



Modulhandbuch

Master of Science (M.Sc.)

Chemical and Bioprocess Engineering Duale Variante

Kohorte: Wintersemester 2025

Stand: 17. Februar 2026

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Inhaltsverzeichnis | 2 |
| Studiengangsbeschreibung | 3 |
| Fachmodule der Kernqualifikation | 5 |
| Modul M1759: Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master | 5 |
| Modul M1756: Praxismodul 1 im dualen Master | 7 |
| Modul M2070: Responsible Management: Entrepreneurship, Ethics, Sustainability | 9 |
| Modul M0537: Applied Thermodynamics: Thermodynamic Properties for Industrial Applications | 11 |
| Modul M1038: Particle Technology for International Master Programs | 13 |
| Modul M1970: Process Modelling and Control | 15 |
| Modul M2175: Transport Processes | 17 |
| Modul M2142: Biocatalytical and Biotechnological Processes | 20 |
| Modul M1757: Praxismodul 2 im dualen Master | 22 |
| Modul M0895: Advanced Chemical Reaction Engineering | 24 |
| Modul M1758: Praxismodul 3 im dualen Master | 28 |
| Fachmodule der Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen | 30 |
| Modul M0523: Betrieb & Management | 30 |
| Modul M0895: Advanced Chemical Reaction Engineering | 31 |
| Modul M0898: Heterogeneous Catalysis | 35 |
| Modul M0617: Hochdruckverfahrenstechnik | 37 |
| Modul M2002: Waste and Resource Management | 41 |
| Modul M1033: Sondergebiete der Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik | 43 |
| Modul M1709: Applied Optimization in Energy and Process Engineering | 45 |
| Modul M1954: Process Simulation and Process Safety | 47 |
| Modul M1308: Modellierung und technische Auslegung von Bi Raffinerieprozessen | 50 |
| Modul M0896: Bioprocess and Biosystems Engineering | 53 |
| Modul M0952: Industrielle Bioprozesstechnik | 57 |
| Modul M2029: Process Imaging | 59 |
| Modul M2028: Computational Fluid Dynamics in Process Engineering | 61 |
| Modul M1777: Introduction to model-based industrial process development for biopharmaceuticals | 64 |
| Modul M2094: Solid Process Engineering and Air Pollution Abatement in Chemical Industry | 66 |
| Modul M2006: Waste Treatment and Recycling | 67 |
| Modul M1354: Advanced Fuels | 69 |
| Modul M0537: Applied Thermodynamics: Thermodynamic Properties for Industrial Applications | 72 |
| Modul M0900: Examples in Solid Process Engineering | 74 |
| Modul M2142: Biocatalytical and Biotechnological Processes | 76 |
| Modul M2003: Biological Waste Treatment | 78 |
| Modul M1796: Magnetic resonance in engineering | 80 |
| Modul M1970: Process Modelling and Control | 82 |
| Modul M1778: Special Topics on Fluid Mechanics | 84 |
| Modul M0545: Separation Technologies for Life Sciences | 87 |
| Modul M0636: Cell and Tissue Engineering | 90 |
| Modul M2004: Sustainable Circular Economy | 92 |
| Modul M2048: Technischer Ergänzungskurs für Chemie- und Bioingenieurwesen (laut FSPO) | 94 |
| Modul M1017: Lebensmittelverfahrenstechnik | 95 |
| Modul M1955: Process Intensification in Process Engineering | 97 |
| Modul M2084: Scaling of bioprocesses | 99 |
| Modul M2050: Cellular and Molecular Biotechnology | 101 |
| Modul M0973: Biocatalysis | 103 |
| Modul M1038: Particle Technology for International Master Programs | 105 |
| Modul M0951: Bioprocess Engineering Advanced Practical Course | 107 |
| Modul M2171: Sustainable Process Design Project | 109 |
| Modul M2170: SMART Reactors | 111 |
| Modul M2175: Transport Processes | 113 |
| Modul M2049: Forschungsprojekt Chemie- und Bioingenieurwesen | 116 |
| Ergänzungsmodule | 117 |
| Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen | 117 |
| Modul M1737: Power-to-X Verfahren | 119 |
| Modul M0802: Membrane Technology | 121 |
| Modul M0801: Wasserressourcen und -versorgung | 123 |
| Modul M0822: Modellierung von Prozessen in der Wassertechnologie | 126 |
| Modul M1736: Industrial Homogeneous Catalysis | 128 |
| Modul M2033: Subsurface Processes | 130 |
| Modul M1614: Optics for Engineers | 132 |
| Thesis | 134 |
| Modul M1801: Masterarbeit im dualen Studium | 134 |

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Chemische Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik beschäftigen sich mit der Entwicklung und der Durchführung von Verfahren, bei denen Stoffe in ihrer Art, Eigenschaft und Zusammensetzung verändert werden. Die Vielfalt solcher Stoffänderungsverfahren ist enorm. Sie reicht von der Herstellung von Treibstoffen, Düngemitteln, anorganischen und organischen Chemikalien über Materialien und Pharmazeutika bis hin zu Lebensmitteln. Neben wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Aspekten spielen bei der Verfahrensentwicklung und Durchführung auch rechtliche Aspekte, Umweltschutz und Nachhaltigkeit eine entscheidende Rolle.

Chemische Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik sind ingenieurwissenschaftliche Disziplinen die auf physikalischen, chemischen und mathematischen Grundlagen aufbauen. Darüber hinaus beschäftigt sich die Bioverfahrenstechnik mit der Nutzung von biologischen Systemen wie Enzymen, Zellen und ganzen Organismen in technischen Anwendungen.

Der Internationale Masterstudiengang „Chemical and Bioprocess Engineering“ mit Abschluss „Master of Science“ an der TUHH bereitet seine Absolvent*innen auf anspruchsvolle ingenieurwissenschaftliche Tätigkeiten in der verfahrenstechnischen und biotechnologischen Industrie und auf selbstständiges Arbeiten in der Forschung vor. Die inhaltlichen Schwerpunkte des Masterstudiengangs bauen im Sinne eines konsekutiven Gesamtstudiengangs auf den Kernfächern entsprechender Bachelorstudiengänge auf (z.B. Verfahrenstechnik, Bioverfahrenstechnik, Energie- und Umwelttechnik). Ob das Bachelorstudium dabei an der TUHH oder an einer anderen international anerkannten Universität im In- oder Ausland absolviert wurde spielt keine Rolle. Der Masterstudiengang ist gekennzeichnet durch eine wissenschaftliche Ausrichtung, inhaltliche Schwerpunktbildung und die Vermittlung von effektiven, strukturierten, interdisziplinären Arbeitsmethoden. Die inhaltlichen Schwerpunkte sind eng verknüpft mit den Forschungsthemen der Institute des Studiendekanats Verfahrenstechnik und spiegeln die Einheit von Forschung und Lehre wider. Dies gewährleistet stets aktuelle Vorlesungsinhalte und Möglichkeiten zur Mitarbeit in der Forschung an der TUHH (z.B. im Rahmen von Abschlussarbeiten, Seminarbeiträgen und Projektarbeiten).

Ergänzend zu dem fachlichen Grundlagenkanon an der TUHH sind Seminare zur Personalen Kompetenzentwicklung im Rahmen des Theorie-Praxis-Transfers in das duale Studium integriert, die den modernen Berufsanforderungen an eine*n Ingenieur*in gerecht werden und die Verknüpfung der beiden Lernorte unterstützt.

Die praxisintegrierenden dualen Intensivstudiengänge der TUHH bestehen aus einem wissenschaftsorientierten und einem praxisorientierten Teil, welche an zwei Lernorten durchgeführt werden. Der wissenschaftsorientierte Teil umfasst das Studium an der TUHH. Der praxisorientierte Teil ist mit dem Studium inhaltlich und zeitlich abgestimmt und findet jeweils in der vorlesungsfreien Zeit in einem Kooperationsunternehmen in Form von Praxismodulen und -phasen statt.

Berufliche Perspektiven

Ziel des Masterstudiengangs Chemical and Bioprocess Engineering ist es, Bachelor-Ingenieurinnen und -ingenieuren mit den Schwerpunkten Verfahrenstechnik oder Industrielle Biotechnologie die Kenntnisse und Fähigkeiten zu vermitteln, die sie auf eine wissenschaftliche Weiterqualifizierung (Promotion) oder eine anschließende Berufstätigkeit in verschiedenen Branchen der Chemieindustrie und/oder Biotechnologie und des Anlagenbaus vorbereiten. Der künftige Tätigkeitsbereich der Absolventinnen und Absolventen kann sich von der Forschung und Entwicklung über Planung, Projektierung und Betrieb verfahrenstechnischer bzw. bioverfahrenstechnischer Anlagen erstrecken.

Ein erfolgreicher Abschluss des Masterstudienganges Chemical and Bioprocess Engineering ermöglicht den Absolvent*innen führende Positionen im ingenieurwissenschaftlichen Arbeitsmarkt. Prinzipiell steht den Absolvent*innen eine Vielzahl von Tätigkeitsfeldern offen.

In der Industrie :

- Entwicklung und Verbesserung von chemischen, biotechnischen oder umwelttechnischen Verfahren
- Projektierung, Anlagenbau und Betrieb entsprechender Anlagen

Erarbeitung von Grundlagen und Entwicklung neuer Apparate und Prozesse:

- Management in Produktionsbetrieben
- Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik
- Dokumentation und Patentbearbeitung
- Marketing und Vertrieb

Im öffentlichen Dienst:

- Forschung und Lehre an wissenschaftlichen Hochschulen oder Instituten
- Technische Administration und Überwachung
- Mitarbeit in Bundes- und Landesämtern, z. B. Patentamt, Gewerbeaufsichtsamt, Materialprüfungsamt, Umweltbundesamt

Freiberufliche Perspektiven:

- Ingenieurbüros
- Patentanwaltskanzleien
- Gutachter*innen, Industrieberater*innen
- Eigene Firmengründung

Zudem verfügen die Absolvent:innen der dualen Studienvariante über anwendungsorientierte Personale Kompetenzen und umfangreiche Praxiserfahrungen, so dass sie sofort als eigenverantwortlich arbeitende Ingenieur:innen (M.Sc.) einsetzbar sind.

Lernziele

Der Internationale Masterstudiengang „Chemical and Bioprocess Engineering“ vermittelt den Absolvent*innen vertiefte theoretische und praktische Fachkenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen um als Verfahreningenieur*in in Industrie und Forschung erfolgreich zu sein. Durch die Kombination von Studieninhalten aus der klassischen Verfahrenstechnik, der Bioverfahrenstechnik sowie vertiefenden Grundlagen (z. B. numerische Methoden, angewandte Statistik, angewandte Thermodynamik) erlangen die Absolvent*innen eine ausgewogene Ausbildung in beiden Bereichen und eine ausgezeichnete Berufsperspektive. Sie sind befähigt, selbstständig zu arbeiten und sie sind in der Lage, die für die Lösung technischer Fragestellungen benötigten Methoden und Verfahren sowie neue Erkenntnisse anzuwenden, kritisch zu hinterfragen und weiterzuentwickeln.

Wissen

- Die Absolvent*innen können vertiefte mathematisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse wiedergeben und diese mit einem breiten theoretischen und methodischen Fundament untermauern.
- Die Absolvent*innen können die Prinzipien, Methoden und Anwendungsgebiete der Vertiefungsrichtungen der Verfahrens- und Bioverfahrenstechnik sowie des Chemieingenieurwesens im Detail erklären.
- Die Absolvent*innen können die Grundlagen im Bereich Betrieb und Management und angrenzenden Fächern wie Patentwesen benennen und in Beziehung zu ihrem Fach setzen.
- Die Absolvent*innen können die Elemente wissenschaftlicher Arbeit und Forschung anführen und können einen Überblick über deren Anwendung

Modulhandbuch M.Sc. "Chemical and Bioprocess Engineering"

im Bereich der Verfahrens- und Bioverfahrenstechnik sowie des Chemieingenieurwesens geben.

Fertigkeiten

- Die Absolvent*innen beherrschen das theoriegeleitete Anwenden sehr anspruchsvoller theoretischer und experimenteller Methoden und Verfahren ihrer Vertiefungsrichtung. Sie können komplexere Probleme geeignet zergliedern auch wenn diese unsicher definiert sind, Lösungsverfahren für die Teilprobleme anwenden und daraus eine Gesamtlösung erstellen.
- Die Absolvent*innen können für verfahrenstechnische Problemstellungen aus der Praxis unterschiedliche Lösungsansätze vorschlagen, bewerten, diskutieren und unter Beachtung außerfachlicher Randbedingungen (z. B. gesellschaftliche, ökologische und ökonomische) verantwortungsbewusst beurteilen.
- Die Absolvent*innen können Daten und Informationen problembezogen aufarbeiten, kritisch bewerten und Schlüsse ziehen. Sie können außerdem interdisziplinäre Zusammenhänge einer verfahrenstechnischen Problemstellung erkennen, analysieren und in ihrer Bedeutung bewerten bzw. ihr Fachgebiet in einen interdisziplinären Zusammenhang bringen.
- Die Absolvent*innen können zukünftige Technologien und wissenschaftliche Entwicklungen untersuchen bzw. einschätzen und sind befähigt, nach den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis eigenständig forschend tätig zu werden (Befähigung zur Promotion).

Sozialkompetenz

- Die Absolvent*innen sind in der Lage, Vorgehensweise und Ergebnisse ihrer Arbeit schriftlich und mündlich auf Deutsch und Englisch verständlich darzustellen.
- Die Absolvent*innen können über fortgeschrittene Inhalte und Probleme der Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik mit Fachleuten und Laien auf Deutsch und Englisch kommunizieren. Sie können auf Nachfragen, Ergänzungen und Kommentare geeignet reagieren.
- Die Absolvent*innen sind in der Lage in Gruppen zu arbeiten. Sie können Teilaufgaben definieren, verteilen und integrieren. Sie können zeitliche Vereinbarungen treffen und sozial interagieren. Sie haben die Fähigkeit und Bereitschaft Führungsverantwortung zu übernehmen.
- Die Absolvent*innen sind in der Lage, auch interdisziplinäre Teams im Rahmen komplexer Aufgaben- und Problemstellungen verantwortlich zu leiten.
- Die Absolvent*innen führen bereichsspezifische und -übergreifende Diskussionen mit Fachexpert*innen, Stakeholdern sowie Mitarbeitenden und vertreten dabei ihre Vorgehensweisen, Standpunkte und Arbeitsergebnisse.

Selbstständigkeit

- Die Absolvent*innen sind in der Lage, notwendige Informationen zu beschaffen und in den Kontext ihres Wissens zu setzen.
- Die Absolvent*innen können ihre vorhandenen Kompetenzen realistisch einschätzen, Defizite selbstständig kompensieren und sinnvolle Erweiterungen vornehmen.
- Die Absolvent*innen können selbstorganisiert und -motiviert Forschungsgebiete erarbeiten und neue Problemstellungen finden bzw. definieren (lebenslanges Lernen und Forschen).
- Die Absolvent*innen definieren, reflektieren und bewerten Ziele und Maßnahmen für komplexe anwendungsorientierte Projekte und Veränderungsprozesse
- Die Absolvent*innen gestalten ihren beruflichen Zuständigkeitsbereich eigenständig und nachhaltig.
- Die Absolvent*innen übernehmen Verantwortung für ihr Handeln und für ihre Arbeitsergebnisse.

Der kontinuierliche Wechsel der Lernorte im dualen Studium ermöglicht es, dass Theorie und Praxis zueinander in Beziehung gesetzt werden können. Die individuellen berufspraktischen Erfahrungen werden von den Studierenden theoretisch reflektiert und in neue Formen der Praxis überführt, wie auch die praktische Erprobung theoretischer Elemente als Anregung für die theoretische Auseinandersetzung genutzt wird.

Studiengangstruktur

Das Curriculum des Masterstudiengangs Chemical and Bioprocess Engineering ist wie folgt gegliedert:

- Kernqualifikation: 17 Pflichtmodule, 102 LP, 1. - 3. Semester inkl. der Praxisphasen im dualen Studium (30 LP)
- Vertiefung: drei Module im Umfang von 18 LP, 2. und 3. Semester
- Masterarbeit: 30 LP, 4. Semester

Damit ergibt sich ein Gesamtaufwand von 150 LP.

Die Wahl einer Vertiefung ist obligatorisch. Es werden folgende Vertiefungen angeboten:

- Allgemeine Verfahrenstechnik
- Bioverfahrenstechnik
- Chemische Verfahrenstechnik

Innerhalb ihrer Vertiefung wählen die Studierenden drei Module im Umfang von insgesamt 18 LP aus. Da das dritte Semester laut Studienplan nur für die Belegung von Fächern im Wahlpflichtbereich vorgesehen ist, kann das dritte Semester als Mobilitätsfenster genutzt werden.

Das Strukturmodell der dualen Studienvariante folgt einem moduldifferenzierenden Ansatz. Aufgrund des praxisorientierten Teils weist das Curriculum der dualen Studienvariante Unterschiede im Vergleich zum regulären Bachelorstudium auf. Die fünf Praxismodule sind in entsprechenden Praxisphasen in der vorlesungsfreien Zeit verortet und finden im Kooperationsunternehmen der dual Studierenden statt.

