**Turbulence I** Physics of turbulence and turbulence modelling I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Turbulence I - Exercise (2 SWS) (SoSe 2026) Vorlesung: Turbulence I (2 SWS) (SoSe 2026)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Philipp Schlatter Dr. Siavash Toosi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Philipp Schlatter
5	**Inhalt**	• Introduction to turbulence, basic phenomena • Stability and transition • Statistical Tools • Scales of turbulence (turbulence cascade) • Reynolds averaged Navier-Stokes (RANS) and turbulent kinetic energy (TKE) • Thin-Shear Layer and 2D wakes and jets • Wall-bounded turbulent flows • CFD: LES and RANS • Experimental Methods
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The primary aim of thecourse is to give the students an overview of turbulent flows. After completingthe course a student should be able to: • Distinguish laminar, transitional and turbulent flows • use statistical methods to describe and analyse turbulent flow. • describe and explain the length scales and structure of turbulence. • simplify the governing equations for specific flow cases, and derive the averaged momentum balances and scaling laws. • Understand the description of turbulent flows in jets, wakes and close to solid walls (turbulent boundary layer). • apply common turbulence modelling approaches (RANS, LES) to engineering problems • understand common experimental methods applicable to turbulent flows
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Module: Strömungsmechanik I(recommendation) Module: Fluid Dynamics (recommendation) Module: Thermodynamik (recommendation)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel oral exam (30 min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

		only in Summer semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	**H. Tennekes, J. L. Lumley**, A First Course in Turbulence, MIT Press, 1972 **S. B. Pope**, Turbulent Flows, Cambridge University Press, 2000 **P. A. Davidson**, Turbulence, Oxford University Press, 2015 **P. Moin, W. H. R. Chan**, Fundamentals of Turbulent Flows,Cambridge University Press, 2024

1	**Modulbezeichnung** 45221	**Turbulence II** Physics of turbulence and turbulence modelling II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Turbulence II (2 SWS) Übung: Turbulence II - Exercise (3 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jovan Jovanovic Prof. Dr. Philipp Schlatter
5	**Inhalt**	• Turbulence decomposition (mean flow, turbulent stresses, higher-order moments); • second order moments (anisotropy tensor, invariants); • anisotropy invariant mapping of turbulence in wall-bounded flows; • turbulent viscosity, Prandtl-Kolmogorov formula; • dynamics of turbulence dissipation rate; • two-point correlation technique(locally homogeneous turbulence); • dissipation rate equation (closure model); • velocity-pressure gradient correlations (Poisson equation, Chous integral, slow and fast parts of correlations); • turbulence transport (closure approximation); • predictions (homogeneous shear flows, wall-bounded flows, transitional flows)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Based on two-point correlations and anisotropy invariants, turbulence modelling will be extended onto the dissipation equation and the velocity-pressure correlation. The students... • Are familiar with the different averaging and analysis methods for turbulence signals • Can derive simple analytical turbulence models, based on eddy viscosity • Can discuss the main contributions to turbulent transport in different shear flows • Are familiar with basic prediction methods for different flow types • Can extract turbulence statistics from simulation and experimental data
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: *Fluid Dynamics*, *Turbulence I*
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel oral exam (30 min)

11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Jovanovic, J.: Statistical Dynamics of Turbulence, Springer Verlag, 2004 • Hinze, J.O.: Turbulence (2nd edition), McGraw Hill, 1975 • Pope, S.: Turbulence, CUP, 2000