Fachmodule der Kernqualifikation

| Modul M1759: Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master | |
|--|--|
| Modulverantwortlicher | Dr. Henning Haschke |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine |
| Empfohlene Vorkenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> • Modul „Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Bachelor“ • Praxismodule aus dem dualen Bachelor der TUHH |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> Die Studierenden ...</p> <p>... können ausgewählte klassische und aktuelle Theorien, Konzepte und Methoden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • des Projektmanagements und • des Veränderungs- und Transformationsmanagements <p>... beschreiben, einordnen sowie auf konkrete Situationen, Prozesse und Vorhaben in Ihrem persönlichen beruflichen Kontext anwenden.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... antizipieren typische Schwierigkeiten, positive und negative Auswirkungen sowie Erfolgs- und Misserfolgskriterien im Ingenieurbereich, beurteilen diese und wägen aussichtsreiche Strategien und Handlungsoptionen gegeneinander ab. • ... entwickeln spezialisierte fachliche und konzeptionelle Fertigkeiten zur Lösung komplexer Aufgaben- und Problemstellungen im beruflichen Tätigkeitsfeld/Arbeitsbereich. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... sind in der Lage, auch interdisziplinäre Teams im Rahmen komplexer Aufgaben- und Problemstellungen verantwortlich zu leiten. • ... führen bereichsspezifische und -übergreifende Diskussionen mit Fachexpertinnen und Fachexperten, Stakeholdern sowie Mitarbeiter*innen und vertreten dabei ihre Vorgehensweisen, Standpunkte und Arbeitsergebnisse. <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... definieren, reflektieren und bewerten Ziele und Maßnahmen für komplexe anwendungsorientierte Projekte und Veränderungsprozesse. • ... gestalten ihren beruflichen Zuständigkeitsbereich eigenständig und nachhaltig. • ... übernehmen Verantwortung für ihr Handeln und für ihre Arbeitsergebnisse. |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| Leistungspunkte | 6 |
| Studienleistung | Keine |
| Prüfung | Schriftliche Ausarbeitung |
| Prüfungsdauer und -umfang | Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine fortlaufende Dokumentation und Reflexion der Lernerfahrungen und der Kompetenzentwicklung im Bereich der Personalen Kompetenz. |

| Lehrveranstaltung L2890: Projektmanagement im Ingenieurbereich verantwortungsvoll gestalten (duale Studienvariante) | |
|--|--|
| Typ | Seminar |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Dr. Henning Haschke, Heiko Sieben |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | WiSe/SoSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Theorien und Methoden des Projektmanagements • Innovationsmanagement • Agiles Projektmanagement • Grundlagen agiler und klassischer Methoden • Hybrider Einsatz klassischer und agiler Methoden • Rollen, Perspektiven und Stakeholder im Projektverlauf • Initiierung und Koordination von komplexen Projekten im Ingenieurbereich • Grundlagen Moderation, Teamsteuerung, Teamführung, Konfliktmanagement • Kommunikationsstrukturen: betriebsintern, unternehmensübergreifend • Öffentliche Informationspolitik • Förderung von Commitment und Empowerment • Erfahrungsaustausch mit Fach- und Führungskräften aus dem Ingenieurbereich • Dokumentation und Reflexion von Lernerfahrungen |
| Literatur | Seminarapparat |

| Lehrveranstaltung L2891: Veränderungs- und Transformationsmanagement im Ingenieurbereich verantwortungsvoll gestalten (duale Studienvariante) | |
|--|--|
| Typ | Seminar |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Dr. Henning Haschke, Heiko Sieben |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | WiSe/SoSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Grundkonzepte, Chancen und Grenzen organisationalen Wandels • Modelle und Methoden der Organisationsgestaltung und -entwicklung • Strategische Ausrichtung und Veränderung und deren kurz-, mittel- und langfristigen Konsequenzen für Individuum, Organisation und Gesellschaft • Rollen, Perspektiven und Stakeholder in Veränderungsprozessen • Initiierung und Koordinierung von Veränderungsmaßnahmen im Ingenieurbereich • Phasen-Modelle des organisationalen Wandels (Lewin, Kotter etc.) • Veränderungsgerechte Informationspolitik und Umgang mit Widerständen und Unsicherheit • Förderung von Commitment und Empowerment • Erfolgreicher Umgang mit Change und Transformation: persönlich, als Mitarbeiterin bzw. Mitarbeiter, als Führungskraft (persönlich, professional, organisational) • Unternehmen und Globe (systemisch) • Erfahrungsaustausch mit Fach- und Führungskräften aus dem Ingenieurbereich • Dokumentation und Reflexion von Lernerfahrungen |
| Literatur | Seminarapparat |

| Modul M1756: Praxismodul 1 im dualen Master | | | |
|---|--|------------|------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS |
| Praxisphase 1 im dualen Master (L2887) | | | 0 |
| Modulverantwortlicher | Dr. Henning Haschke | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> Erfolgreicher Abschluss eines dualen Bachelors der TU Hamburg bzw. vergleichbare berufspraktische Erfahrungen und Kompetenzen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung LV D "Projektmanagement im Ingenieurbereich verantwortungsvoll gestalten" aus dem Modul "Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master" | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... verbinden ihre Kenntnisse von Fakten, Grundsätzen, Theorien und Methoden der bisherigen Studieninhalte mit dem erworbenen Praxiswissen, insbesondere ihrem Wissen um berufspraktische Verfahrens- und Vorgehensmöglichkeiten, im aktuellen Tätigkeitsfeld im Ingenieurbereich. ... verfügen über ein kritisches Verständnis über die praktischen Anwendungsmöglichkeiten ihres ingenieurwissenschaftlichen Faches. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... wenden fachtheoretisches Wissen auf komplexe, bereichsübergreifende Problemstellungen des Betriebes an und beurteilen die dazugehörigen Arbeitsprozesse und -ergebnisse unter Einbeziehung von Handlungsoptionen. ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um. ... erarbeiten Lösungen sowie Verfahrens- und Vorgehensweisen in ihrem Tätigkeitsfeld und Zuständigkeitsbereich. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... arbeiten verantwortlich in Projektteams ihres Arbeitsbereichs und gehen vorausschauend mit Problemen in der Arbeitsgruppe um. ... vertreten komplexe ingenieurwissenschaftliche Standpunkte, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsansätze im Gespräch mit internen und externen betrieblichen Stakeholdern argumentativ. <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... definieren Ziele für die eigenen Lern- und Arbeitsprozesse als Ingenieur*in. ... reflektieren Lern- und Arbeitsprozesse in ihrem Zuständigkeitsbereich. ... reflektieren die Bedeutung von Fachmodulen, Vertiefungsrichtungen und Spezialisierung für die Arbeit als Ingenieur*in sowie die Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen und der damit einhergehenden Herausforderungen eines positiven Theorie-Praxis-Transfers. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0 | | |
| Leistungspunkte | 10 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Schriftliche Ausarbeitung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine Dokumentation und Reflexion der individuellen Lernerfahrungen und Kompetenzentwicklungen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung und der Berufspraxis. Zusätzlich erbringt das Kooperationsunternehmen gegenüber der Koordinierungsstelle dual@TUHH den Nachweis, dass die bzw. der dual Studierende die Praxisphase absolviert hat. | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Computational Methods and Machine Learning in Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Electrical Engineering and Information Technology: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Pflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| |
|---|
| Mediziningenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht |
| Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Pflicht |
| Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht |
| Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht |
| Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht |
| Schiffbau und Meerestechnik - Kopie: Kernqualifikation: Pflicht |
| Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht |
| Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht |
| Wasser- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L2887: Praxisphase 1 im dualen Master | |
|---|---|
| Typ | |
| SWS | 0 |
| LP | 10 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0 |
| Dozenten | Dr. Henning Haschke |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | WiSe/SoSe |
| Inhalt | <p>Onboarding Betrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zuweisung berufliches Tätigkeitsfeld als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) und dazugehöriger Arbeitsbereiche • Festlegung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) • Eigenverantwortliches Arbeiten im Team und ausgewählten Projekten - bereichs- und ggf. unternehmensübergreifend • Ablaufplanung des aktuellen Praxismoduls mit klarer Zuordnung zu den Arbeitsstrukturen • Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester <p>Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensspezifika: Verantwortung als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) im eigenen Arbeitsbereich, Koordination von Team- und Projektarbeit, Umgang mit komplexen Zusammenhängen und ungelösten Problemstellungen, Entwicklung und Realisierung von Innovationen • Fachliche Spezialisierung (korrespondierend mit dem gewählten Studiengang (M.Sc.) im Tätigkeitsfeld • Systemische Fertigkeiten • Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes <p>Lerntransfer/-reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlegen E-Portfolio • Bedeutung der Studieninhalte (M.Sc.) für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Bedeutung von Entwicklung und Innovation für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • Studierendenhandbuch • Betriebliche Dokumente • Hochschulseitige Handlungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |

| Modul M2070: Responsible Management: Entrepreneurship, Ethics, Sustainability | | | |
|--|--|------------|------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS |
| Entrepreneurship in der Verfahrenstechnik (L3403) | | Vorlesung | 2 |
| Ethik in der Verfahrenstechnik (L3401) | | Vorlesung | 2 |
| Nachhaltigkeit in der Verfahrenstechnik (L3402) | | Vorlesung | 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Kerstin Kuchta | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i> Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i> | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | X | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3403: Entrepreneurship in Process Engineering | |
|--|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Christian Lüthje |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | How can scientific discoveries become impactful innovations? This course focuses on the early stages of the entrepreneurial journey, helping students in bio-chemical and process engineering to understand the development of problem-driven solutions that have real-world impact—whether by driving innovation within existing companies or creating their own ventures. Students will learn how to identify meaningful problems, validate them through research and industry insights, generate innovative ideas, and test their feasibility (problem-solution fit). The course also introduces market analysis, competition assessment to determine the potential of an idea before deeper business model development. All insights and methods will be applied in a group project, where students tackle a real-world challenge—either suggested by external partners (such as TUHH research institutes, startups, or SMEs) or developed independently based on their own interests. Through hands-on workshops, case studies, and expert-led discussions, students will move from problem discovery to validated solution concepts. The course includes an excursion to a sustainability-focused startup in bio- or chemical process engineering, offering students first-hand insights into real-world entrepreneurial challenges and innovations. |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L3401: Ethics in Process Engineering | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Maximilian Kiener |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | This lecture provides an introduction to ethics with a special focus on the challenges within process engineering. Key topics include the ethics of risk and decision-making, theories of justice and democracy, AI ethics, the future of work, and the concept of responsibility. The course aims to equip students with a critical understanding of ethical frameworks and their application in engineering practice. |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L3402: Sustainability in Process Engineering | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Kerstin Kuchta |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Today, sustainability performance has a relevant impact on a company's economic success and reputation. This course therefore offers a sound introduction to environmental and sustainability management and the fundamental aspects of sustainability strategies, public welfare and the carbon footprint of processes and products. The aim is to develop a global understanding of the most important challenges of sustainable development. Relevant topics such as climate change, population growth, biodiversity, air and water quality and the concept of planetary boundaries are presented. An overview of the framework of environmental law and relevant standards is given. This includes the following aspects: Definition(s) of sustainability, energy and material efficiency and circular economy /Sustainable Development Goals of the UN- Product life cycle, product life cycle management / Basics of carbon footprint (CO₂, water, area, etc.)/ Basics of life cycle assessment /Sustainable Manufacturing and Sustainable Services/ Circular Economy/ Remanufacturing / Reconfiguration / Update Factories. The methods of climate accounting are trained using concrete examples and case studies are presented by the students. After completing the course, students will be able to systematically analyse processes for risks and sustainability, carry out climate assessments and develop strategies to manage sustainability in the company in a targeted manner.</p> |
| Literatur | |

| Modul M0537: Applied Thermodynamics: Thermodynamic Properties for Industrial Applications | | | |
|---|--|--------------------------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Angewandte Thermodynamik: Thermodynamische Größen für industrielle Anwendungen (L0100) | | Vorlesung | 4 3 |
| Angewandte Thermodynamik: Thermodynamische Größen für industrielle Anwendungen (L0230) | | Gruppenübung | 2 3 |
| Modulverantwortlicher | Dr. Simon Müller | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Thermodynamics III | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> The students are capable to formulate thermodynamic problems and to specify possible solutions. Furthermore, they can describe the current state of research in thermodynamic property predictions.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> The students are capable to apply modern thermodynamic calculation methods to multi-component mixtures and relevant biological systems. They can calculate phase equilibria and partition coefficients by applying equations of state, gE models, and COSMO-RS methods. They can provide a comparison and a critical assessment of these methods with regard to their industrial relevance. The students are capable to use the software COSMOtherm and relevant property tools of ASPEN and to write short programs for the specific calculation of different thermodynamic properties. They can judge and evaluate the results from thermodynamic calculations/predictions for industrial processes.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students are capable to develop and discuss solutions in small groups; further they can translate these solutions into calculation algorithms.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students can rank the field of "Applied Thermodynamics" within the scientific and social context. They are capable to define research projects within the field of thermodynamic data calculation.</p> | | |
| | | | |
| | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
| | Ja Keiner | Schriftliche Ausarbeitung | |
| Prüfung | Mündliche Prüfung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 20 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0100: Applied Thermodynamics: Thermodynamic Properties for Industrial Applications | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 4 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 34, Präsenzstudium 56 |
| Dozenten | Prof. Ralf Dohrn |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Phase equilibria in multicomponent systems • Partitioning in biorelevant systems • Calculation of phase equilibria in colloidal systems: UNIFAC, COSMO-RS (exercises in computer pool) • Calculation of partitioning coefficients in biological membranes: COSMO-RS (exercises in computer pool) • Application of equations of state (vapour pressure, phase equilibria, etc.) (exercises in computer pool) • Intermolecular forces, interaction Potentials • Introduction in statistical thermodynamics |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L0230: Applied Thermodynamics: Thermodynamic Properties for Industrial Applications | |
|--|--|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Simon Müller |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | exercises in computer pool, see lecture description for more details |
| Literatur | - |

| Modul M1038: Particle Technology for International Master Programs | | | |
|--|--|--------------------------------|--|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Hörsaalübung Partikeltechnologie für Internationale Masterstudiengänge (L1928) | | Hörsaalübung | 1 1 |
| Partikeltechnologie für IMP (L1289) | | Vorlesung | 2 3 |
| Praktikum Partikeltechnologie für IMP (L1290) | | Laborpraktikum | 3 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Stefan Heinrich | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | none | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Students are able - to list and to describe processes and unit-operations of solids process engineering, - to describe the characterization of particles and explain particle distributions and their bulk properties. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | students are able to • choose and design apparatuses and processes for solids processing according to the desired solids properties of the product • assess solids with respect to their behavior in solids processing steps | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | students are able to analyze and orally discuss problems in a scientific way. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | students are able to analyze and solve problems regarding solid particles independently | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
| | Ja Keiner | Schriftliche Ausarbeitung | sechs Berichte (pro Versuch ein Bericht) à 5-10 Seiten |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 90 Minuten | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht | | |
| Lehrveranstaltung L1928: Exercise Particle Technology for International Master Program | | | |
| Typ | Hörsaalübung | | |
| SWS | 1 | | |
| LP | 1 | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 | | |
| Dozenten | Prof. Stefan Heinrich | | |
| Sprachen | EN | | |
| Zeitraum | WiSe | | |
| Inhalt | see corresponding lecture | | |
| Literatur | siehe korrespondierende Vorlesung | | |

| Lehrveranstaltung L1289: Particle Technology for IMP | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Stefan Heinrich |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Description of particles and particle distributions • Description of a separation process • Description of a particle mixture • Particle size reduction • Agglomeration, particle size enlargement • Storage and flow of bulk solids • Basics of fluid/particle flows • classifying processes • Separation of particles from fluids • Basic fluid mechanics of fluidized beds • Pneumatic and hydraulic transport |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • M. Rhodes: Introduction to Particle Technology, John Wiley & Sons, 1998 • M.E. Fayed & L. Otten: Handbook of Powder Science & Technology, 2nd Ed., Chapman & Hall, 1997 • M. Stieß: Mechanische Verfahrenstechnik 1, 2.Auflage, Springer-Verlag, 1995 (German) • M. Stieß: Mechanische Verfahrenstechnik 2, Springer-Verlag, 1994 (German) |

| Lehrveranstaltung L1290: Practicle Course Particle Technology for IMP | |
|---|---|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 3 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 18, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Stefan Heinrich |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Following experiments have to be carried out:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sieving • Bulk properties • Size reduction • Mixing • Gas cyclone • Blaine-test, filtration • Sedimentation |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • M. Rhodes: Introduction to Particle Technology, John Wiley & Sons, 1998 • M.E. Fayed & L. Otten: Handbook of Powder Science & Technology, 2nd Ed., Chapman & Hall, 1997 • M. Stieß: Mechanische Verfahrenstechnik 1, 2.Auflage, Springer-Verlag, 1995 (German) • M. Stieß: Mechanische Verfahrenstechnik 2, Springer-Verlag, 1994 (German) |

| Modul M1970: Process Modelling and Control | | | |
|--|---|--------------------------------|---------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS |
| Prozessmodellierung und Prozessführung (L3220) | | Vorlesung | 2 |
| Prozessmodellierung und Prozessführung (L3221) | | Gruppenübung | 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Mirko Skiborowski | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Engineering fundamentals Unit operations of mechanical and thermal process engineering as well as chemical reaction engineering Conceptual Process Design | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <i>Wissen</i> Students are able to - classify types of process models and model equations - explain numerical methods for simulation - explain the solution system for flow diagram simulation - classify control structures and present process control concepts for different apparatus and complex process engineering systems <i>Fertigkeiten</i> Students are able to - formulate and implement process control objectives - design and evaluate control strategies and structures - analyze model structure and model parameters from the simulation of processes Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> Students are enabled to develop solutions together in groups <i>Selbstständigkeit</i> Students are enabled to acquire knowledge on the basis of further literature | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
| | Nein 10 % | Midterm | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3220: Process modeling and control | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Mirko Skiborowski |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Process modeling: introduction, mathematical modeling, model building blocks, structured model development, analysis of model equations Process simulation: numeric, validation, flow sheet simulation, solution strategies Process control: process variables, control loops, model-based methods, plant-wide control |
| Literatur | C. Eck, et al., Mathematische Modellierung, Springer, 2017 W. Luyben, Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers, 1990 H. Schuler, Prozesssimulation, VCH, 1995 H. Schuler, Prozessführung, Oldenburg, 1999 |

| Lehrveranstaltung L3221: Process modeling and control | |
|--|------------------------------------|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Mirko Skiborowski |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M2175: Transport Processes | | | |
|---|--|--------------|--------------------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Mehrphasenströmungen (L0104) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Reaktorauslegung unter Berücksichtigung lokaler Transportprozesse (L0105) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |
| Wärme- und Stofftransport in der Verfahrenstechnik (L0103) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Michael Schlüter | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | All lectures from the undergraduate studies, especially mathematics, chemistry, thermodynamics, fluid mechanics, heat- and mass transfer. | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Students are able to: <ul style="list-style-type: none"> describe transport processes in single- and multiphase flows and they know the analogy between heat- and mass transfer as well as the limits of this analogy. explain the main transport laws and their application as well as the limits of application. describe how transport coefficients for heat- and mass transfer can be derived experimentally. compare different multiphase reactors like trickle bed reactors, pipe reactors, stirring tanks and bubble column reactors. are known. The Students are able to perform mass and energy balances for different kind of reactors. Further more the industrial application of multiphase reactors for heat- and mass transfer are known. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> optimize multiphase reactors by using mass- and energy balances, use transport processes for the design of technical processes, to choose a multiphase reactor for a specific application. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | The students are able to discuss in international teams in english and develop an approach under pressure of time. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Students are able to define independently tasks, to solve the problem "design of a multiphase reactor". The knowledge that s necessary is worked out by the students themselves on the basis of the existing knowledge from the lecture. The students are able to decide by themselves what kind of equation and model is applicable to their certain problem. They are able to organize their own team and to define priorities for different tasks. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung |
| | Ja | Keiner | Gruppendiskussion |
| | | | Beschreibung |
| | | | Gruppendiskussion |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 15 Minuten Vortrag + 90 Minuten Multiple Choice Klausur | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0104: Multiphase Flows | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Michael Schlüter |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Interfaces in MPF (boundary layers, surfactants) • Hydrodynamics & pressure drop in Film Flows • Hydrodynamics & pressure drop in Gas-Liquid Pipe Flows • Hydrodynamics & pressure drop in Bubbly Flows • Mass Transfer in Film Flows • Mass Transfer in Gas-Liquid Pipe Flows • Mass Transfer in Bubbly Flows • Reactive mass Transfer in Multiphase Flows • Film Flow: Application Trickle Bed Reactors • Pipe Flow: Application Tubular Reactors • Bubbly Flow: Application Bubble Column Reactors |
| Literatur | <p>Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.</p> <p>Clift, R.; Grace, J.R.; Weber, M.E.: Bubbles, Drops and Particles, Academic Press, New York, 1978.</p> <p>Fan, L.-S.; Tsuchiya, K.: Bubble Wake Dynamics in Liquids and Liquid-Solid Suspensions, Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering, Boston, USA, 1990.</p> <p>Hewitt, G.F.; Delhay, J.M.; Zuber, N. (Ed.): Multiphase Science and Technology. Hemisphere Publishing Corp, Vol. 1/1982 bis Vol. 6/1992.</p> <p>Kolev, N.I.: Multiphase flow dynamics. Springer, Vol. 1 and 2, 2002.</p> <p>Levy, S.: Two-Phase Flow in Complex Systems. Verlag John Wiley & Sons, Inc, 1999.</p> <p>Crowe, C.T.: Multiphase Flows with Droplets and Particles. CRC Press, Boca Raton, Fla, 1998.</p> |

| Lehrveranstaltung L0105: Reactor design under consideration of local transport processes | |
|--|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Michael Schlüter |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>In this Problem-Based Learning unit the students have to design a multiphase reactor for a fast chemical reaction concerning optimal hydrodynamic conditions of the multiphase flow.</p> <p>The four students in each team have to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • collect and discuss material properties and equations for design from the literature, • calculate the optimal hydrodynamic design, • check the plausibility of the results critically, • write an exposé with the results. <p>This exposé will be used as basis for the discussion within the oral group examen of each team.</p> |
| Literatur | <p>Bird, R.B.; Stewart, W.R.; Lightfoot, E.N.: Transport Phenomena, John Wiley & Sons Inc (2007), ISBN 978-0-470-11539-8.</p> <p>Brauer, H.; Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktion; Verlag Sauerländer, Aarau und Frankfurt am Main (1971), ISBN: 3794100085.</p> <p>Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen, Sauerländer, 1971,</p> <p>Clift, R.; Grace, J.R.; Weber, M.E.: Bubbles, Drops, and Particles, Verlag Academic Press, 1978, ISBN 012176950X, 9780121769505</p> <p>Deckwer, W.-D.: Reaktionstechnik in Blasensäulen, Salle Verlag und Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt am Main, Berlin, München, Salzburg (1985), DOI 10.1002/CITE.330590530</p> <p>Deckwer, W.-D.: Bubble Column Reactors. Wiley, New York (1992), DOI 10.1002/AIC.690380821.</p> <p>Fan, L.; Tsuchiya, K.: Bubble wake dynamics in liquids and liquid-solid suspension. Butterworth-Heinemann, (1990), DOI 10.1016/c2009-0-24002-5.</p> <p>Kraume, M., Transportvorgänge in der Verfahrenstechnik, Springer Berlin, 2020, ISBN 978-3-662-60392-5.</p> <p>Lienhard, J. H. (2019). A Heat Transfer Textbook, Dover Publications. ISBN:9780486837352, 0486837351.</p> |

| Lehrveranstaltung L0103: Heat & Mass Transfer in Process Engineering | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Michael Schlüter |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction - Transport Processes in Chemical Engineering • Molecular Heat- and Mass Transfer: Applications of Fourier's and Fick's Law • Convective Heat and Mass Transfer: Applications in Process Engineering • Unsteady State Transport Processes: Cooling & Drying • Transport at fluidic Interfaces: Two Film, Penetration, Surface Renewal • Transport Laws & Balance Equations with turbulence, sinks and sources • Experimental Determination of Transport Coefficients • Design and Scale Up of Reactors for Heat- and Mass Transfer • Reactive Mass Transfer • Processes with Phase Changes - Evaporization and Condensation • Radiative Heat Transfer - Fundamentals • Radiative Heat Transfer - Solar Energy |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. Baehr, Stephan: Heat and Mass Transfer, Wiley 2002. 2. Bird, Stewart, Lightfoot: Transport Phenomena, Springer, 2000. 3. John H. Lienhard: A Heat Transfer Textbook, Phlogiston Press, Cambridge Massachusetts, 2008. 4. Myers: Analytical Methods in Conduction Heat Transfer, McGraw-Hill, 1971. 5. Incropera, De Witt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Wiley, 2002. 6. Beek, Muttzall: Transport Phenomena, Wiley, 1983. 7. Crank: The Mathematics of Diffusion, Oxford, 1995. 8. Madhusudana: Thermal Contact Conductance, Springer, 1996. 9. Treybal: Mass-Transfer-Operation, McGraw-Hill, 1987. |

| Modul M2142: Biocatalytical and Biotechnological Processes | | | |
|--|--|------------|------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS |
| Biokatalytische und biotechnologische Prozesse (L3453) | | Vorlesung | 4 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Andreas Liese | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | none | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | After successfully finishing this module, students are able: - to give an overview of genetic processes in the cell - to explain the application of industrial relevant biocatalysts - to explain and prove genetic differences between pro- and eukaryotes - to take care of necessary preparation steps for bioprocesses: sterilisation, medium composition and optimization - to design and optimize fermentation processes considering different operational modes (Batch, Fed-Batch, Chemostat) - to explain different steps in upstream processing: process scale - up and scale-down (microfluidic scale to industrial scale) - to give an overview of typical unit operations in downstream processing including important bioprocess examples | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | After completing the module, students are able to: - describe the growth of whole cells using kinetic approaches, differentiate between the various basic reactor types in biotechnological processes, and set up and solve differential equations for the mathematical description of fermentation processes. - evaluate the application of scale-up criteria for various bioreactors and process types and apply these criteria to given bioprocess engineering problems (microbial and cell culture processes) | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Students are able: - to do a literature survey and give an overview of a topic using scientific literature in an oral presentation - to develop and distribute work assignments for given problems | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Students are able to search information for a given problem by themselves prepare summaries of their search results for the team make themselves familiar with new topics | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 90 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3453: Biocatalytical and Biotechnological Processes | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 4 |
| LP | 6 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| Dozenten | Prof. Andreas Liese, Prof. Anna-Lena Heins, Prof. Johannes Gescher |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>The course consists of a four-hour lecture with an integrated seminar. The lecture is divided into three blocks. These blocks cover the basics of genetic modification of biocatalysts and fermentative processes, from process control and scaling to optimization and downstream processing of bioproducts.</p> <p>Institute of Technical Microbiology: The functionality of whole-cell biocatalysts and enzymes, the molecular biological principles of biological systems, and the possibilities for directed or undirected modification of organisms.</p> <p>Institute of Technical Biocatalysis: Fermentation in batch, fed-batch and chemostat Airation of bioprocesses Calculation of main parameters of fermentative processes</p> <p>Institute of Bioprocess and Biosystems Engineering: Preparation for bioprocesses: sterilisation, inoculum, medium composition and optimization Upstream Processing: bioprocess scale-up and scale-down (microfluidic scale to industrial scale) Downstream Processing: typical unit operations & overview of important bioprocess examples</p> <p>Students are actively involved in the course and receive assignments, the results of which are presented in short presentations. Through these presentations, bonus points of no more than 10% of the total exam score can be achieved.</p> |
| Literatur | <p>L.A. Urry Mills, L. Cain, S.A. Wasserman, P.V. Minorsky, R.B. Orr, Cambell Biology 12th edition; Pearson publishing 2021</p> <p>A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey: Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, 2nd ed. 2006</p> <p>M. Doran: Bioprocess Engineering Principles, Elsevier, 2nd ed. 2013.</p> <p>K.-E. Jaeger, A. Liese, C. Syldatk: Introduction to Enzyme Technology, Springer, 2024</p> <p>Bailey, J.E; Ollis, D.F.: Biochemical Engineering Fundamentals. McGraw Hill Chemical Engineering Series, 1986</p> <p>Krahe, M.: Biochemical Engineering. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2003. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14356007.b04_381</p> |

| Modul M1757: Praxismodul 2 im dualen Master | | | |
|---|---|------------|-----------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Praxisphase 2 im dualen Master (L2888) | | 0 | 10 |
| Modulverantwortlicher | Dr. Henning Haschke | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> Erfolgreicher Abschluss des Praxismoduls 1 im dualen Master LV D "Projektmanagement im Ingenieurbereich verantwortungsvoll gestalten" aus dem Modul "Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master" | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... verbinden ihre Kenntnisse von Fakten, Grundsätzen, Theorien und Methoden der bisherigen Studieninhalte mit dem erworbenen Praxiswissen, insbesondere ihrem Wissen um berufspraktische Verfahrens- und Vorgehensmöglichkeiten, im aktuellen Tätigkeitsfeld im Ingenieurbereich. ... verfügen über ein kritisches Verständnis über die praktischen Anwendungsmöglichkeiten ihres ingenieurwissenschaftlichen Faches. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... wenden fachtheoretisches Wissen auf komplexe, bereichsübergreifende Problemstellungen des Betriebes an und beurteilen die dazugehörigen Arbeitsprozesse und -ergebnisse unter Einbeziehung von Handlungsoptionen. ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um. ... erarbeiten (neue) Lösungen sowie Verfahrens- und Vorgehensweisen in ihrem Tätigkeitsfeld und Zuständigkeitsbereich - auch bei sich häufig ändernden Anforderungen (systemische Fertigkeiten). | | |
| Personale Kompetenzen | <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... arbeiten verantwortlich in bereichs- und übergreifenden Projektteams und gehen vorausschauend mit Problemen in der Arbeitsgruppe um. ... vertreten komplexe ingenieurwissenschaftliche Standpunkte, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsansätze im Gespräch mit internen und externen betrieblichen Stakeholdern argumentativ und entwickeln diese gemeinsam weiter. <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... definieren Ziele für die eigenen Lern- und Arbeitsprozesse als Ingenieur*in. ... reflektieren Lern- und Arbeitsprozesse in ihrem Zuständigkeitsbereich. ... reflektieren die Bedeutung von Fachmodulen, Vertiefungsrichtungen und Spezialisierung für die Arbeit als Ingenieur*in sowie die Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen und der damit einhergehenden Herausforderungen eines positiven Theorie-Praxis-Transfers. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0 | | |
| Leistungspunkte | 10 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Schriftliche Ausarbeitung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine Dokumentation und Reflexion der individuellen Lernerfahrungen und Kompetenzentwicklungen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung und der Berufspraxis. Zusätzlich erbringt das Kooperationsunternehmen gegenüber der Koordinierungsstelle dual@TUHH den Nachweis, dass die bzw. der dual Studierende die Praxisphase absolviert hat. | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Computational Methods and Machine Learning in Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Electrical Engineering and Information Technology: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Pflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| |
|---|
| Medizingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau und Meerestechnik - Kopie: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht |
|---|

| Lehrveranstaltung L2888: Praxisphase 2 im dualen Master | |
|---|--|
| Typ | |
| SWS | 0 |
| LP | 10 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0 |
| Dozenten | Dr. Henning Haschke |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | WiSe/SoSe |
| Inhalt | <p>Onboarding Betrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zuweisung berufliches Tätigkeitsfeld als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) und dazugehöriger Arbeitsbereiche • Festlegung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) • Eigenverantwortliches Arbeiten im Team und ausgewählten Projekten - im bereichs- und ggf. unternehmensübergreifend • Ablaufplanung des aktuellen Praxismoduls mit klarer Zuordnung zu den Arbeitsstrukturen • Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester <p>Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensspezifika: Verantwortung als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) im eigenen Arbeitsbereich, Koordination von Team- und Projektarbeit, Umgang mit komplexen Zusammenhängen und ungelösten Problemstellungen, Entwicklung und Realisierung von Innovationen • Fachliche Spezialisierung (korrespondierend mit dem gewählten Studiengang (M.Sc.) im Tätigkeitsfeld • Systemische Fertigkeiten • Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes <p>Lerntransfer/-reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortschreiben E-Portfolio • Bedeutung der Studieninhalte (M.Sc.) für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Bedeutung von Entwicklung und Innovation für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • Studierendenhandbuch • Betriebliche Dokumente • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |

| Modul M0895: Advanced Chemical Reaction Engineering | | | |
|---|---|----------------|---|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Chemische Reaktionstechnik (Vertiefung) (L0222) | | Vorlesung | 2 2 |
| Chemische Reaktionstechnik (Vertiefung) (L0245) | | Hörsaalübung | 2 2 |
| Praktikum Chemische Reaktionstechnik (Vertiefung) (L0287) | | Laborpraktikum | 2 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Raimund Horn | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Content of the bachelor-lecture "basics of chemical reaction engineering". | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | After completion of the module, students are able to: | | |
| | - identify differences between ideal and non-ideal reactors, | | |
| | - infer fundamental differences in kinetic models for catalyzed reactions, | | |
| | - name modelling algorithms for non-ideal reactors. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | After successful completion of the module the students are able to | | |
| | -evaluate properties of non-ideal reactors | | |
| | -compare kinetic models of heterogeneous-catalyzed reactions and develop measuring techniques thereof | | |
| | -choose instruments for temperature, pressure- concentration and mass-flow measurements regarding process conditions | | |
| | -develop a concept for design of experiments | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | The students are able to analyze scientific challenges and elaborate suitable solutions in small groups. Moreover they are able to document these approaches according to scientific guidelines. | | |
| | After successful completion of the lab-course the students have a strong ability to organize themselves in small groups to solve issues in chemical reaction engineering. The students can discuss their subject related knowledge among each other and with their teachers. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | The students are able to obtain further information for experimental planning and assess their relevance autonomously. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung Beschreibung |
| | Ja | Keiner | Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0222: Chemical Reaction Engineering (Advanced Topics) | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Raimund Horn |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>1. Real reactors (residence time distribution $E(t)$, $F(t)$-curve, measurement of $E(t)$ or $F(t)$, residence time distribution of ideal reactors, modeling of real reactors, segregated flow model, tanks in series model, dispersion model, compartment models)</p> <p>2. Heterogeneous catalysis (what is a catalyst, operation principle of a catalyst, volcano plot, homogeneous catalysis, heterogeneous catalysis, biocatalysis, physisorption and chemisorption, turn-over frequency (TOF), Sabatier's principle, Bronstedt-Evans-Polyani-relationship, Adsorption isotherms of single and multi-component systems, kinetic models of heterogeneous catalytic reactions, Langmuir-Hinshelwood kinetics, Eley-Rideal kinetics, power law rate equations, kinetic measurements on heterogeneously catalyzed reactions in the laboratory, microkinetic modeling, catalyst characterization)</p> <p>3. Diffusion in heterogeneous catalysis (diffusion regimes, Knudsen-diffusion, molecular diffusion, surface diffusion, single-file diffusion, reference systems, Stefan-Maxwell-Equations, Fick's law, pore effectiveness factor, impact of diffusion limitations in heterogeneous catalysis, Damköhler-relation, mass- and energy balance of heterogeneous catalytic reactors)</p> <p>4. Laboratory measurements in heterogeneous catalysis (temperature, pressure, concentration, mass flow controllers, laboratory reactors, experimental design)</p> |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. Vorlesungsfolien R. Horn 2. Skript zur Vorlesung F. Keil 3. M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken, Technische Chemie, Wiley-VCH 4. G. Emig, E. Klemm, Technische Chemie, Springer 5. A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, Einführung in die Technische Chemie 6. E. Müller-Erlwein, Chemische Reaktionstechnik 2012, 2. Auflage, Teubner Verlag 7. J. Hagen, Chemiereaktoren: Auslegung und Simulation, 2004, Wiley-VCH 8. H. S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall B 9. H. S. Fogler, Essentials of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall 10. O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, John Wiley & Sons, 1998 11. L. D. Schmidt, The Engineering of Chemical Reactions, Oxford Univ. Press, 2009 12. J. B. Butt, Reaction Kinetics and Reactor Design, 2000, Marcel Dekker 13. R. Aris, Elementary Chemical Reactor Analysis, Dover Pubn. Inc., 2000 14. M. E. Davis, R. J. Davis, Fundamentals of Chemical Reaction Engineering, McGraw Hill 15. G. F. Froment, K. B. Bischoff, J. De Wilde, Chemical Reactor Analysis and Design, John Wiley & Sons, 2010 16. A. Jess, P. Wasserscheid, Chemical Technology An Integrated Textbook, WILEY-VCH 17. C. G. Hill, An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design, John Wiley & Sons |

| Lehrveranstaltung L0245: Chemical Reaction Engineering (Advanced Topics) | |
|---|--|
| Typ | Hörsaalübung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Raimund Horn, Dr. Oliver Korup |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>1. Real reactors (residence time distribution $E(t)$, $F(t)$-curve, measurement of $E(t)$ or $F(t)$, residence time distribution of ideal reactors, modeling of real reactors, segregated flow model, tanks in series model, dispersion model, compartment models)</p> <p>2. Heterogeneous catalysis (what is a catalyst, operation principle of a catalyst, volcano plot, homogeneous catalysis, heterogeneous catalysis, biocatalysis, physisorption and chemisorption, turn-over frequency (TOF), Sabatier's principle, Bronstedt-Evans-Polyani-relationship, Adsorption isotherms of single and multi-component systems, kinetic models of heterogeneous catalytic reactions, Langmuir-Hinshelwood kinetics, Eley-Rideal kinetics, power law rate equations, kinetic measurements on heterogeneously catalyzed reactions in the laboratory, microkinetic modeling, catalyst characterization)</p> <p>3. Diffusion in heterogeneous catalysis (diffusion regimes, Knudsen-diffusion, molecular diffusion, surface diffusion, single-file diffusion, reference systems, Stefan-Maxwell-Equations, Fick's law, pore effectiveness factor, impact of diffusion limitations in heterogeneous catalysis, Damköhler-relation, mass- and energy balance of heterogeneous catalytic reactors)</p> <p>4. Laboratory measurements in heterogeneous catalysis (temperature, pressure, concentration, mass flow controllers, laboratory reactors, experimental design)</p> |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. Vorlesungsfolien R. Horn 2. Skript zur Vorlesung F. Keil 3. M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken, Technische Chemie, Wiley-VCH 4. G. Emig, E. Klemm, Technische Chemie, Springer 5. A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, Einführung in die Technische Chemie 6. E. Müller-Erlwein, Chemische Reaktionstechnik 2012, 2. Auflage, Teubner Verlag 7. J. Hagen, Chemiereaktoren: Auslegung und Simulation, 2004, Wiley-VCH 8. H. S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall B 9. H. S. Fogler, Essentials of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall 10. O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, John Wiley & Sons, 1998 11. L. D. Schmidt, The Engineering of Chemical Reactions, Oxford Univ. Press, 2009 12. J. B. Butt, Reaction Kinetics and Reactor Design, 2000, Marcel Dekker 13. R. Aris, Elementary Chemical Reactor Analysis, Dover Publ. Inc., 2000 14. M. E. Davis, R. J. Davis, Fundamentals of Chemical Reaction Engineering, McGraw Hill 15. G. F. Froment, K. B. Bischoff, J. De Wilde, Chemical Reactor Analysis and Design, John Wiley & Sons, 2010 16. A. Jess, P. Wasserscheid, Chemical Technology An Integrated Textbook, WILEY-VCH 17. C. G. Hill, An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design, John Wiley & Sons |