1	**Modulbezeichnung** 42915	**Process simulation**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Process Simulation (Tutorial) (1 SWS) Vorlesung: Process Simulation (2 SWS) Übung: Process Simulation (Exercise) (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bastian Etzold
5	**Inhalt**	Content: • Introduction to industrial process development • Aspects of process intensification • Introduction to the Aspen Plus simulator for process simulation • Equipment modeling: chem. reactors (detailed), separators, heat exchangers, mixers, pumps, compressors • recirculation, separation sequences, interconnection to the overall process • Short-cut methods for single apparatuses and for process synthesis • Flow sheet simulation of selected sample processes in Aspen Plus • Heat integration (pinch analysis) • Economic feasibility studies: Cost structure, cost models, plant capacity utilization, economic measures of quality.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students: • are familiar with the systematic approach to conceptual process design • are familiar with the individual steps of modeling chemical reactors, separators, heat exchangers, mixers, pumps and compressors • are able to independently carry out the modeling and simulation of chemical engineering processes using industry-relevant commercial simulation tools (in particular Aspen Plus) • are able to practically apply and expand their basic knowledge of reaction engineering and thermal process engineering in the simulation of process engineering processes • are able to classify different models of basic operations and assess the scope of application • are capable of comparing different process variants • are able to apply the acquired knowledge practically on the basis of selected examples, taking into account economic aspects (cost structure, cost models, plant capacity utilization, economic measures of quality)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Wahlpflichtmodule Schwerpunkt Nachhaltigkeit Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) Klausur/written exam (120 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Bearns, Behr, Brehm, Gmehling, Hofmann, Onken, Renken: Technische Chemie, Wiley-VCH, Weinheim, 2006. • Biegler, Grossmann, Westerberg: Systematic Methods of Chemical Process

1	**Modulbezeichnung** 45471	**Computational Fluid Dynamics 1**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics (2 SWS) Übung: Computational Fluid Dynamics - Exercise (1 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Manuel Münsch
5	**Inhalt**	• Governing equations and models in fluid mechanics • Steady problems: the Finite-Difference Method (FDM) • Unsteady problems: methods of time integration • Advection-diffusion problems • The Finite-Volume Method • Solution of the incompressible Navier-Stokes equations • Grids and their properties • Boundary conditions • Conservation laws The theory given in the lectures is extended and applied to several transport problems in this exercise class: • discretization of the Blasius similarity equations • parabolization and discretization of the boundary layer equations • finite-Difference discretization of heat-transfer problems • approximation of boundary conditions • finite-Volume discretization of heat-transfer problems • discretization and time-stepping of the Navier-Stokes equations • projections methods: the SIMPLE and PISO Methods
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Thestudents who successfully take this module should: • understand the physical meaning and mathematical character of the terms in advection-diffusion equations and the Navier-Stokes equations • assess under what circumstances some terms in these equations can be neglected • formulate a FDM for the solution of unsteady transport equations • assess the convergence, consistency and stability of a FDM • formulate a FVM for the solution of unsteady transport equations • know how to solve the Navier-Stokes equation with the FVM • implement programs in matlab/octave to simulate fluid flow • assess the quality and validity of a fluid flow simulation • work in team and write a report describing the results and significance of a simulation

		• know the different types of grids and when to use them The students who successfully solve the exercises should: • be able to discretize transport problems with the finite-difference and the finite-volume methods • discretize several type of boundary conditions (no-slip, flux, mixed) • understand how the implementation of projection methods to solve the Navier-Stokes equation is done • work in a team
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232 Compulsory elective module 1-3 Master of Science Clean Energy Processes 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Oral(30 minutes)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Oral(100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 45472	**Computational Fluid Dynamics 2**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Fluid Dynamics II (2 SWS) (SoSe 2026) Übung: Computational Fluid Dynamics II - Exercise (1 SWS) (SoSe 2026)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Manuel Münsch Prof. Dr. Philipp Schlatter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Manuel Münsch
5	**Inhalt**	1. Curvilinear grids 2. Turbulent flows 3. Direct Numerical Simulations (DNS) 4. Reynolds Averaged Navier-Stokes equations (RANS) 5. Large Eddy Simulation (LES) 6. Particulate and multiphase flows 7. Fluid-structure Interaction 8. Flows in porous media
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • Know how to solve CFD problems in curvilinear grids • Understand the main properties of turbulent flows • Understand the strengths and weaknesses of widely used simulation models of turbulence • Select the appropriate model and boundary equations for a given application • Be able to perform turbulence and complex flows simulations with OpenFOAM • Work in team and write a report describing the results and significance of a simulation of turbulent flow
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) mündlich, 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	• J. H. Ferziger, M. Peric, Numerische Strömungsmechanik, Spinger, 2008