| Lehrveranstaltung L0287: Experimental Course Chemical Engineering (Advanced Topics) | |
|--|--|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Raimund Horn |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Execution and evaluation of several experiments in chemical reaction engineering.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Calculation of error propagation and error analysis * Steady state Wicke-Kallenbach measurements of diffusivities in a catalyst pellet * Interaction of reaction and diffusion in a catalyst particle, dissociation of methanol on zinc oxide * Mass transfer in gas/liquid system * Stability of a CSTR (hydrolysis of acetic anhydride) |
| Literatur | <p>Skript zur Vorlesung, als Buch in der TU-Bibliothek</p> <p>Praktikumsskript</p> <p>Levenspiel, O.: Chemical reaction engineering; John Wiley & Sons, New York, 3. Ed., 1999 VTM 309(LB)</p> <p>Smith, J. M.: Chemical Engineering Kinetics, McGraw Hill, New York, 1981.</p> <p>Hill, C.: Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design, John Wiley, New York, 1977.</p> <p>Fogler, H. S. : Elements of Chemical Reaction Engineering , Prentice Hall, 2006</p> <p>M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken: Technische Chemie, VCH , 2006</p> <p>G. F. Froment, K. B. Bischoff: Chemical Reactor Analysis and Design, Wiley, 1990</p> |

| Modul M1758: Praxismodul 3 im dualen Master | | | |
|---|--|------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Praxisphase 3 im dualen Master (L2889) | | | 0 10 |
| Modulverantwortlicher | Dr. Henning Haschke | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> • Erfolgreicher Abschluss des Praxismoduls 2 im dualen Master • LV E aus dem Modul "Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master" | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... verbinden ihr umfassendes und spezialisiertes ingenieurwissenschaftliches Wissen der bisherigen Studieninhalte mit dem erworbenen strategieorientierten Praxiswissen im aktuellen Arbeits- und Verantwortungsbereich. • ... verfügen über ein kritisches Verständnis über die praktischen Anwendungsmöglichkeiten ihres ingenieurwissenschaftlichen Faches sowie der angrenzenden Bereiche bei der Realisierung von Innovationen. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... wenden spezialisierte und konzeptionelle Fertigkeiten zur Lösung komplexer, mitunter bereichsübergreifender Problemstellungen des Betriebes an und beurteilen die dazugehörigen Arbeitsprozesse und -ergebnisse unter Einbeziehung von Handlungsoptionen. • ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um. • ... erarbeiten neue Lösungen sowie Verfahrens- und Vorgehensweisen für die Umsetzung betrieblicher Projekte und Aufträge - auch bei sich häufig ändernden Anforderungen und unvorhersehbaren Veränderungen (systemische Fertigkeiten). • ... sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Methoden neue Ideen und Verfahren für betriebliche Problem- und Fragestellungen zu entwickeln und diese hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit zu beurteilen. | | |
| Personale Kompetenzen | <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... arbeiten verantwortlich in bereichs- und unternehmensübergreifenden Projektteams und gehen vorausschauend mit Problemen in der Arbeitsgruppe um. • ... sind in der Lage, die fachliche Entwicklung anderer gezielt zu fördern. • ... vertreten komplexe und interdisziplinäre ingenieurwissenschaftliche Standpunkte, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsansätze im Gespräch mit internen und externen betrieblichen Stakeholdern argumentativ und entwickeln diese gemeinsam weiter. <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... reflektieren Lern- und Arbeitsprozesse in ihrem Zuständigkeitsbereich. • ... definieren Ziele für neue anwendungsorientierte Aufgaben, Projekte und Innovationsvorhaben unter Reflexion möglicher Auswirkungen auf Betrieb und Öffentlichkeit. • ... reflektieren die Bedeutung von Vertiefungsrichtungen, Spezialisierung und Forschung für die Arbeit als Ingenieur*in sowie die Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen und der damit einhergehenden Herausforderungen eines positiven Theorie-Praxis-Transfers. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0 | | |
| Leistungspunkte | 10 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Schriftliche Ausarbeitung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine Dokumentation und Reflexion der individuellen Lernerfahrungen und Kompetenzentwicklungen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung und der Berufspraxis. Zusätzlich erbringt das Kooperationsunternehmen gegenüber der Koordinierungsstelle dual@TUHH den Nachweis, dass die bzw. der dual Studierende die Praxisphase absolviert hat. | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Computational Methods and Machine Learning in Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Electrical Engineering and Information Technology: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Pflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| |
|--|
| Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht |
| Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht |
| Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht |
| Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht |
| Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht |
| Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht |
| Mediziningenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht |
| Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Pflicht |
| Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht |
| Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht |
| Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht |
| Schiffbau und Meerestechnik - Kopie: Kernqualifikation: Pflicht |
| Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht |
| Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht |
| Wasser- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L2889: Praxisphase 3 im dualen Master | |
|---|---|
| Typ | |
| SWS | 0 |
| LP | 10 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0 |
| Dozenten | Dr. Henning Haschke |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | WiSe/SoSe |
| Inhalt | <p>Onboarding Betrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zuweisung zukünftiges berufliches Tätigkeitsfeld als Ingenieurin bzw. Ingenieur (M.Sc.) und dazugehöriger Arbeitsbereiche • Erweiterung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb bis hin zur vorgesehenen Erstverwendung nach dem Studium • Verantwortliches Arbeiten im Team; Projektverantwortung im eigenen Zuständigkeitsbereich ggf. auch bereichs- und unternehmensübergreifend • Ablaufplanung des letzten Praxismoduls mit klarer Zuordnung zu den Arbeitsstrukturen • Betriebsinterne Abstimmung über eine potenzielle Problemstellung oder ein Innovationsvorhaben für die Masterarbeit • Ablaufplanung der Masterarbeit im Betrieb in der Zusammenarbeit mit der TU Hamburg • Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester <p>Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensspezifika: Umgang mit Veränderungen, Projekt- und Teamentwicklung, Verantwortung als Ingenieurin bzw. Ingenieur im zukünftigen Arbeitsbereich (M.Sc.), Umgang mit komplexen Zusammenhängen, häufigen und unvorhersehbaren Veränderungen, Entwicklung und Realisierung von Innovationen • Fachliche Spezialisierung in einem Arbeitsbereich (Abschlussarbeit) • Systemische Fertigkeiten • Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes <p>Lerntransfer/-reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • E-Portfolio • Bedeutung von Studieninhalten und der eigenen Spezialisierung für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Bedeutung von Forschung und Innovation für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • Studierendenhandbuch • betriebliche Dokumente • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |

Fachmodule der Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen

| Modul M0523: Betrieb & Management | |
|--|--|
| Modulverantwortlicher | Prof. Matthias Meyer |
| Zulassungsvoraussetzungen | Erfolgreich absolviertes Modul "Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre" |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Keine |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i> Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i> | <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte betriebswirtschaftliche Spezialgebiete innerhalb der Betriebswirtschaftslehre zu verorten. Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Theorien, Kategorien und Modelle erklären. Die Studierenden können technisches und betriebswirtschaftliches Wissen miteinander in Beziehung setzen. Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden. Die Studierenden können für praktische Fragestellungen in betriebswirtschaftlichen Teilbereichen Entscheidungsvorschläge begründen. Die Studierenden sind in der Lage, in interdisziplinären Kleingruppen zu kommunizieren und gemeinsam Lösungen für komplexe Problemstellungen zu erarbeiten. Die Studierenden sind in der Lage, sich notwendiges Wissen durch Recherchen und Aufbereitungen von Material selbstständig zu erschließen. |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen |
| Leistungspunkte | 6 |

Lehrveranstaltungen
Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.

| Modul M0895: Advanced Chemical Reaction Engineering | | | |
|---|---|----------------|---|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Chemische Reaktionstechnik (Vertiefung) (L0222) | | Vorlesung | 2 2 |
| Chemische Reaktionstechnik (Vertiefung) (L0245) | | Hörsaalübung | 2 2 |
| Praktikum Chemische Reaktionstechnik (Vertiefung) (L0287) | | Laborpraktikum | 2 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Raimund Horn | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Content of the bachelor-lecture "basics of chemical reaction engineering". | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | After completion of the module, students are able to: | | |
| | - identify differences between ideal and non-ideal reactors, | | |
| | - infer fundamental differences in kinetic models for catalyzed reactions, | | |
| | - name modelling algorithms for non-ideal reactors. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | After successful completion of the module the students are able to | | |
| | -evaluate properties of non-ideal reactors | | |
| | -compare kinetic models of heterogeneous-catalyzed reactions and develop measuring techniques thereof | | |
| | -choose instruments for temperature, pressure- concentration and mass-flow measurements regarding process conditions | | |
| | -develop a concept for design of experiments | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | The students are able to analyze scientific challenges and elaborate suitable solutions in small groups. Moreover they are able to document these approaches according to scientific guidelines. | | |
| | After successful completion of the lab-course the students have a strong ability to organize themselves in small groups to solve issues in chemical reaction engineering. The students can discuss their subject related knowledge among each other and with their teachers. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | The students are able to obtain further information for experimental planning and assess their relevance autonomously. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung Beschreibung |
| | Ja | Keiner | Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0222: Chemical Reaction Engineering (Advanced Topics) | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Raimund Horn |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>1. Real reactors (residence time distribution $E(t)$, $F(t)$-curve, measurement of $E(t)$ or $F(t)$, residence time distribution of ideal reactors, modeling of real reactors, segregated flow model, tanks in series model, dispersion model, compartment models)</p> <p>2. Heterogeneous catalysis (what is a catalyst, operation principle of a catalyst, volcano plot, homogeneous catalysis, heterogeneous catalysis, biocatalysis, physisorption and chemisorption, turn-over frequency (TOF), Sabatier's principle, Bronstedt-Evans-Polyani-relationship, Adsorption isotherms of single and multi-component systems, kinetic models of heterogeneous catalytic reactions, Langmuir-Hinshelwood kinetics, Eley-Rideal kinetics, power law rate equations, kinetic measurements on heterogeneously catalyzed reactions in the laboratory, microkinetic modeling, catalyst characterization)</p> <p>3. Diffusion in heterogeneous catalysis (diffusion regimes, Knudsen-diffusion, molecular diffusion, surface diffusion, single-file diffusion, reference systems, Stefan-Maxwell-Equations, Fick's law, pore effectiveness factor, impact of diffusion limitations in heterogeneous catalysis, Damköhler-relation, mass- and energy balance of heterogeneous catalytic reactors)</p> <p>4. Laboratory measurements in heterogeneous catalysis (temperature, pressure, concentration, mass flow controllers, laboratory reactors, experimental design)</p> |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. Vorlesungsfolien R. Horn 2. Skript zur Vorlesung F. Keil 3. M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken, Technische Chemie, Wiley-VCH 4. G. Emig, E. Klemm, Technische Chemie, Springer 5. A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, Einführung in die Technische Chemie 6. E. Müller-Erlwein, Chemische Reaktionstechnik 2012, 2. Auflage, Teubner Verlag 7. J. Hagen, Chemiereaktoren: Auslegung und Simulation, 2004, Wiley-VCH 8. H. S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall B 9. H. S. Fogler, Essentials of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall 10. O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, John Wiley & Sons, 1998 11. L. D. Schmidt, The Engineering of Chemical Reactions, Oxford Univ. Press, 2009 12. J. B. Butt, Reaction Kinetics and Reactor Design, 2000, Marcel Dekker 13. R. Aris, Elementary Chemical Reactor Analysis, Dover Pubn. Inc., 2000 14. M. E. Davis, R. J. Davis, Fundamentals of Chemical Reaction Engineering, McGraw Hill 15. G. F. Froment, K. B. Bischoff, J. De Wilde, Chemical Reactor Analysis and Design, John Wiley & Sons, 2010 16. A. Jess, P. Wasserscheid, Chemical Technology An Integrated Textbook, WILEY-VCH 17. C. G. Hill, An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design, John Wiley & Sons |

| Lehrveranstaltung L0245: Chemical Reaction Engineering (Advanced Topics) | |
|---|--|
| Typ | Hörsaalübung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Raimund Horn, Dr. Oliver Korup |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>1. Real reactors (residence time distribution $E(t)$, $F(t)$-curve, measurement of $E(t)$ or $F(t)$, residence time distribution of ideal reactors, modeling of real reactors, segregated flow model, tanks in series model, dispersion model, compartment models)</p> <p>2. Heterogeneous catalysis (what is a catalyst, operation principle of a catalyst, volcano plot, homogeneous catalysis, heterogeneous catalysis, biocatalysis, physisorption and chemisorption, turn-over frequency (TOF), Sabatier's principle, Bronstedt-Evans-Polyani-relationship, Adsorption isotherms of single and multi-component systems, kinetic models of heterogeneous catalytic reactions, Langmuir-Hinshelwood kinetics, Eley-Rideal kinetics, power law rate equations, kinetic measurements on heterogeneously catalyzed reactions in the laboratory, microkinetic modeling, catalyst characterization)</p> <p>3. Diffusion in heterogeneous catalysis (diffusion regimes, Knudsen-diffusion, molecular diffusion, surface diffusion, single-file diffusion, reference systems, Stefan-Maxwell-Equations, Fick's law, pore effectiveness factor, impact of diffusion limitations in heterogeneous catalysis, Damköhler-relation, mass- and energy balance of heterogeneous catalytic reactors)</p> <p>4. Laboratory measurements in heterogeneous catalysis (temperature, pressure, concentration, mass flow controllers, laboratory reactors, experimental design)</p> |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. Vorlesungsfolien R. Horn 2. Skript zur Vorlesung F. Keil 3. M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken, Technische Chemie, Wiley-VCH 4. G. Emig, E. Klemm, Technische Chemie, Springer 5. A. Behr, D. W. Agar, J. Jörissen, Einführung in die Technische Chemie 6. E. Müller-Erlwein, Chemische Reaktionstechnik 2012, 2. Auflage, Teubner Verlag 7. J. Hagen, Chemiereaktoren: Auslegung und Simulation, 2004, Wiley-VCH 8. H. S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall B 9. H. S. Fogler, Essentials of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall 10. O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, John Wiley & Sons, 1998 11. L. D. Schmidt, The Engineering of Chemical Reactions, Oxford Univ. Press, 2009 12. J. B. Butt, Reaction Kinetics and Reactor Design, 2000, Marcel Dekker 13. R. Aris, Elementary Chemical Reactor Analysis, Dover Publ. Inc., 2000 14. M. E. Davis, R. J. Davis, Fundamentals of Chemical Reaction Engineering, McGraw Hill 15. G. F. Froment, K. B. Bischoff, J. De Wilde, Chemical Reactor Analysis and Design, John Wiley & Sons, 2010 16. A. Jess, P. Wasserscheid, Chemical Technology An Integrated Textbook, WILEY-VCH 17. C. G. Hill, An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design, John Wiley & Sons |

| Lehrveranstaltung L0287: Experimental Course Chemical Engineering (Advanced Topics) | |
|--|--|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Raimund Horn |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Execution and evaluation of several experiments in chemical reaction engineering.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Calculation of error propagation and error analysis * Steady state Wicke-Kallenbach measurements of diffusivities in a catalyst pellet * Interaction of reaction and diffusion in a catalyst particle, dissociation of methanol on zinc oxide * Mass transfer in gas/liquid system * Stability of a CSTR (hydrolysis of acetic anhydride) |
| Literatur | <p>Skript zur Vorlesung, als Buch in der TU-Bibliothek</p> <p>Praktikumsskript</p> <p>Levenspiel, O.: Chemical reaction engineering; John Wiley & Sons, New York, 3. Ed., 1999 VTM 309(LB)</p> <p>Smith, J. M.: Chemical Engineering Kinetics, McGraw Hill, New York, 1981.</p> <p>Hill, C.: Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design, John Wiley, New York, 1977.</p> <p>Fogler, H. S. : Elements of Chemical Reaction Engineering , Prentice Hall, 2006</p> <p>M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken: Technische Chemie, VCH , 2006</p> <p>G. F. Froment, K. B. Bischoff: Chemical Reactor Analysis and Design, Wiley, 1990</p> |