Wahlmodul aus dem Angebot des Fachbereichs WiSo

1	**Modulbezeichnung** 82570	**BWL für Ingenieure** Business studies for engineers	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: BWL für Ingenieure I (2 SWS) (WiSe 2026) Vorlesung mit Übung: BWL für Ingenieure II (2 SWS) (SoSe 2026)	- -
3	Lehrende	Dr. Lothar Czaja Prof. Dr. Julian Müller Dr. Lothar Czaja Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	BW 1 (konstitutive Grundlagen): Grundlagen und Vertiefung spezifischer Aspekte der Rechtsform-, Standort-, Organisations- und Strategiewahl BW 2 (operative Leistungsprozesse): Betrachtung der unternehmerischen Kernprozesse Forschung und Entwicklung mit Fokus auf das Technologie- und Innovationsmanagement, Beschaffung und Produktion sowie Marketing und Vertrieb BW 3 (Unternehmensgründung): Grundlagen der Gründungsplanung und des Gründungsmanagements BW 3 Übung (Vertiefung und Businessplanerstellung): Vertiefung einzelner Schwerpunkte aus den Bereichen BW 1, 2 und 3 sowie ausgewählte Fallstudien zu wichtigen Elementen eines Businessplans
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben Kenntnisse über Grundfragen der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre • verstehen die Kernprozesse der Unternehmung und die damit verbundenen zentralen Fragestellungen • erwerben ein Verständnis für den Entwicklungsprozess der Unternehmung sowie deren Kernprozesse, insbesondere verfügen sie über breites und integriertes Wissen einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Beschaffung, Produktion, Marketing und Vertrieb. • können Fragen des Technologie- und Innovationsmanagements anhand der Anwednung ausgewählter Methoden und Instrumente erschließen • wissen um die Bestandteile eines Businessplans, deren Bedeutung und sind in der Lage, diese zu verfassen und zu beurteilen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlmodul aus dem Angebot des Fachbereichs WiSo Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
15	**Dauer des Moduls**	2 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	Voigt, Industrielles Management, 2008

1	**Modulbezeichnung** 86973	**Current issues in sustainability management**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Perspektiven des Nachhaltigkeitsmanagements (2 SWS) Es besteht Anwesenheitspflicht.	5 ECTS
3	Lehrende	Katrin Schwarzfischer Julia Pfannenmüller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann
5	**Inhalt**	Das Seminar „Perspektiven des Nachhaltigkeitsmanagements“ soll die Kompetenzen der Studierenden zur kritischen Reflektion um Nachhaltigkeitsdebatten stärken. Im Seminar geht es darum zu verstehen, dass vermeintlich „einfache“ Lösungen zu Problemen um Nachhaltigkeit oft komplex sind und aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet werden müssen. Im Rahmen des Themengebiets Kreislaufwirtschaft werden Themenkomplexe abgeleitet, die für eine nachhaltige Entwicklung relevant sind, die aber auch ambivalent diskutiert werden. Zu diesen Themen werden wissenschaftlich fundierte Grundlagen, auch über Gastvorträge, vermittelt. Um unterschiedliche Perspektiven auf die ambivalenten Themen einzunehmen, werden den Studierenden Rollen zugeteilt, welche gegensätzliche Positionen zu den polarisierenden Themen reflektieren. Basierend auf einem flipped-classroom-Ansatz bereiten die Studierenden passende Argumente in Heimarbeit vor. Anschließend diskutieren die Studierenden im Seminar jeweils in ihrer Rolle über die vorgegebene Fragestellung. Dazu werden im Vorfeld Methoden des Debattierens und der Rhetorik vermittelt. Als finale Präsentationsleistung werden die Studierenden einer Gruppe, die eine vorgegebene Fragestellung zu einem der Themenkomplexe behandelt, zugeteilt. Hierfür bereiten die Studierenden perspektivenspezifische, wissenschaftlich fundierte Argumente vor. Neben der Präsentation der spezifischen Perspektiven sollen Studierende ihr Diskussionsthemain einer Hausarbeit in den wissenschaftlichen Kontext einordnen und dabei die relevanten Perspektiven reflektieren.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Am Ende des Seminars sind die Studierenden in der Lage • Nachhaltigkeitsthemen aus unterschiedlichen Perspektiven zu analysieren und zu reflektieren; • methodisch fundierte und strukturierte Diskussionen zu führen; • ihre wissenschaftlichen Forschungskompetenzen anzuwenden; • Soft Skills wie strukturierte Teamarbeit und professionelle Präsentationen anzuwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Bereits besuchte Kurse zum Nachhaltigkeitsmanagement sind von Vorteil; • Bereitschaft zur aktiven Teilnahme an diskursiven Formaten;

		• Interesse an aktuellen und auch kontroversen Nachhaltigkeitsthemen; • Bereitschaft zum Perspektivwechsel und damit verbundene Einnahme verschiedener Rollen; • Motivation zur selbständigen Arbeit in einem Team.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlmodul aus dem Angebot des Fachbereichs WiSo Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Analyse eines aktuellen, kontroversen Nachhaltigkeitsthemas; Vorbereitung einer dazugehörigen, legitimen Position; Darlegung dieser in einem Debattierformat. Zusammenfassende Reflexion der Debatte im Nachgang.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Alle notwendigen Materialien werden über StudOn zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 86600	**Einführung in das Genossenschaftswesen** Introduction to cooperative systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann
5	**Inhalt**	Gegenstand der Veranstaltung ist die wissenschaftliche Betrachtung der Rechts- und Unternehmensform Genossenschaft aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Sicht.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlangen ein generelles Verständnis für das Modell Genossenschaft und dessen historischen Background. Zusätzlich erhalten die Studierenden einen Einblick in die verschiedenen Geschäftsfelder in denen Genossenschaften vertreten sind und analysieren deren Vorzüge in diesen Bereichen. Insbesondere sind die Studierenden in der Lage • die Entwicklung der Genossenschaften nachzuvollziehen, • die Rolle von Genossenschaften in der Bundesrepublik Deutschland zu reflektieren, • die Vor- und Nachteile der Rechts- und Unternehmensform e.G. gegenüber anderen Personen und Kapitalgesellschaften einzuschätzen, und die Gründungsvoraussetzungen einzuordnen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;5;7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlmodul aus dem Angebot des Fachbereichs WiSo Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kursspezifische Literatur

1	**Modulbezeichnung** 85796	**Kompetenzseminar zum Klimawandel: Grundlagen- und Kompetenzen erwerben zu Nachhaltigkeitsherausforderungen** Competence seminar on climate change: Acquiring theoretical foundations and competencies on sustainability challenges	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Kompetenzseminar zum Klimawandel (insbesondere für Lehramtsstudierende und Nebenfachstudierende) (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Anette Regelous Maren Stoppel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann
5	**Inhalt**	Mit dem Klimawandel werden auf alle zukünftigen ExpertInnen neue Herausforderungen und Entscheidungen zukommen. Zusätzlich werden manche Studierenden zu MultiplikatorInnen (LehrerInnen, ManagerInnen), die anderen Klimawandelfolgen und -risiken näher-bringen. In diesem Seminar werden daher Kompetenzen vermittelt, um fachlich kompetent und pädagogisch kreativ zum Thema Klimawandel und zu anderen Nachhaltigkeitsaspekten arbeiten zu können. Nach Experten-Vorträgen aus den Naturwissenschaften, Geisteswissenschaften sowie von Lehrpersonen aus der Praxis dürfen die Seminarteilnehmer in Betreuung eigene pädagogische bzw. Consulting-Konzepte zum Thema Klimawandel entwickeln. Es handelt sich um ein inverted-classroom Konzept, bei dem sich Selbststudium mit Präsenzterminen (online und vor Ort in Erlangen) abwechseln. Bei den Präsenzterminen (online und vor Ort) ist Anwesenheitspflicht. Weitere Informationen siehe StudOn Kurs.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • umfassende, transdisziplinäre Kenntnisse zu den aktuellen gesellschaftlichen Diskussionen rund um die Thematik Klimawandel wiedergeben und erläutern • Argumentationskompetenz und kritische Reflexion der Thematik Klimawandel vorweisen • Kreativitätsmethoden zur Erstellung pädagogischer Konzepte darstellen und umsetzen • Teamfähigkeiten und soziale Kompetenzen stärken
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;3;4;5;6;7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlmodul aus dem Angebot des Fachbereichs WiSo Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Präsentation (10 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 21 h Eigenstudium: 129 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literatur wird vom Lehrstuhl nach Anmeldung bereitgestellt.