| Modul M0898: Heterogeneous Catalysis | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Analyse und Auslegung Heterogen Katalytischer Reaktoren (L0223) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Moderne Methoden in der Heterogenen Katalyse (L0533) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Moderne Methoden in der Heterogenen Katalyse (L0534) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Raimund Horn | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Content of the bachelor-modules "process technology", as well as particle technology, fluidmechanics in process-technology and transport processes. | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | The students are able to apply their knowledge to explain industrial catalytic processes as well as indicate different synthesis routes of established catalyst systems. They are capable to outline dis-/advantages of supported and full-catalysts with respect to their application. Students are able to identify analytical tools for specific catalytic applications. | | |
| <i>Wissen</i> | | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | After successful completion of the module, students are able to use their knowledge to identify suitable analytical tools for specific catalytic applications and to explain their choice. Moreover the students are able to choose and formulate suitable reactor systems for the current synthesis process. Students can apply their knowledge discretely to develop and conduct experiments. They are able to appraise achieved results into a more general context and draw conclusions out of them. | | |
| Personale Kompetenzen | The students are able to plan, prepare, conduct and document experiments according to scientific guidelines in small groups. | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | The students can discuss their subject related knowledge among each other and with their teachers. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | The students are able to obtain further information for experimental planning and assess their relevance autonomously. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
| | Ja Keiner | Referat | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0223: Analysis and Design of Heterogeneous Catalytic Reactors | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Raimund Horn |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <ol style="list-style-type: none"> 1. Material- and Energybalance of the two-dimensional zweidimensionalen pseudo-homogeneous reactor model 2. Numerical solution of ordinary differential equations (Euler, Runge-Kutta, solvers for stiff problems, step controlled solvers) 3. Reactor design with one-dimensional models (ethane cracker, catalyst deactivation, tubular reactor with deactivating catalyst, moving bed reactor with regenerating catalyst, riser reactor, fluidized bed reactor) 4. Partial differential equations (classification, numerical solution Lösung, finite difference method, method of lines) 5. Examples of reactor design (isothermal tubular reactor with axial dispersion, dehydrogenation of ethyl benzene, wrong-way behaviour) 6. Boundary value problems (numerical solution, shooting method, concentration- and temperature profiles in a catalyst pellet, multiphase reactors, trickle bed reactor) |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. Lecture notes R. Horn 2. Lecture notes F. Keil 3. G. F. Froment, K. B. Bischoff, J. De Wilde, Chemical Reactor Analysis and Design, John Wiley & Sons, 2010 4. R. Aris, Elementary Chemical Reactor Analysis, Dover Publ. Inc., 2000 |

| Lehrveranstaltung L0533: Modern Methods in Heterogeneous Catalysis | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Raimund Horn |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Heterogeneous Catalysis and Chemical Reaction Engineering are inextricably linked. About 90% of all chemical intermediates and consumer products (fuels, plastics, fertilizers etc.) are produced with the aid of catalysts. Most of them, in particular large scale products, are produced by heterogeneous catalysis viz. gaseous or liquid reactants react on solid catalysts. In multiphase reactors gases, liquids and a solid catalyst are present.</p> <p>Heterogeneous catalysis plays also a key role in any future energy scenario (fuel cells, electrocatalytic splitting of water) and in environmental engineering (automotive catalysis, photocatalytic abatement of water pollutants).</p> <p>Heterogeneous catalysis is an interdisciplinary science requiring knowledge of different scientific disciplines such as</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materials Science (synthesis and characterization of solid catalysts) • Physics (structure and electronic properties of solids, defects) • Physical Chemistry (thermodynamics, reaction mechanisms, chemical kinetics, adsorption, desorption, spectroscopy, surface chemistry, theory) • Reaction Engineering (catalytic reactors, mass- and heat transport in catalytic reactors, multi-scale modeling, application of heterogeneous catalysis) <p>The class „Modern Methods in Heterogeneous Catalysis“ will deal with the above listed aspects of heterogeneous catalysis beyond the material presented in the normal curriculum of chemical reaction engineering classes. In the corresponding laboratory will have the opportunity to apply their acquired theoretical knowledge by synthesizing a solid catalyst, characterizing it with a variety of modern instrumental methods (e.g. BET, chemisorption, pore analysis, XRD, Raman-Spectroscopy, Electron Microscopy) and measuring its kinetics. Class and laboratory „Modern Methods in Heterogeneous Catalysis“ in combination with the lecture „Analysis and Design of Heterogeneous Catalytic Reactors“ will give interested students the opportunity to specialize in this vibrant, multifaceted and application oriented field of research.</p> |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • J.M. Thomas, W.J. Thomas: Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis, VCH • I. Chorkendorff, J. W. Niemantsverdriet, Concepts of Modern Catalysis and Kinetics, WILEY-VCH • B.C. Gates: Catalytic Chemistry, John Wiley • R.A. van Santen, P.W.N.M. van Leeuwen, J.A. Moulijn, B.A. Averill (Eds.): Catalysis: an integrated approach, Elsevier • D.P. Woodruff, T.A. Delchar: Modern Techniques of Surface Science, Cambridge Univ. Press • J.W. Niemantsverdriet: Spectroscopy in Catalysis, VCH • F. Delannay (Ed.): Characterization of heterogeneous catalysts, Marcel Dekker • C.H. Bartholomew, R.J. Farrauto: Fundamentals of Industrial Catalytic Processes (2nd Ed.), Wiley |

| Lehrveranstaltung L0534: Modern Methods in Heterogeneous Catalysis | |
|--|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Raimund Horn |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M0617: Hochdruckverfahrenstechnik | | | |
|--|--|--------------|--|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Hochdruckanlagenbau (L1278) | | Vorlesung | 2 2 |
| Industrielle Verfahren unter Hohen Drücken (L0116) | | Vorlesung | 2 2 |
| Moderne Trennverfahren (L0094) | | Vorlesung | 2 2 |
| Modulverantwortlicher | Dr. Monika Johannsen | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Grundlagen der Chemie, Chemische und Thermische Verfahrenstechnik, Fluidverfahrenstechnik, Trenntechnik, Thermodynamik, Mehrphasengleichgewichte | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Nach erfolgreicher Teilnahme können Studierende: <ul style="list-style-type: none"> • den Einfluss des Drucks auf die physikalisch-chemischen und thermodynamischen Eigenschaften eines Fluids erklären, • thermodynamische Grundlagen für Verfahren mit überkritischen Fluiden beschreiben, • Modelle zur Beschreibung von Feststoffextraktion und Gegenstromextraktion erläutern, • Parameter zur Optimierung von Prozessen mit überkritischen Fluiden diskutieren. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Nach erfolgreicher Teilnahme sind Studierende in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Trennverfahren mit überkritischen Fluiden und mit konventionellen Lösungsmitteln zu vergleichen, • bei gegebener Trennaufgabe das Anwendungspotential von Hochdruckverfahren zu beurteilen, • Hochdruckverfahren im Ablauf einer vorgegebenen komplexen Industrieanwendung einzuplanen, • die Wirtschaftlichkeit von Hochdruckverfahren hinsichtlich Investition und Betriebskosten einzuschätzen, • unter Anleitung einen experimentellen Versuch an einer Hochdruckanlage durchzuführen, • experimentelle Ergebnisse zu beurteilen, • ein Versuchsprotokoll anzufertigen. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Nach erfolgreicher Teilnahme sind Studierende in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • in 2er Teams wissenschaftliche Artikel zu präsentieren und die Inhalte gemeinsam zu verteidigen | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, eigenständige Recherchen anzustellen und sich notwendiges fachspezifisches Wissen selbstständig zu erschließen. • Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig ein Thema zu erarbeiten, dieses zu präsentieren und in wissenschaftlicher Weise zu diskutieren. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung Beschreibung |
| | Ja | 15 % | Referat |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L1278: Hochdruckanlagenbau | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Hans Häring |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <ol style="list-style-type: none"> 1. Rechtliche Grundlagen (Gesetz, Verordnung, Richtlinie, Standard/Norm) 2. Berechnungsgrundlagen Druckgeräte (AD-Regelwerk, ASME-Regelwerk, GL Vorschriften, weitere Berechnungsmethoden) 3. Spannungshypothesen 4. Werkstoffauswahl, Fertigungsverfahren 5. Dünnwandige Behälter 6. Dickwandige Behälter 7. Sicherheitseinrichtungen 8. Sicherheitsanalysen <p style="text-align: center;">Anwendungsschwerpunkte</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Unterwassertechnik (bemannte und unbemannte Druckbehälter, PVHO Code) 10. Dampfkessel 11. Wärmetauscher 12. LPG, LEG Transport-tanks (Bilobe Bauart, IMO Type C tanks) |
| Literatur | <p>Apparate und Armaturen in der chemischen Hochdrucktechnik, Springer Verlag</p> <p>Spain and Paauwe: High Pressure Technology, Vol. I und II, M. Dekker Verlag</p> <p>AD-Merkblätter, Heumanns Verlag</p> <p>Bertucco; Vetter: High Pressure Process Technology, Elsevier Verlag</p> <p>Sherman; Stadtmuller: Experimental Techniques in High-Pressure Research, Wiley & Sons Verlag</p> <p>Klapp: Apparate- und Anlagentechnik, Springer Verlag</p> |

| Lehrveranstaltung L0116: Industrial Processes Under High Pressure | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Carsten Zetzl |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Part I : Physical Chemistry and Thermodynamics</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction: Overview, achieving high pressure, range of parameters. 2. Influence of pressure on properties of fluids: P,v,T-behaviour, enthalpy, internal energy, entropy, heat capacity, viscosity, thermal conductivity, diffusion coefficients, interfacial tension. 3. Influence of pressure on heterogeneous equilibria: Phenomenology of phase equilibria 4. Overview on calculation methods for (high pressure) phase equilibria). Influence of pressure on transport processes, heat and mass transfer. <p>Part II : High Pressure Processes</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Separation processes at elevated pressures: Absorption, adsorption (pressure swing adsorption), distillation (distillation of air), condensation (liquefaction of gases) 6. Supercritical fluids as solvents: Gas extraction, cleaning, solvents in reacting systems, dyeing, impregnation, particle formation (formulation) 7. Reactions at elevated pressures. Influence of elevated pressure on biochemical systems: Resistance against pressure <p>Part III : Industrial production</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Reaction : Haber-Bosch-process, methanol-synthesis, polymerizations; Hydrations, pyrolysis, hydrocracking; Wet air oxidation, supercritical water oxidation (SCWO) 9. Separation : Linde Process, De-Caffeination, Petrol and Bio-Refinery 10. Industrial High Pressure Applications in Biofuel and Biodiesel Production 11. Sterilization and Enzyme Catalysis 12. Solids handling in high pressure processes, feeding and removal of solids, transport within the reactor. 13. Supercritical fluids for materials processing. 14. Cost Engineering <p>Learning Outcomes: After a successful completion of this module, the student should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> - understand of the influences of pressure on properties of compounds, phase equilibria, and production processes. - Apply high pressure approaches in the complex process design tasks - Estimate Efficiency of high pressure alternatives with respect to investment and operational costs <p>Performance Record:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Presence (28 h) 2. Oral presentation of original scientific article (15 min) with written summary 3. Written examination and Case study <p>(2+3 : 32 h Workload)</p> <p>Workload: 60 hours total</p> |
| Literatur | <p>Literatur:</p> <p>Script: High Pressure Chemical Engineering.</p> <p>G. Brunner: Gas Extraction. An Introduction to Fundamentals of Supercritical Fluids and the Application to Separation Processes. Steinkopff, Darmstadt, Springer, New York, 1994.</p> |

| Lehrveranstaltung L0094: Advanced Separation Processes | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Monika Johannsen |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction/Overview on Properties of Supercritical Fluids (SCF) and their Application in Gas Extraction Processes • Solubility of Compounds in Supercritical Fluids and Phase Equilibrium with SCF • Extraction from Solid Substrates: Fundamentals, Hydrodynamics and Mass Transfer • Extraction from Solid Substrates: Applications and Processes (including Supercritical Water) • Countercurrent Multistage Extraction: Fundamentals and Methods, Hydrodynamics and Mass Transfer • Countercurrent Multistage Extraction: Applications and Processes • Solvent Cycle, Methods for Precipitation • Supercritical Fluid Chromatography (SFC): Fundamentals and Application • Simulated Moving Bed Chromatography (SMB) • Membrane Separation of Gases at High Pressures • Separation by Reactions in Supercritical Fluids (Enzymes) |
| Literatur | G. Brunner: Gas Extraction. An Introduction to Fundamentals of Supercritical Fluids and the Application to Separation Processes. Steinkopff, Darmstadt, Springer, New York, 1994. |

| Modul M2002: Waste and Resource Management | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Abfallmanagement (L3261) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 3 |
| Internationale Abfallkonzepte (L3259) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Internationale Abfallkonzepte (L3260) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Kerstin Kuchta | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Basics in process engineering | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | The students are able to describe waste as a resource as well as advanced technologies for recycling and recovery of resources from waste in detail. This covers collection, transport, treatment and disposal in national and international contexts. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Students are able to select suitable processes for the treatment with respect to the national or cultural and developmental context. They can evaluate the ecological impact and the technical effort of different technologies and management systems. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Students can work together as a team of 2-5 persons, participate in subject-specific and interdisciplinary discussions, develop cooperated solutions and defend their own work results in front of others and promote the scientific development of colleagues. Furthermore, they can give and accept professional constructive criticisms. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Students can independently gain additional knowledge of the subject area and apply it in solving the given course tasks and projects. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
| | Ja 20 % | Schriftliche Ausarbeitung | |
| Prüfung | Referat | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Vortrag mithilfe von Powerpoint-Folien (10-15 Minuten) | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3261: Waste management | |
|---|---|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Rüdiger Siechau |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction into the "Waste Management" consisting of: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Thermal Process (incinerator, RDF combustion) ◦ Biological processes (Wet-/Dryfermentation) ◦ technology, energy, emissions, approval , etc. • Group work <ul style="list-style-type: none"> ◦ design of systems/plants for energy recovery from waste ◦ The following points are to be processed: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Input: waste (fraction collection and transportation, current quantity, material flows , possible amount of development) ▪ Plant (design, process diagram, technology, energy production) ▪ Output (energy quantity / type, by-products) ▪ Costs and revenues ▪ Climate and resource protection (CO2 balance , substitution of primary raw materials / fossil fuels) ▪ Location and approval (infrastructure , expiration authorization procedure) ▪ Focus at the whole concept (advantages, disadvantages , risks and opportunities , discussion) |
| Literatur | Einführung in die Abfallwirtschaft; Martin Kranert, Klaus Cord-Landwehr (Hrsg.); Vieweg + Teubner Verlag; 2010 Powerpoint-Folien in Stud IP |

| Lehrveranstaltung L3259: International waste concepts | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Kerstin Kuchta |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Waste avoidance and recycling are the focus of this lecture. Additionally, waste logistics (Collection, transport, export, fees and taxes) as well as international waste shipment solutions are presented.</p> <p>Other specific wastes, e.g. industrial waste, treatment concepts will be presented and developed by students themselves</p> <p>Waste composition and production on international level, waste eulogistic, collection and treatment in emerging and developing countries.</p> <p>Single national projects and studies will be prepared and presented by students</p> |
| Literatur | Basel convention |

| Lehrveranstaltung L3260: International waste concepts | |
|---|------------------------------------|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Kerstin Kuchta |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M1033: Sondergebiete der Verfahrenstechnik und Bioverfahrenstechnik | | | |
|---|--|------------|------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS |
| Feststoffverfahrenstechnik für Biomassen (L0052) | | Vorlesung | 2 |
| Feststoffverfahrenstechnik in der chemischen Industrie (L2021) | | Vorlesung | 2 |
| Sicherheit chemischer Reaktionen (L1321) | | Vorlesung | 2 |
| | | | LP |
| | | | 3 |
| | | | 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Michael Schlüter | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Die Studierenden sollten die Bachelor-Veranstaltungen "Verfahrenstechnik" erfolgreich absolviert haben. | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte verfahrenstechnische Spezialgebiete innerhalb der Verfahrenstechnik zu verorten. Die Studierenden können in ausgewählten verfahrenstechnischen Teilbereichen grundlegende technische Zusammenhänge und Modelle erklären. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Die Studierenden können in ausgewählten verfahrenstechnischen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Die Studierenden können in international besetzten Teams auf englisch diskutieren und unter Zeitdruck einen Lösungsweg erarbeiten. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Studierende können selbstständig auswählen, welche Kenntnisse und Fähigkeiten sie durch die Wahl der geeigneten Fächer vertiefen. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0052: Feststoffverfahrenstechnik für Biomassen | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Prüfungsart | Klausur |
| Prüfungsdauer und -umfang | 60 min |
| Dozenten | Prof. Werner Sitzmann |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | Die großtechnische Anwendung verfahrenstechnischer Grundoperationen wird an aktuellen Beispielen der Verarbeitung fester Biomassen demonstriert. Hierzu gehören unter anderem: Zerkleinern, Fördern und Dosieren, Trocknen und Agglomerieren nachwachsender Rohstoffe im Rahmen der Herstellung von Brennstoffen, der Bioethanolerzeugung, der Gewinnung und Veredelung von Pflanzenölen, von Biomass-to-liquid-Prozessen sowie der Herstellung von wood-plastic-composites. Aspekte zum Explosionsschutz und zur Anlagenplanung ergänzen die Vorlesung. |
| Literatur | Kaltschmitt M., Hartmann H. (Hrsg.): Energie aus Bioamasse, Springer Verlag, 2001, ISBN 3-540-64853-4 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. www.nachwachsende-rohstoffe.de Bockisch M.: Nahrungsfette und -öle, Ulmer Verlag, 1993, ISBN 380000158175 |

| Lehrveranstaltung L2021: Solid Matter Process in Chemical Industry | |
|--|------------------------------------|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Prüfungsart | Schriftliche Ausarbeitung |
| Prüfungsdauer und -umfang | 12 Seiten |
| Dozenten | Prof. Frank Kleine Jäger |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L1321: Sicherheit chemischer Reaktionen | |
|--|------------------------------------|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Prüfungsart | Mündliche Prüfung |
| Prüfungsdauer und -umfang | 30 min |
| Dozenten | Dr. Marko Hoffmann |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | |
| Literatur | |

| Modul M1709: Applied Optimization in Energy and Process Engineering | | | |
|--|---|-----------------------|--|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Angewandte Optimierung in der Energie- und Verfahrenstechnik (L2693) | | Integrierte Vorlesung | 2 3 |
| Angewandte Optimierung in der Energie- und Verfahrenstechnik (L2695) | | Gruppenübung | 3 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Mirko Skiborowski | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Fundamentals in the field of mathematical modeling and numerical mathematics, as well as a basic understanding of process engineering processes. In particular the contents of the module Process and Plant Engineering II | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> The module provides a general introduction to the basics of applied mathematical optimization and deals with application areas on different scales from the identification of kinetic models, to the optimal design of unit operations and the optimization of entire (sub)processes, as well as production planning. In addition to the basic classification and formulation of optimization problems, different solution approaches are discussed and tested during the exercises. Besides deterministic gradient-based methods, metaheuristics such as evolutionary and genetic algorithms and their application are discussed as well.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to Applied Optimization • Formulation of optimization problems • Linear Optimization • Nonlinear Optimization • Mixed-integer (non)linear optimization • Multi-objective optimization • Global optimization <p><i>Fertigkeiten</i> After successful participation in the module "Applied Optimization in Energy and Process Engineering", students are able to formulate the different types of optimization problems and to select appropriate solution methods in suitable software such as Matlab and GAMS and to develop improved solution strategies. Furthermore, students will be able to interpret and critically examine the results accordingly.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students are capable of:</p> <ul style="list-style-type: none"> • develop solutions in heterogeneous small groups <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are capable of:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tapping new knowledge on a special subject by literature research | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung Beschreibung |
| | Nein | 10 % | Midterm Bonuspunkte |
| Prüfung | Mündliche Prüfung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 35 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Computational Methods and Machine Learning in Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L2693: Applied optimization in energy and process engineering | |
|---|---|
| Typ | Integrierte Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Mirko Skiborowski |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>The lecture offers a general introduction to the basics and possibilities of applied mathematical optimization and deals with application areas on different scales from kinetics identification, optimal design of unit operations to the optimization of entire (sub)processes, and production planning. In addition to the basic classification and formulation of optimization problems, different solution approaches are discussed. Besides deterministic gradient-based methods, metaheuristics such as evolutionary and genetic algorithms and their application are discussed as well.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduction to Applied Optimization - Formulation of optimization problems - Linear Optimization - Nonlinear Optimization - Mixed-integer (non)linear optimization - Multi-objective optimization - Global optimization |
| Literatur | <p>Weicker, K., Evolutionäre Algorithmen, Springer, 2015</p> <p>Edgar, T. F., Himmelblau D. M., Lasdon, L. S., Optimization of Chemical Processes, McGraw Hill, 2001</p> <p>Biegler, L. Nonlinear Programming - Concepts, Algorithms, and Applications to Chemical Processes, 2010</p> <p>Kallrath, J. Gemischt-ganzzahlige Optimierung: Modellierung in der Praxis, Vieweg, 2002</p> |