1	**Modulbezeichnung** 86710	**Spezielle Soziologie** Subfields of sociology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Aktuell werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. ***Es besteht Anwesenheitspflicht.***	
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Abraham Prof. Dr. Tobias Wolbring
5	**Inhalt**	Spezielle Soziologien befassen sich mit Strukturen und Prozessen spezifischer Teilbereiche der Gesellschaft und spiegeln die Aufteilung der Fachgesellschaft in Sektionen wider. In wechselnder Folge werden Module zu verschiedenen Bereichen (z.B. zu den Themenfeldern Gesundheit, Bildung, Organisation, Wirtschaft, Wissenschaft) angeboten. • Erwerb von Wissen über zentralen theoretische und empirisch-methodische Konzepten der Analyse und Erklärung zentraler Strukturen und Prozesse des Anwendungsfeldes der speziellen Soziologie • Erwerb von Kenntnissen zu zentralen Forschungsergebnissen • Exemplarische Vertiefung anhand ausgewählter Themen der aktuellen Forschung im Themenfeld
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Ziel des Moduls ist es, empirisches und methodisches Grundwissen über spezielle soziologische Zugangsweisen zu vermitteln. Die Teilnehmenden werden in grundlegende Konzepte und Theorien der speziellen Soziologie eingeführt. Das Modul soll Kenntnisse über die theoretischen Grundlagen der speziellen Soziologie vermitteln und dazu befähigen, die Theorien auf konkrete Forschungsfragen im Anwendungsfeld anzuwenden. Darüber hinaus sollen Kenntnisse über die zentralen Forschungsergebnisse erworben werden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlmodul aus dem Angebot des Fachbereichs WiSo Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Hausarbeit Hausarbeit (15-20 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Hausarbeit (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Kneer, Georg/Schroer, Markus (2010) Handbuch Spezielle Soziologien. Wiesbaden: VS Verlag

1	**Modulbezeichnung** 86671	**International vergleichende Sozialstrukturanalyse** International comparative analysis of social structure	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: International vergleichende Sozialstrukturanalyse (2 SWS) (SoSe 2027)	4 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Bähr	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Abraham Prof. Dr. Tobias Wolbring
5	**Inhalt**	• Vermittlung von zentralen theoretischen und empirisch-methodischen Konzepten der Analyse und Erklärung sozialer Ungleichheit in international vergleichender Perspektive • Vertiefung anhand ausgewählter Themen wie z.B. Demographie (generatives Verha
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Teilnehmenden werden eingeführt in grundlegende Konzepte und Theorien zur Analyse sozialer Ungleichheit. Das Modul soll dazu befähigen, die Entwicklung und Struktur sozialer Ungleichheit im Kontext des globalen sozialen Wandels auf regionaler, nationalstaatlicher und globaler Ebene zu analysieren, beschreiben und theoriegeleitet zu erklären. Die Teilnehmenden diskutieren differenziert die Auswirkungen sozialer Ungleichheit auf die Lebenswelten und Lebenschancen, auf die gesellschaftliche Entwicklung (z.B. Integration/ Desintegration), auf Prozesse und Verläufe in ausgewählten Feldern (z. B. Prozess sozialer Polarisierung) und Interventionsmöglichkeiten für die regionale, nationale und transnationale (Sozial-)Politik.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlmodul aus dem Angebot des Fachbereichs WiSo Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung (60 Minuten) Präsentation (20 Minuten) elektronische Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (100%) Präsentation (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Mau, Steffen/Verwiebe, Roland (2009) Die Sozialstruktur Europas. Stuttgart: UTB; Huinink, Johannes/Schröder, Torsten (2008) Sozialstruktur Deutschlands. Konstanz: UTB; Hall, Peter/Soskice, David