| Lehrveranstaltung L2695: Applied optimization in energy and process engineering | |
|---|------------------------------------|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Mirko Skiborowski |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M1954: Process Simulation and Process Safety | | | |
|---|--|-----------------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| CAPE inkl. Computerübung (L1039) | | Integrierte Vorlesung | 3 4 |
| Methoden der Prozesssicherheit und Gefahrstoffe (L1040) | | Vorlesung | 2 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Mirko Skiborowski | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | thermal separation processes heat and mass transport processes | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | students can: - outline types of simulation tools - describe principles of flowsheet and equation oriented simulation tools - describe the setting of flowsheet simulation tools - explain the main differences between steady state and dynamic simulations - present the fundamentals of toxicology and hazardous materials - explain the main methods of safety engineering - present the importance of safety analysis with respect to plant design - describe the definitions within the legal accident insurance accident insurance | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | students can: - conduct steady state and dynamic simulations - evaluate simulation results and transform them in the practice - choose and combine suitable simulation models into a production plant - evaluate the achieved simulation results regarding practical importance - evaluate the results of many experimental methods regarding safety aspects - review, compare and use results of safety considerations for a plant design | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | students are able to: - work together in teams in order to simulate process elements and develop an integral process - develop in teams a safety concept for a process and present it to the audience | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | students are able to - act responsible with respect to environment and needs of the society | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Klausur 90 Minuten und schriftliche Ausarbeitung | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L1039: CAPE with Computer Exercises | |
|--|---|
| Typ | Integrierte Vorlesung |
| SWS | 3 |
| LP | 4 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Mirko Skiborowski |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>I. Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Fundamentals of steady state process simulation <ul style="list-style-type: none"> 1.1. Classes of simulation tools 1.2. Sequential-modularer approach 1.3. Operating mode of ASPEN PLUS 2. Introduction in ASPEN PLUS <ul style="list-style-type: none"> 2.1. GUI 2.2. Estimation methods of physical properties 2.3. Aspen tools (z.B. Designspecification) 2.4. Convergence methods <p>II. Exercises using ASPEN PLUS and ACM</p> <ul style="list-style-type: none"> Performance and constraints of ASPEN PLUS ASPEN datenbank using Estimation methods of physical properties Application of model databank, process synthesis Design specifications Sensitivity analysis Optimization tasks Industrial cases |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> - G. Fieg: Lecture notes - Seider, W.D.; Seader, J.D.; Lewin, D.R.: Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis, and Evaluation; Hoboken, J. Wiley & Sons, 2010 |

| Lehrveranstaltung L1040: Methods of Process Safety and Dangerous Substances | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Mirko Skiborowski, Dr. Thomas Waluga |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Practical implementation of safety analyses (methods)</p> <p>Safety-related parameters and methods for their determination</p> <p>Hazard characteristics according to the Chemicals Act</p> <p>GHS (Globally Harmonized System) for the classification and labelling of chemicals</p> <p>Hazardous substances</p> <p>Toxicology</p> <p>Personal safety</p> <p>Safety considerations in plant design</p> <p>Inherently safe process design</p> <p>Technical measures for plant safety</p> |
| Literatur | <p>Bender, H.: Sicherer Umgang mit Gefahrstoffen; Weinheim (2005)</p> <p>Bender, H.: Das Gefahrstoffbuch. Sicherer Umgang mit Gefahrstoffen in der Praxis; Weinheim (2002)</p> <p>Birett, K.: Umgang mit Gefahrstoffen; Heidelberg (2011)</p> <p>Birgersson, B.; Sterner, O.; Zimerson, E.: Chemie und Gesundheit; Weinheim (1988)</p> <p>O. Antelmann, Diss. an der TU Berlin, 2001</p> <p>R. Dittmeyer, W. Keim, G. Kreysa, A. Oberholz, Chemische Technik, Prozesse und Produkte, Band 1 Methodische Grundlagen, VCH, 2004-2006, S. 719</p> <p>H. Pohle, Chemische Industrie, Umweltschutz, Arbeitsschutz, Anlagensicherheit, VCH, Weinheim, 1991</p> <p>J. Steinbach, Chemische Sicherheitstechnik, VCH, Weinheim, 1995</p> <p>G. Suter, Identifikation sicherheitskritischer Prozesse, P&A Kompendium, 2004</p> |

| Modul M1308: Modellierung und technische Auslegung von Bioraffinerieprozessen | | | |
|---|--|---|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Bioraffinerien - Technische Auslegung und Optimierung (L1832) | | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 3 |
| CAPE bei Energieprojekten (L0022) | | Projektierungskurs | 3 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Martin Kaltschmitt | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Bachelorabschluss in Verfahrenstechnik, Bioverfahrenstechnik oder Energie- und Umwelttechnik | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Studierende können nach der Teilnahme an der Veranstaltung einen verfahrenstechnischen Prozess umfassend auslegen. Dazu gehören die Erstellung von Massen- und Energiebilanzen, die Auslegung verfahrenstechnischer Apparate, die Festlegung von Messtechniken und Regelkreisen für die einzelnen Apparate sowie die Modellierung des Gesamtprozesses. Des Weiteren können sie die Grundlagen zur allgemeinen Vorgehensweise bei der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben, insbesondere mit ASPEN PLUS® und ASPEN CUSTOM MODELER® beschreiben. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Die Studierenden sind in der Lage zur Lösung von Simulations- und Anwendungsaufgaben der erneuerbaren Energietechnik: <ul style="list-style-type: none"> • modulübergreifende Lösungsansätze zur Auslegung und Darstellung von Produktionsprozessen • auch bei unvollständiger Information in der zu bearbeitenden Aufgabe alternative Eingangsparameter abzuwägen, • die Arbeitsergebnisse durch Ausarbeitung einer schriftlichen Arbeit, durch die Präsentation eines Vortrags und der Verteidigung der Inhalte systematische zu dokumentieren. <p>Sie können die ASPEN PLUS ® and ASPEN CUSTOM MODELER ® zur Modellierung energetischer Systeme anwenden und die Simulationslösung bewerten.</p> <p>Durch aktive Diskussionen der verschiedenen Themenschwerpunkte innerhalb der Seminare und Übungen des Moduls verbessern die Studierenden das Verständnis und die Anwendung der theoretischen Grundlagen und sind so in der Lage das Gelernte auf die Praxis zu übertragen.</p> | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> • im Team von circa 2-3 Personen zusammenarbeiten, • wissenschaftliche Aufgabenstellungen zur Auslegung von Prozessen fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren und gemeinsame Lösungen entwickeln, • ihre eigenen Arbeitsergebnisse vor Kommiliton*innen vertreten und <p>die Leistungen der Kommiliton*innen im Vergleich zu Ihrer eigenen Leistung einschätzen und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen umgehen.</p> | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die zu bearbeitende Fragestellung erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen. Sie sind fähig in Rücksprache mit Lehrenden ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und dieser Basis weitere Fragestellungen und für die Lösung notwendigen Arbeitsschritte zu definieren. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Schriftliche Ausarbeitung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Schriftliche Ausarbeitung inkl. Vortrag | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie- und Bioprozesstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L1832: Bioraffinerien - Technische Auslegung und Optimierung | |
|--|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Oliver Lüdtkke |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Empfohlene Vorkenntnisse:</p> <p>Prozess- und Anlagentechnik I und II</p> <p>Thermische Grundoperationen</p> <p>Wärme- und Stoffübertragung</p> <p>Strömungsmechanik I und II</p> <p>I. Wiederholung Grundlagen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rohrbündel Wärmeübertrager 2. Dampfkessel und Kältemaschinen 3. Pumpen und Turbinen 4. Strömung in Rohrleitungssystemen 5. Pumpen und Mischen nicht-newtonscher Fluide 6. Anforderungen eines detaillierten Anlagen-Aufstellungsplans <p>II. Selbstständiges Rechnen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Das Planen und Auslegen eines spezifischen Anlagenteils einer Bioraffinerie in Gruppenarbeit (z.B. Ethanoldestillation oder Fermentation) auf Basis realistischer Annahmen aus der Industrie. <ul style="list-style-type: none"> ◦ Massen- & Energiebilanzen (Aspen) ◦ Spezifische Apparate Auslegung (Wärmetauscher/Pumpen/Behälter/Rohre etc.) ◦ Isolierungen, Wanddicken und Behälter Material ◦ Energie-, Dampf-, Kühlbedarf ◦ Armaturen und Messinstrumente sowie Sicherheitseinrichtungen ◦ Vorgabe der Hauptregelkreise 2. Dabei wird der Zusammenhang und die Abhängigkeiten verschiedener Phänomene deutlich und die Beschreibung des Prozesses erfolgt anhand einer tatsächlich existierenden Anlage. 3. Im Detail Engineering wird besonders auf Aspekte der Anlagenplanung eingegangen, die bei der realen Umsetzung zur Konstruktion entscheidend sind. So kann ein hoher Detailgrad erreicht werden mit dem es möglich ist einen Aufstellungsplan zu konzipieren. 4. Je nach Zeitbedarf und Gruppengröße werden auch Kostenabschätzung und die Erstellung eines ausführlichen R&I Fließbildes betrachtet |
| Literatur | <p>Perry, R.;Green, R.: Perry's Chemical Engineers' Handbook, 8th Edition, McGraw Hill Professional, 2007</p> <p>Sinnot, R. K.: Chemical Engineering Design, Elsevier, 2014</p> |

| Lehrveranstaltung L0022: CAPE bei Energieprojekten | |
|--|---|
| Typ | Projektierungskurs |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Martin Kaltschmitt |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • CAPE = <i>Computer-Aided-Project-Engineering</i> • EINFÜHRUNG IN DIE THEORIE <ul style="list-style-type: none"> ◦ Klassen von Simulationsprogrammen ◦ Sequentiell-modularer Ansatz ◦ Gleichungsorientierter Ansatz ◦ Simultan-modularer Ansatz ◦ Allgemeine Vorgehensweise bei der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben ◦ Spezielle Vorgehensweise zur Lösung von Modellen mit Rückführungen • COMPUTER-ÜBUNGEN zu erneuerbaren Energieprojekten MIT ASPEN PLUS® UND ASPEN CUSTOM MODELER® <ul style="list-style-type: none"> ◦ Anwendungsbereich, Potential und Grenzen von Aspen Plus® und Aspen Custom Modeler® ◦ Benutzung der integrierten Datenbanken für Stoffdaten ◦ Methoden zur Abschätzung nicht vorhandener physikalischer Stoffdaten ◦ Benutzung der Modellbibliotheken und Prozesssynthese ◦ Anwendung von Design-Spezifikationen und Sensitivitätsanalysen ◦ Lösung von Optimierungsproblemen <p>Innerhalb des Seminars werden die verschiedenen Aufgabenstellungen aktiv diskutiert und auf verschiedene Anwendungsfälle angewandt.</p> |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • Aspen Plus® - Aspen Plus User Guide • William L. Luyben; Distillation Design and Control Using Aspen Simulation; ISBN-10: 0-471-77888-5 |

| Modul M0896: Bioprocess and Biosystems Engineering | | | |
|--|--|------------|-----------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Auslegung und Betrieb von Bioreaktoren (L1034) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Bioreaktoren und Biosystemtechnik (L1037) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 2 |
| Biosystemtechnik (L1036) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Anna-Lena Heins | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Knowledge of bioprocess engineering and process engineering at bachelor level | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> After completion of this module, participants will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> differentiate between different kinds of bioreactors and describe their key features identify and characterize the peripheral and control systems of bioreactors depict integrated biosystems (bioprocesses including up- and downstream processing) name different sterilization methods and evaluate those in terms of different applications recall and define the advanced methods of modern systems-biological approaches connect the multiple "omics"-methods and evaluate their application for biological questions recall the fundamentals of modeling and simulation of biological networks and biotechnological processes and to discuss their methods assess and apply methods and theories of genomics, transcriptomics, proteomics and metabolomics in order to quantify and optimize biological processes at molecular and process levels. <p><i>Fertigkeiten</i> After completion of this module, participants will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> describe different process control strategies for bioreactors and chose them after analysis of characteristics of a given bioprocess plan and construct a bioreactor system including peripherals from lab to pilot plant scale adapt a present bioreactor system to a new process and optimize it develop concepts for integration of bioreactors into bioproduction processes combine the different modeling methods into an overall modeling approach, to apply these methods to specific problems and to evaluate the achieved results critically connect all process components of biotechnological processes for a holistic system view. | | |
| Personale Kompetenzen | <p><i>Sozialkompetenz</i> After completion of this module, participants will be able to debate technical questions in small teams to enhance the ability to take position to their own opinions and increase their capacity for teamwork.</p> <p>The students can reflect their specific knowledge orally and discuss it with other students and teachers.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> After completion of this module, participants will be able to solve a technical problem in teams of approx. 8-12 persons independently including a presentation of the results.</p> <ul style="list-style-type: none"> | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| Lehrveranstaltung L1034: Bioreactor Design and Operation | |
|--|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Anna-Lena Heins |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Design of bioreactors and peripheries:</p> <ul style="list-style-type: none"> • reactor types and geometry • materials and surface treatment • agitation system design • insertion of stirrer • sealings • fittings and valves • peripherals • materials • standardization • demonstration in laboratory and pilot plant <p>Sterile operation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • theory of sterilisation processes • different sterilisation methods • sterilisation of reactor and probes • industrial sterile test, automated sterilisation • introduction of biological material • autoclaves • continuous sterilisation of fluids • deep bed filters, tangential flow filters • demonstration and practice in pilot plant <p>Instrumentation and control:</p> <ul style="list-style-type: none"> • temperature control and heat exchange • dissolved oxygen control and mass transfer • aeration and mixing • used gassing units and gassing strategies • control of agitation and power input • pH and reactor volume, foaming, membrane gassing <p>Bioreactor selection and scale-up:</p> <ul style="list-style-type: none"> • selection criteria • scale-up and scale-down • reactors for mammalian cell culture <p>Integrated biosystem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • interactions and integration of microorganisms, bioreactor and downstream processing • Miniplant technologies <p>Team work with presentation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operation mode of selected bioprocesses (e.g. fundamentals of batch, fed-batch and continuous cultivation) |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • Storhas, Winfried, Bioreaktoren und periphere Einrichtungen, Braunschweig: Vieweg, 1994 • Chmiel, Horst, Bioprozeßtechnik; Springer 2011 • Krahe, Martin, Biochemical Engineering, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry • Pauline M. Doran, Bioprocess Engineering Principles, Second Edition, Academic Press, 2013 • Other lecture materials to be distributed |

| Lehrveranstaltung L1037: Bioreactors and Biosystems Engineering | |
|--|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 1 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Anna-Lena Heins |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Introduction to Biosystems Engineering (Exercise)</p> <p>Experimental basis and methods for biosystems analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to genomics, transcriptomics and proteomics • More detailed treatment of metabolomics • Determination of in-vivo kinetics • Techniques for rapid sampling • Quenching and extraction • Analytical methods for determination of metabolite concentrations <p>Analysis, modelling and simulation of biological networks</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metabolic flux analysis • Introduction • Isotope labelling • Elementary flux modes • Mechanistic and structural network models • Regulatory networks • Systems analysis • Structural network analysis • Linear and non-linear dynamic systems • Sensitivity analysis (metabolic control analysis) <p>Modelling and simulation for bioprocess engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelling of bioreactors • Dynamic behaviour of bioprocesses <p>Selected projects for biosystems engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Miniaturisation of bioreaction systems • Miniplant technology for the integration of biosynthesis and downstream processing • Technical and economic overall assessment of bioproduction processes |
| Literatur | <p>E. Klipp et al. Systems Biology in Practice, Wiley-VCH, 2006</p> <p>R. Dohrn: Miniplant-Technik, Wiley-VCH, 2006</p> <p>G.N. Stephanopoulos et. al.: Metabolic Engineering, Academic Press, 1998</p> <p>I.J. Dunn et. al.: Biological Reaction Engineering, Wiley-VCH, 2003</p> <p>Lecture materials to be distributed</p> |

| Lehrveranstaltung L1036: Biosystems Engineering | |
|--|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Johannes Gescher, Prof. Anna-Lena Heins |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Introduction to Biosystems Engineering</p> <p>Experimental basis and methods for biosystems analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to genomics, transcriptomics and proteomics • More detailed treatment of metabolomics • Determination of in-vivo kinetics • Techniques for rapid sampling • Quenching and extraction • Analytical methods for determination of metabolite concentrations <p>Analysis, modelling and simulation of biological networks</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metabolic flux analysis • Introduction • Isotope labelling • Elementary flux modes • Mechanistic and structural network models • Regulatory networks • Systems analysis • Structural network analysis • Linear and non-linear dynamic systems • Sensitivity analysis (metabolic control analysis) <p>Modelling and simulation for bioprocess engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelling of bioreactors • Dynamic behaviour of bioprocesses <p>Selected projects for biosystems engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Miniaturisation of bioreaction systems • Miniplant technology for the integration of biosynthesis and downstream processin • Technical and economic overall assessment of bioproduction processes |
| Literatur | <p>E. Klipp et al. Systems Biology in Practice, Wiley-VCH, 2006</p> <p>R. Dohrn: Miniplant-Technik, Wiley-VCH, 2006</p> <p>G.N. Stephanopoulos et. al.: Metabolic Engineering, Academic Press, 1998</p> <p>I.J. Dunn et. al.: Biological Reaction Engineering, Wiley-VCH, 2003</p> <p>Lecture materials to be distributed</p> |