		(Hrsg.) 2001: The Varieties of Capitalism. Oxford: Oxford University Press

1	**Modulbezeichnung** 86721	**Economy, organization and social inequality**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Inequality in Context: Organizations, Economy, and Society (Wirtschaft, Organisation und Ungleichheit) (2 SWS) (SoSe 2027)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Matthias Collischon	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Abraham Prof. Dr. Tobias Wolbring
5	**Inhalt**	In this lecture, students will get to know and discuss how economic, social, organizational and political processes shape inequality in modern societies. We will analyze how economic institutions, market forces and welfare states impact career opportunities and life chances of individuals. Students will be introduced to relevant theoretical concepts, research designs and empirical findings. In dieser Vorlesung lernen die Studierenden, wie ökonomische, soziale, organisationale und politische Prozesse Ungleichheit in modernen Gesellschaften prägen, und diskutieren diese Zusammenhänge. Wir analysieren, wie wirtschaftliche Institutionen, Marktkräfte und Wohlfahrtsstaaten die Karrierechancen und Lebensverläufe von Individuen beeinflussen. Die Studierenden werden in relevante theoretische Konzepte, Forschungsdesigns und empirische Befunde eingeführt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Students** • acquire basic sociological subject-matter competence in the areas of social structure, the economy, and inequality • gain knowledge about the organization and structure of modern societies • analyze current problems in these areas using social-science theories • train and deepen their ability to read, understand, and critically evaluate current academic research • develop and discuss practice-oriented applications Die Studierenden • erwerben grundlegende soziologische Fachkompetenz für den Bereich Gesellschaftsstruktur, Wirtschaft und Ungleichheit • erlangen Kenntnisse über Aufbau und Struktur von modernen Gesellschaften. • analysieren aktuelle Probleme in diesen Bereichen unter Einsatz sozialwissenschaftlicher Theorien. • trainieren und vertiefen die Fähigkeit, aktuelle wissenschaftliche Arbeiten zu rezipieren und zu kritisieren. • erarbeiten und diskutieren praxisorientierte Anwendungen.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlmodul aus dem Angebot des Fachbereichs WiSo Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Grusky, David (Hg.): Social Stratification. Class, Race, and Gender in Sociological Perspective. 4. Aufl. Boulder 2014: Westview Press.

1	**Modulbezeichnung** 85786	**Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit** Energy markets and sustainability	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karl Gregor Zöttl
5	**Inhalt**	In dieser Veranstaltung wird ein grundlegender Überblick über die wichtigsten ökonomischen Aspekte von Energiemärkten vermittelt und deren Rolle bei einer nachhaltigen Transformation im Zusammenhang mit dem Klimawandel detailliert beleuchtet. Aufgrund der geplanten Elektrifizierung im Verkehrsbereich (z.B. E-Autos und Wasserstoff) und im Wärmebereich (z.B. Wärmepumpen) kommt dem Stromsektor hierbei eine zentrale Rolle zu. Ein Schwerpunkt liegt auf der Vermittlung der Funktionsweise und der quantitativen Analyse von Strommärkten. Die sich hierbei stellenden Herausforderungen werden diskutieret und auch quantitiativ analysiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erhalten einen Überblick über die Besonderheiten von Energiemärkten und deren Rolle einer Transformation im Zusammenhang mit dem Klimawandel • lernen insbesondere die Märkte für elektrische Energieversorgung im Detail kennen und können selbstständig grundlegende quantitative Analysen durchführen • können die aktuellen Herausforderungen bei der Transformation der Energiemärkte nennen und erläutern. • erhalten einen Überblick über aktuell diskutierte Lösungsansätze und können diese bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Mikroökonomie; Erfolgreicher Abschluss der Assessmentphase
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlmodul aus dem Angebot des Fachbereichs WiSo Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (100%). Die Studierenden könnendie Note einer bestandenen Klausur durch eine schriftliche Fallstudieverbessern, die dann **20% der Note** ausmacht.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Energiewirtschaft 2020, Andreas Löschel, Wolfgang Ströbele, Wolfgang Pfaffenberger, Michael Heuterkes, Oldenbourg CSR und Energiewirtschaft 2019, Alexandra Hildebrandt, Werner Landhäußer Fundamentals of Power System Economics 2018, Daniel Kirschen und Goran Strbac, Wiley Praxisbuch Energiewirtschaft 2017, Panos Konstantin