| Modul M0952: Industrielle Bioproszesstechnik | | | |
|---|--|---|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Bioverfahrenstechnische Produktionsprozesse (L1065) | | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 3 |
| Entwicklung Bioverfahrenstechnischer Prozesse in der industriellen Praxis (L1172) | | Seminar | 2 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Anna-Lena Heins | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Kenntnisse der Bioverfahrenstechnik oder Verfahrenstechnik auf Bachelorniveau | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz <i>Wissen</i> | Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> • können die Studierenden den aktuellen Stand der Forschung zum jeweils diskutierten Themengebiet wiedergeben • können die Studierenden die grundlegenden Prinzipien des jeweils bearbeiteten biotechnologischen Produktionsprozesse benennen | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> • aktuelle Forschungsansätze zu analysieren und zu bewerten • biotechnologische Produktionsprozesse grundsätzlich auszulegen | | |
| Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> | Die Studierenden sind in der Lage, gemeinsam im Team mit mehreren Studierenden vorgegebene Aufgaben zu lösen und ihre Arbeitsergebnisse im Plenum zu diskutieren und zu verteidigen. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmer*innen in der Lage, sich eigenständig in Teams von etwa 8-12 Personen zu organisieren, um die Lösung für ein komplexes technisches Problem selbstständig zu erarbeiten und zu präsentieren. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Referat | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Vortrag + Diskussion (45 min) + Schriftliche Ausarbeitung (10 Seiten), | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie- und Bioproszesstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L1065: Bioverfahrenstechnische Produktionsprozesse | |
|---|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Wilfried Blümke |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>In dieser Lehrveranstaltung wird ein Überblick über die wichtigsten biotechnologischen Produktionsprozesse gegeben. Neben den einzelnen Verfahren und deren spezifischen Anforderungen werden auch übergreifende Aspekte der industriellen Realität adressiert wie z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asset Lifecycle • Digitalisierung in der Bioprozess-Industrie • Grundprinzipien der industriellen Bioverfahrensentwicklung • Nachhaltigkeits-Aspekte bei der Entwicklung bioverfahrenstechnischer Prozesse |
| Literatur | <p>Chmiel H (ed). Bioprozesstechnik, Springer 2011, ISBN: 978-3-8274-2476-1</p> <p>Bailey, James and David F. Ollis: Biochemical Engineering Fundamentals. -2nd ed.; New York: McGraw Hill, 1986.</p> <p>Becker, Th. et al. (2008) Biotechnology. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. http://www.mrw.interscience.wiley.com/emrw/9783527306732/ueic/article/a04_107/current/abstract</p> <p>Doran, Pauline M.: Bioprocess Engineering Principles, Academic Press, 2003</p> <p>Hass, V. und R. Pörtner: Praxis der Bioprozesstechnik. Spektrum Akademischer Verlag (2011), 2. Auflage</p> <p>Krahe M (2003) Biochemical Engineering. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. http://www.mrw.interscience.wiley.com/ueic/articles/b04_381/frame.html</p> <p>Schuler, M.L. / Kargi, F.: Bioprocess Engineering - Basic concepts</p> |

| Lehrveranstaltung L1172: Entwicklung Bioverfahrenstechnischer Prozesse in der industriellen Praxis | |
|---|--|
| Typ | Seminar |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Stephan Freyer |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Diese Lehrveranstaltung gibt einen Einblick in die Methodik bei der Entwicklung von Prozessen der Industriellen Biotechnologie. Wichtige Teilaspekte hierbei sind beispielweise die Entwicklung der Fermentation und der Aufarbeitungsschritte zum jeweiligen Zielmolekül, die Integration der Teilschritte zu einem Gesamtverfahren sowie die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.</p> |
| Literatur | <p>Chmiel H (ed). Bioprozesstechnik, Springer 2011, ISBN: 978-3-8274-2476-1 [Titel anhand dieser ISBN in Citavi-Projekt übernehmen]</p> <p>Bailey, James and David F. Ollis: Biochemical Engineering Fundamentals. -2nd ed.; New York: McGraw Hill, 1986.</p> <p>Becker, Th. et al. (2008) Biotechnology. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. http://www.mrw.interscience.wiley.com/emrw/9783527306732/ueic/article/a04_107/current/abstract</p> <p>Doran, Pauline M.: Bioprocess Engineering Principles, Academic Press, 2003</p> <p>Hass, V. und R. Pörtner: Praxis der Bioprozesstechnik. Spektrum Akademischer Verlag (2011), 2. Auflage</p> <p>Krahe M (2003) Biochemical Engineering. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. http://www.mrw.interscience.wiley.com/ueic/articles/b04_381/frame.html</p> <p>Schuler, M.L. / Kargi, F.: Bioprocess Engineering - Basic concepts</p> |

| Modul M2029: Process Imaging | | | |
|---|---|---|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Prozessbildung (L2723) | | Vorlesung | 3 3 |
| Prozessbildung in der Praxis (L2724) | | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Alexander Penn | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | No special prerequisites needed. An interest in imaging techniques and image processing is helpful but not mandatory. | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> The module focuses primarily on discussing established imaging techniques including (a) optical and infrared imaging, (b) magnetic resonance imaging, (c) X-ray imaging and tomography. Moreover, it presents and discusses a range of more recent imaging modalities. The students will learn:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. what these imaging techniques can measure (such as sample density or concentration, material transport, chemical composition, temperature), 2. how the measurement techniques work (physical measurement principles, hardware requirements, image reconstruction), and 3. how to determine the most suited imaging methods for a given problem. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | <p>After the successful completion of the course, the students shall:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. understand the physical principles and practical aspects of the most common imaging methods, 2. be able to assess the pros and cons of these methods with regard to cost, complexity, expected contrasts, spatial and temporal resolution, and based on this assessment 3. be able to identify the most suited imaging modality for any specific engineering challenge in the field of chemical and bioprocess engineering. | | |
| Personale Kompetenzen | <p><i>Sozialkompetenz</i> In the problem-based interactive course, students work in small teams and set up two process imaging systems and use these systems to measure relevant process parameters in different chemical and bioprocess engineering applications. The teamwork will foster interpersonal communication skills.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are guided to work in self-motivation due to the challenge-based character of this module. A final presentation improves presentation skills.</p> | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 70 % schriftlicher Prüfung, 30% aktiver Mitarbeit und Abschlusspräsentation der problembasierten Lerneinheiten mit 5- 10 seitigen Bericht | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie- und Bioproszesstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L2723: Process Imaging | |
|--|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Alexander Penn |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>The lecture focuses primarily on presenting and discussing established imaging techniques relevant to the field of engineering including (a) optical and infrared imaging, (b) magnetic resonance imaging, (c) X-ray imaging and tomography. Moreover, it presents and discusses a range of more recent imaging modalities. The students will learn:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. what these imaging techniques can measure (such as sample density or concentration, material transport, chemical composition, temperature), 2. how the measurement techniques work (physical measurement principles, hardware requirements, image reconstruction), and 3. how to determine the most suited imaging methods for a given problem. |
| Literatur | <p>Wang, M. (2015). Industrial Tomography. Cambridge, UK: Woodhead Publishing.</p> <p>Available as e-book in the library of TUHH: https://katalog.tub.tuhh.de/Record/823579395</p> |

| Lehrveranstaltung L2724: Applied Process Imaging | |
|--|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Alexander Penn, Dr. Stefan Benders |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Content: The module focuses primarily on discussing established imaging techniques including (a) optical and infrared imaging, (b) magnetic resonance imaging, (c) X-ray imaging and tomography, and (d) ultrasound imaging and also covers a range of more recent imaging modalities. The students will learn:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. what these imaging techniques can measure (such as sample density or concentration, material transport, chemical composition, temperature), 2. how the measurements work (physical measurement principles, hardware requirements, image reconstruction), and 3. how to determine the most suited imaging methods for a given problem. <p>Learning goals: After the successful completion of the course, the students shall:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. understand the physical principles and practical aspects of the most common imaging methods, 2. be able to assess the pros and cons of these methods with regard to cost, complexity, expected contrasts, spatial and temporal resolution, and based on this assessment 3. be able to identify the most suited imaging modality for any specific engineering challenge in the field of chemical and bioprocess engineering. |
| Literatur | <p>Wang, M. (2015). Industrial Tomography. Cambridge, UK: Woodhead Publishing.</p> <p>Available as e-book in the library of TUHH: https://katalog.tub.tuhh.de/Record/823579395</p> |

| Modul M2028: Computational Fluid Dynamics in Process Engineering | | | |
|--|--|--------------|------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS |
| Lagrangescher Transport in turbulenten Strömungen (L2301) | | Vorlesung | 2 |
| Numerische Strömungssimulation - Übung mit OpenFoam (L1375) | | Gruppenübung | 1 |
| Numerische Strömungssimulation in der Verfahrenstechnik (L1052) | | Vorlesung | 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Michael Schlüter | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> • Mathematics I-IV • Basic knowledge in Fluid Mechanics • Basic knowledge in chemical thermodynamics | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | After successful completion of the module the students are able to <ul style="list-style-type: none"> • explain the the basic principles of statistical thermodynamics (ensembles, simple systems) • describe the main approaches in classical Molecular Modeling (Monte Carlo, Molecular Dynamics) in various ensembles • discuss examples of computer programs in detail, • evaluate the application of numerical simulations, • list the possible start and boundary conditions for a numerical simulation. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> • set up computer programs for solving simple problems by Monte Carlo or molecular dynamics, • solve problems by molecular modeling, • set up a numerical grid, • perform a simple numerical simulation with OpenFoam, • evaluate the result of a numerical simulation. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | The students are able to <ul style="list-style-type: none"> • develop joint solutions in mixed teams and present them in front of the other students, • to collaborate in a team and to reflect their own contribution toward it. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> • evaluate their learning progress and to define the following steps of learning on that basis, • evaluate possible consequences for their profession. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Mündliche Prüfung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 30 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Computational Methods and Machine Learning in Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L2301: Lagrangian transport in turbulent flows | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Yan Jin |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | Contents <ul style="list-style-type: none"> - Common variables and terms for characterizing turbulence (energy spectra, energy cascade, etc.) - An overview of Lagrange analysis methods and experiments in fluid mechanics |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Critical examination of the concept of turbulence and turbulent structures. - Calculation of the transport of ideal fluid elements and associated analysis methods (absolute and relative diffusion, Lagrangian Coherent Structures, etc.) - Implementation of a Runge-Kutta 4th-order in Matlab - Introduction to particle integration using ODE solver from Matlab - Problems from turbulence research - Application analytical methods with Matlab. <p>Structure:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 14 units a 2x45 min. - 10 units lecture - 4 Units Matlab Exercise- Go through the exercises Matlab, Peer2Peer? Explain solutions to your colleague <p>Learning goals:</p> <p>Students receive very specific, in-depth knowledge from modern turbulence research and transport analysis. → Knowledge</p> <p>The students learn to classify the acquired knowledge, they study approaches to further develop the knowledge themselves and to relate different data sources to each other. → Knowledge, skills</p> <p>The students are trained in the personal competence to independently delve into and research a scientific topic. → Independence</p> <p>Matlab exercises in small groups during the lecture and guided Peer2Peer discussion rounds train communication skills in complex situations. The mixture of precise language and intuitive understanding is learnt. → Knowledge, social competence</p> <p>Required knowledge:</p> <p>Fluid mechanics 1 and 2 advantageous</p> <p>Programming knowledge advantageous</p> |
|--|---|

| | |
|------------------|--|
| Literatur | <p>Bakunin, Oleg G. (2008): Turbulence and Diffusion. Scaling Versus Equations. Berlin [u. a.]: Springer Verlag.</p> <p>Bourgoin, Mickaël; Ouellette, Nicholas T.; Xu, Haitao; Berg, Jacob; Bodenschatz, Eberhard (2006): The role of pair dispersion in turbulent flow. In: Science (New York, N.Y.) 311 (5762), S. 835-838. DOI: 10.1126/science.1121726.</p> <p>Davidson, P. A. (2015): Turbulence. An introduction for scientists and engineers. Second edition. Oxford: Oxford Univ. Press.</p> <p>Graff, L. S.; Guttu, S.; LaCasce, J. H. (2015): Relative Dispersion in the Atmosphere from Reanalysis Winds. In: J. Atmos. Sci. 72 (7), S. 2769-2785. DOI: 10.1175/JAS-D-14-0225.1.</p> <p>Grigoriev, Roman (2011): Transport and Mixing in Laminar Flows. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.</p> <p>Haller, George (2015): Lagrangian Coherent Structures. In: Annu. Rev. Fluid Mech. 47 (1), S. 137-162. DOI: 10.1146/annurev-fluid-010313-141322.</p> <p>Kameke, A. von; Huhn, F.; Fernández-García, G.; Muñozuri, A. P.; Pérez-Muñozuri, V. (2010): Propagation of a chemical wave front in a quasi-two-dimensional superdiffusive flow. In: Physical review. E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics 81 (6 Pt 2), S. 66211. DOI: 10.1103/PhysRevE.81.066211.</p> <p>Kameke, A. von; Huhn, F.; Fernández-García, G.; Muñozuri, A. P.; Pérez-Muñozuri, V. (2011): Double cascade turbulence and Richardson dispersion in a horizontal fluid flow induced by Faraday waves. In: Physical review letters 107 (7), S. 74502. DOI: 10.1103/PhysRevLett.107.074502.</p> <p>Kameke, A.v.; Kastens, S.; Rüttinger, S.; Herres-Pawlis, S.; Schlüter, M. (2019): How coherent structures dominate the residence time in a bubble wake: An experimental example. In: Chemical Engineering Science 207, S. 317-326. DOI: 10.1016/j.ces.2019.06.033.</p> <p>Klages, Rainer; Radons, Günter; Sokolov, Igor M. (2008): Anomalous Transport: Wiley.</p> <p>LaCasce, J. H. (2008): Statistics from Lagrangian observations. In: Progress in Oceanography 77 (1), S. 1-29. DOI: 10.1016/j.pocean.2008.02.002.</p> <p>Neufeld, Zoltán; Hernández-García, Emilio (2009): Chemical and Biological Processes in Fluid Flows: PUBLISHED BY IMPERIAL COLLEGE PRESS AND DISTRIBUTED BY WORLD SCIENTIFIC PUBLISHING CO.</p> <p>Onu, K.; Huhn, F.; Haller, G. (2015): LCS Tool: A computational platform for Lagrangian coherent structures. In: Journal of Computational Science 7, S. 26-36. DOI: 10.1016/j.jocs.2014.12.002.</p> <p>Ouellette, Nicholas T.; Xu, Haitao; Bourgoin, Mickaël; Bodenschatz, Eberhard (2006): An experimental study of turbulent relative dispersion models. In: New J. Phys. 8 (6), S. 109. DOI: 10.1088/1367-2630/8/6/109.</p> <p>Pope, Stephen B. (2000): Turbulent Flows. Cambridge: Cambridge University Press.</p> |
|------------------|--|

Rivera, M. K.; Ecke, R. E. (2005): Pair dispersion and doubling time statistics in two-dimensional turbulence. In: Physical review letters 95 (19), S. 194503. DOI: 10.1103/PhysRevLett.95.194503.

Vallis, Geoffrey K. (2010): Atmospheric and oceanic fluid dynamics. Fundamentals and large-scale circulation. 5. printing. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Lehrveranstaltung L1375: Computational Fluid Dynamics - Exercises in OpenFoam

| | |
|----------------------------------|--|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Michael Schlüter |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • generation of numerical grids with a common grid generator • selection of models and boundary conditions • basic numerical simulation with OpenFoam within the TUHH CIP-Pool |
| Literatur | OpenFoam Tutorials (StudIP) |