1	**Modulbezeichnung** 86942	**Technological Impact Entrepreneurship for Sustainable Development** Technological Impact Entrepreneurship for Development	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Technological Impact Entrepreneurship for Sustainable Development (SoSe 2026) Block seminar, on-site and online attendance (mandatory): **Kick-off** 24. and 25.04.26 • 24.04.2026 General kick-off, including Professors (08:00 - 17:00h) • 25.04.2026 Kick-off for teamwork under supervision of teaching assistants (09:00 - 17:00h) **Interim presentation** (online): 20.05.2026 09:00h – 13:00h **Final presentation:** 17.06.2026 09:00h – 13:00h	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Markus Beckmann Klemens Hering	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann
5	**Inhalt**	This seminar brings together students from the fields of Energy Systems/Power Electronics, Development Economics and Management. At this intersection, students work on a technical innovation for power supply and usage in regions with acute energy poverty, develop a business model for marketing the innovation, investigate its developmental economic impact, and assess possible strategies for evaluating its impact. In a multidisciplinary effort and under supervision of the three involved faculties, the teams will form a fictional start-up to design and market a product or service while measuring its economic, social, and ecological impact. Possible solutions include energy generation and transmission, electricity storage and remote maintenance. However, students are encouraged to come up with their own innovations. The aim is to find a marketable solution that can be sold to firms in rural areas, enabling them to apply the technology to their specific (infra)structural context, either in Europe or abroad. During the seminar kick-off, students will deepen their existing disciplinary knowledge to later work effectively in the multidisciplinary teams (each team has at least one member from each of the three faculties). The kick-off introduces the relevant theory to enable the students to enter more deeply through self-study. In the first four weeks of the course, the teams are supported by the respective chairs in demand-oriented online work-sessions, receiving feedback on their progress and answers to their questions within and between the academic disciplines. In an interim presentation, the participants can then present their progress and give and receive feedback on theory application and

		practical relevance of the developed solutions. The second half of the seminar allows to incorporate feedback and further develop the product/ service. The course ends with a final presentation (50% of the final grade), in which the proposed solution will be presented by the students and discussed with the professors. Two weeks after the final presentation, each team submits a project documentation (50% of the final grade), describing theory and application of their solution.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • Acquire and deepen knowledge of the three areas of electrical engineering (specifically power electronics in the field of renewable energy), development economics and (impact) entrepreneurship. • Get a deep dive into their own field of study but a good overview of the other two segments and understand the dependencies. • Address issues regarding the definition and measurement of economic, social and environmental impact and how these can be integrated into the corporate mission. • Learn through multidisciplinary collaboration the interdependence of decision criteria (product ↔ production ↔ energy demand and generation ↔ market entry planning ↔ business plan ↔ sustainability) • Can independently create a practice concept for an impact enterprise in cooperation with a wide variety of fields. • Can understand, describe, and compare impact entrepreneurship as an entrepreneurial problem-solving approach for social challenges. • Consider local contexts within which innovations generate impact. • Acquire argumentation competence and critical reflection in their own subject discipline and can understand socially relevant issues by combining different logics and explain them within working groups. • Develop interdisciplinary feedback competences. • Can give presentations relevant to practice. • Can process complex questions analytically and make pragmatic decisions. • ...
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge in **one** of the following fields: power electronics, development economics, management
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;2;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlmodul aus dem Angebot des Fachbereichs WiSo Master of Science Chemical Engineering - Nachhaltige Chemische Technologien 20232

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Projekt-/Praktikumsbericht Course requirements (Studienleistung): Mandatory presence at the kick-off days, interim presentation and final presentation.
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (50%) Projekt-/Praktikumsbericht (50%) Final presentation (50% of grade) and Documentation (50% of grade)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Additional materials will be provided via StudOn and in the course