Lehrveranstaltung L1052: Computational Fluid Dynamics in Process Engineering

| | |
|----------------------------------|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Michael Schlüter |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction into partial differential equations • Basic equations • Boundary conditions and grids • Numerical methods • Finite difference method • Finite volume method • Time discretisation and stability • Population balance • Multiphase Systems • Modeling of Turbulent Flows • Exercises: Stability Analysis • Exercises: Example on CFD - analytically/numerically |
| Literatur | <p>Paschedag A.R.: CFD in der Verfahrenstechnik: Allgemeine Grundlagen und mehrphasige Anwendungen, Wiley-VCH, 2004 ISBN 3-527-30994-2.</p> <p>Ferziger, J.H.; Peric, M.: Numerische Strömungsmechanik. Springer-Verlag, Berlin, 2008, ISBN: 3540675868.</p> <p>Ferziger, J.H.; Peric, M.: Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer, 2002, ISBN 3-540-42074-6</p> |

| Modul M1777: Introduction to model-based industrial process development for biopharmaceuticals | | | |
|--|---|------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Design und Scale-up von belüfteten Bioreaktoren für biopharmazeutische Produkte (L2922) | | Seminar | 2 3 |
| Einblicke in die biopharmazeutische Produktion (L2921) | | Seminar | 2 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Michael Schlüter | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | All lectures from the undergraduate studies, especially mathematics, chemistry, thermodynamics, fluid mechanics, heat- and mass transfer, transport processes | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | Students will be able to: | | |
| <i>Wissen</i> | <ul style="list-style-type: none"> describe and evaluate pharmaceutical processes from a process engineering perspective. name and use the essential models for process development describe and evaluate bioreactors for pharmaceutical processes, especially gassed stirred tank reactors. describe various pharmaceutical processes and contrast their modes of operation and essential characteristics. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> Describe, optimize and design biopharmaceutical processes using models, Describe, optimize and design gassed stirred reactors as a typical type of apparatus. | | |
| Personale Kompetenzen | The students are able to discuss in international teams in english and develop an approach under pressure of time. | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Students are able to independently define tasks for working on the overall problem of "Modeling a process for biopharmaceutical production". The knowledge required for this is acquired by the students themselves, building on the knowledge imparted in the lecture, and they decide which equations and models from the lecture are to be used for implementation. They can organize themselves in a team and assign priorities for subtasks. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Mündliche Prüfung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 20 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L2922: Design and Scale up of aerated bioreactors for biopharmaceutical products | |
|--|--|
| Typ | Seminar |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Jürgen Fitschen, Dr. Thomas Wucherpfennig |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> Introduction to aerated stirred tank reactors and alternative reactor concepts Mixing and mass transfer performance (example with M-STAR) Energy dissipation rates and shear stress Gas holdup and bubble size distribution Experimental methods for the characterization of aerated stirred tank reactors Common design and scale up concepts Concept of compartments Design and scale up assisted by Computational Fluid Dynamics |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L2921: Insights into biopharmaceutical production | |
|---|--|
| Typ | Seminar |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Jürgen Fitschen, Dr. Thomas Wucherpfennig |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to biopharma including biopharmaceutical products (e.g. vaccine) • Biopharma market • Clinical studies • Quality of products • Drug substance process development (cell therapy) • Drug product development • Insilico process development (equipment, process, digital twin) • Scale-up, transfer and production of biopharmaceutical products • Regulatory topics and market authorization • Biopharma lab & production planning • Data, handling, statistics, Experiment Planning (DOE) • Capacity modeling, Software "Bio-G" |
| Literatur | |

| Modul M2094: Solid Process Engineering and Air Pollution Abatement in Chemical Industry | | | |
|---|---|------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Feststoffverfahrenstechnik in der chemischen Industrie (L2021) | | Vorlesung | 2 3 |
| Technologie der Luftreinhaltung (L0203) | | Vorlesung | 2 3 |
| Modulverantwortlicher | Dr. Swantje Pietsch-Braune | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Basic knowledge of process engineering and chemistry Basic knowledge of solids process engineering and separation technology | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | After successful completion of the module students are able to | | |
| <i>Wissen</i> | <ul style="list-style-type: none"> • discuss legal regulations in the area of emissions and air quality • explain the effects of air pollutants on the environment, • name and explain off gas treatment processes and to define their area of application • describe and design processes of solid process engineering that are applied on an industrial scale in the chemical industry • comprehensively capture process steps and create process chains | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Students are able to | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • combine processes for cleaning of off-gases depending on the pollutants contained in the gases • design processes of mechanical process engineering on industrial scale | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 90 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L2021: Solid Matter Process in Chemical Industry | |
|--|------------------------------------|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Frank Kleine Jäger |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L0203: Air Pollution Abatement | |
|--|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Swantje Pietsch-Braune |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | In the lecture methods for the reduction of emissions from industrial plants are treated. At the beginning a short survey of the different forms of air pollutants is given. In the second part physical principals for the removal of particulate and gaseous pollutants from flue gases are treated. Industrial applications of these principles are demonstrated with examples showing the removal of specific compounds, e.g. sulfur or mercury from flue gases of incinerators. |
| Literatur | Handbook of air pollution prevention and control, Nicholas P. Cheremisinoff. - Amsterdam [u.a.] : Butterworth-Heinemann, 2002 Atmospheric pollution : history, science, and regulation, Mark Zachary Jacobson. - Cambridge [u.a.] : Cambridge Univ. Press, 2002 Air pollution control technology handbook, Karl B. Schnelle. - Boca Raton [u.a.] : CRC Press, c 2002 Air pollution, Jeremy Colls. - 2. ed. - London [u.a.] : Spon, 2002 |

| Modul M2006: Waste Treatment and Recycling | | | |
|---|---|------------|-----------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Planung von Abfallbehandlungsanlagen (L3267) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 3 |
| Recyclingtechnologien und Thermische Abfallbehandlung (L3265) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Recyclingtechnologien und Thermische Abfallbehandlung (L3266) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Kerstin Kuchta | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> • Basics of thermo dynamics • Basics of fluid dynamics • fluid dynamics chemistry | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> The students can name, describe current issue and problems in the field of waste treatment (mechanical, chemical and thermal) and contemplate them in the context of their field.</p> <p>The industrial application of unit operations as part of process engineering is explained by actual examples of waste technologies . Compostion, particle sizes, transportation and dosing of wastes are described as important unit operations .</p> <p>Students will be able to design and design waste treatment technology equipment.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> The students are able to select suitable processes for the treatment of wastes or raw material with respect to their characteristics and the process aims. They can evaluate the efforts and costs for processes and select economically feasible treatment concepts.</p> | | |
| Personale Kompetenzen | <p><i>Sozialkompetenz</i> Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> • respectfully work together as a team and discuss technical tasks • participate in subject-specific and interdisciplinary discussions, • develop cooperated solutions • promote the scientific development and accept professional constructive criticism. <p><i>Selbstständigkeit</i> Students can independently tap knowledge of the subject area and transform it to new questions. They are capable, in consultation with supervisors, to assess their learning level and define further steps on this basis. Furthermore, they can define targets for new application-or research-oriented duties in accordance with the potential social, economic and cultural impact.</p> | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3267: Planning of waste treatment plants | |
|---|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Rüdiger Siechau |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>The focus is on getting to know the organization and practice of waste management companies. Topics such as planning, financing and logistics will be discussed and there will be an excursion (waste incineration plant, vehicle fleet and collection systems / containers).</p> <p>Project based learning: You will be given a task to work on independently in groups of 4 to 6 students. All tools and data needed for the project work will be discussed in the lecture "Recycling Technologies and Thermal Waste Treatment". Course documents can be downloaded from StudIP. Communication during the project work also takes place via StudIP.</p> |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Abfallwirtschaft; Martin Kranert, Klaus Cord-Landwehr (Hrsg.); Vieweg + Teubner Verlag; 2010 • PowerPoint Präsentationen in Stud IP |

| Lehrveranstaltung L3265: Recycling technologies and thermal waste treatment | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Kerstin Kuchta |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction, actual state-of-the-art of waste incineration, aims. legal background, reaction principals • basics of incineration processes: waste composition, calorific value, calculation of air demand and flue gas composition • Incineration techniques: grate firing, ash transfer, boiler • Flue gas cleaning: Volume, composition, legal frame work and emission limits, dry treatment, scrubber, de-nox techniques, dioxin elimination, Mercury elimination • Ash treatment: Mass, quality, treatment concepts, recycling, disposal |
| Literatur | Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Thermische Abfallbehandlung Bande 1-7. EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin, 196 - 2013. |

| Lehrveranstaltung L3266: Recycling technologies and thermal waste treatment | |
|---|------------------------------------|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Kerstin Kuchta |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M1354: Advanced Fuels | | | |
|--|---|--------------------------------|---|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Biokraftstoffe der 2. Generation und Strombasierte Kraftstoffe (L2414) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Kohlenstoffdioxid als ökonomische Determinante im Mobilitätssektor (L1926) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Mobilität und Klimaschutz (L2416) | Gruppenübung | 2 | 2 |
| Nachhaltigkeitsaspekte und regulatorischer Rahmen (L2415) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Martin Kaltschmitt | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Bachelorabschluss in Verfahrenstechnik, Bioverfahrenstechnik oder Energie- und Umwelttechnik | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> Die Studierenden lernen innerhalb des Moduls verschiedene Bereitstellungspfade zur Herstellung von Advanced Fuels (Biokraftstoffe wie z. B. Alcohol-to-Jet; Strom-basierte Kraftstoffe wie z. B. Power-to-Liquid) kennen. Dazu werden die verschiedenen Verfahrensketten erläutert und die regulatorischen Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Kraftstoffproduktion beleuchtet. Hierzu gehören beispielsweise die Anforderungen der Erneuerbare-Energien-Richtlinie II sowie die Voraussetzungen und Aspekte für einen Markthochlauf dieser Kraftstoffe. Für die ganzheitliche Bewertung der verschiedenen Kraftstoffoptionen werden diese abschließend unter ökologischen und ökonomischen Faktoren betrachtet.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme des Moduls in der Lage zur Lösung von Simulations- und Anwendungsaufgaben der erneuerbaren Energietechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulübergreifende Lösungsansätze zur Auslegung und Darstellung von Kraftstoffproduktionsprozessen bzw. den entsprechenden Bereitstellungsketten • Umfangreiche Analyse verschiedener Kraftstoffbereitstellungsoptionen in technischer, ökologischer und ökonomischer Sicht <p>Durch aktive Diskussionen der verschiedenen Themenschwerpunkte innerhalb der Vorlesungen und Übungen des Moduls verbessern die Studierenden das Verständnis und die Anwendung der theoretischen Grundlagen und sind so in der Lage das Gelernte auf die Praxis zu übertragen.</p> | | |
| Personale Kompetenzen | <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren und gemeinsame Lösungen entwickeln.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die zu bearbeitende Fragestellung erschließen und sich das darin enthaltene Wissen aneignen. Sie sind fähig in Rücksprache mit Lehrenden ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Fragestellungen und die für die Lösung notwendigen Arbeitsschritte definieren.</p> | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
| | Ja 20 % | Schriftliche Ausarbeitung | Details werden in der ersten Veranstaltung bekannt gegeben. |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie- und Bioprosesstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L2414: Biokraftstoffe der 2. Generation und Strombasierte Kraftstoffe | |
|--|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Martin Kaltschmitt |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> Allgemeine Übersicht über verschiedene strombasierte Kraftstoffe und deren Prozesspfade, u.a. Power-to-Liquid Prozess (Fischer-Tropsch-Synthese, Methanol Synthese), Power-to-Gas (Sabatier-Prozess) Herkunft, Herstellung und Verwendung der Kraftstoffe |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> Vorlesungsskript |

| Lehrveranstaltung L1926: Kohlenstoffdioxid als ökonomische Determinante im Mobilitätssektor | |
|--|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Dr. Karsten Wilbrand |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> Allgemeine Übersicht über verschiedene Advanced Biofuels und deren Prozesspfade (u.a. Gas-to-Liquid, HEFA und Alcohol-to-Jet Prozesse) Herkunft, Herstellung und Verwendung der Kraftstoffe |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> Babu, V.: Biofuels Production. Beverly, Mass: Scrivener [u.a.], 2013 Olsson, L.: Biofuels. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007 William, L. L.: Distillation Design and Control Using Aspen Simulation; ISBN-10: 0-471-77888-5 Perry, R.; Green, R.: Perry's Chemical Engineers' Handbook, 8th Edition, McGraw Hill Professional, 20 Sinnot, R. K.: Chemical Engineering Design, Elsevier, 2014 Kaltschmitt, M.; Neuling, U. (Ed.): Biokerosene - Status and Prospects; Springer, Berlin, Heidelberg, 2018 |

| Lehrveranstaltung L2416: Mobilität und Klimaschutz | |
|---|---|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Benedikt Buchspies, Dr. Karsten Wilbrand |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Anwendung der erlernten theoretischen Kenntnisse aus den jeweiligen Vorlesungen anhand konkreter Aufgaben aus der Praxis</p> <ul style="list-style-type: none"> Auslegung und Simulation von Teilprozessen der Produktionsprozesse in Aspen Plus ® Ökologische und ökonomische Analyse von Kraftstoffbereitstellungspfaden Einordnung von Fallbeispielen in geltende Regularien |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> Skriptum zur Vorlesung Aspen Plus® - Aspen Plus User Guide |

| Lehrveranstaltung L2415: Nachhaltigkeitsaspekte und regulatorischer Rahmen | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Dr. Benedikt Buchspies |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Gesamtheitliche Betrachtung der unterschiedlichen Kraftstoffpfade mit u. a folgenden Themenschwerpunkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betrachtung der ökologischen Auswirkungen der verschiedenen Kraftstoffe • Ökonomische Betrachtung der verschiedenen alternativen Kraftstoffe • Regulatorischer Rahmen alternativer Kraftstoffe • Zertifizierung von alternativen Kraftstoffen • Markteinführungsmodelle alternativer Kraftstoffe |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • European Commission - Joint Research Center (2010): International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. Joint Research Center (JRC) Institut for Environment and Sustainability, Luxembourg • Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen |

| Modul M0537: Applied Thermodynamics: Thermodynamic Properties for Industrial Applications | | | |
|---|--|--------------------------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Angewandte Thermodynamik: Thermodynamische Größen für industrielle Anwendungen (L0100) | | Vorlesung | 4 3 |
| Angewandte Thermodynamik: Thermodynamische Größen für industrielle Anwendungen (L0230) | | Gruppenübung | 2 3 |
| Modulverantwortlicher | Dr. Simon Müller | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Thermodynamics III | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> The students are capable to formulate thermodynamic problems and to specify possible solutions. Furthermore, they can describe the current state of research in thermodynamic property predictions.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> The students are capable to apply modern thermodynamic calculation methods to multi-component mixtures and relevant biological systems. They can calculate phase equilibria and partition coefficients by applying equations of state, gE models, and COSMO-RS methods. They can provide a comparison and a critical assessment of these methods with regard to their industrial relevance. The students are capable to use the software COSMOtherm and relevant property tools of ASPEN and to write short programs for the specific calculation of different thermodynamic properties. They can judge and evaluate the results from thermodynamic calculations/predictions for industrial processes.</p> <p><i>Personale Kompetenzen</i></p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students are capable to develop and discuss solutions in small groups; further they can translate these solutions into calculation algorithms.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students can rank the field of "Applied Thermodynamics" within the scientific and social context. They are capable to define research projects within the field of thermodynamic data calculation.</p> | | |
| | | | |
| | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
| | Ja Keiner | Schriftliche Ausarbeitung | |
| Prüfung | Mündliche Prüfung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 20 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0100: Applied Thermodynamics: Thermodynamic Properties for Industrial Applications | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 4 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 34, Präsenzstudium 56 |
| Dozenten | Prof. Ralf Dohrn |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Phase equilibria in multicomponent systems • Partitioning in biorelevant systems • Calculation of phase equilibria in colloidal systems: UNIFAC, COSMO-RS (exercises in computer pool) • Calculation of partitioning coefficients in biological membranes: COSMO-RS (exercises in computer pool) • Application of equations of state (vapour pressure, phase equilibria, etc.) (exercises in computer pool) • Intermolecular forces, interaction Potentials • Introduction in statistical thermodynamics |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L0230: Applied Thermodynamics: Thermodynamic Properties for Industrial Applications | |
|--|--|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Simon Müller |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | exercises in computer pool, see lecture description for more details |
| Literatur | - |

| Modul M0900: Examples in Solid Process Engineering | | | | |
|--|--|--------------------------------|---|-----------|
| Lehrveranstaltungen | | | | |
| Titel | | Typ | SWS | LP |
| Grundlagen der Wirbelschichttechnologie (L0431) | | Vorlesung | 2 | 2 |
| Praktikum Wirbelschichttechnologie und Trocknungstechnologie (L1369) | | Laborpraktikum | 1 | 1 |
| Trocknungstechnologie (L3366) | | Vorlesung | 2 | 2 |
| Übungen zur Wirbelschichttechnologie und Trocknungstechnologie (L1372) | | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Stefan Heinrich | | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Knowledge from the module particle technology | | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> After completion of the module the students will be able to describe based on examples the assembly of solids engineering processes consisting of multiple apparatuses and subprocesses. They are able to describe the coaction and interrelation of subprocesses.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students are able to analyze tasks in the field of solids process engineering and to combine suitable subprocesses in a process chain.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students are able to discuss technical problems in a scientific manner.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to acquire scientific knowledge independently and discuss technical problems in a scientific manner.</p> | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | | |
| Leistungspunkte | 6 | | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung | |
| | Ja Keiner | Schriftliche Ausarbeitung | drei Berichte (pro Versuch ein Bericht) à 5-10 Seiten | |
| Prüfung | Klausur | | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 Minuten | | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | | |
| Lehrveranstaltung L0431: Fluidization Technology | | | | |
| Typ | Vorlesung | | | |
| SWS | 2 | | | |
| LP | 2 | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 | | | |
| Dozenten | Prof. Stefan Heinrich | | | |
| Sprachen | EN | | | |
| Zeitraum | WiSe | | | |
| Inhalt | Introduction: definition, fluidization regimes, comparison with other types of gas/solids reactors Typical fluidized bed applications Fluidmechanical principle Local fluid mechanics of gas/solid fluidization Fast fluidization (circulating fluidized bed) Entrainment Solids mixing in fluidized beds Application of fluidized beds to granulation and drying processes | | | |
| Literatur | Kunii, D.; Levenspiel, O.: Fluidization Engineering. Butterworth Heinemann, Boston, 1991. | | | |

| Lehrveranstaltung L1369: Practical Course Fluidization Technology and Drying Technology | |
|--|---|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Stefan Heinrich |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Experiments:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determination of the minimum fluidization velocity • Heat transfer in fluidized beds • Granulation • Spray drying • Freeze drying |
| Literatur | Kunii, D.; Levenspiel, O.: Fluidization Engineering. Butterworth Heinemann, Boston, 1991. |

| Lehrveranstaltung L3366: Drying Technology | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Swantje Pietsch-Braune |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Fundamental knowledge different drying technologies • Understand and calculate heat and mass transfer processes involved in the different drying technologies • Learn about most important types of dryers for industrial applications |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • Mujumdar, A. S., & Tsotsas, E. (2007). Modern drying technology. Weinheim: Wiley-VCH. • Krüger, O., Kast, W., & Kröll, K. (1978). Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik (3., neubearb. Aufl.). Berlin [u.a.]: Springer. |

| Lehrveranstaltung L1372: Exercises in Fluidization Technology and Drying Technology | |
|--|---|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Stefan Heinrich |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Exercises and calculation examples for the lectures Fluidization Technology and Drying Technology |
| Literatur | Kunii, D.; Levenspiel, O.: Fluidization Engineering. Butterworth Heinemann, Boston, 1991. |

| Modul M2142: Biocatalytical and Biotechnological Processes | | | |
|--|--|------------|------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS |
| Biokatalytische und biotechnologische Prozesse (L3453) | | Vorlesung | 4 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Andreas Liese | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | none | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | After successfully finishing this module, students are able: - to give an overview of genetic processes in the cell - to explain the application of industrial relevant biocatalysts - to explain and prove genetic differences between pro- and eukaryotes - to take care of necessary preparation steps for bioprocesses: sterilisation, medium composition and optimization - to design and optimize fermentation processes considering different operational modes (Batch, Fed-Batch, Chemostat) - to explain different steps in upstream processing: process scale - up and scale-down (microfluidic scale to industrial scale) - to give an overview of typical unit operations in downstream processing including important bioprocess examples | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | After completing the module, students are able to: - describe the growth of whole cells using kinetic approaches, differentiate between the various basic reactor types in biotechnological processes, and set up and solve differential equations for the mathematical description of fermentation processes. - evaluate the application of scale-up criteria for various bioreactors and process types and apply these criteria to given bioprocess engineering problems (microbial and cell culture processes) | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Students are able: - to do a literature survey and give an overview of a topic using scientific literature in an oral presentation - to develop and distribute work assignments for given problems | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Students are able to search information for a given problem by themselves prepare summaries of their search results for the team make themselves familiar with new topics | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 90 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3453: Biocatalytical and Biotechnological Processes | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 4 |
| LP | 6 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| Dozenten | Prof. Andreas Liese, Prof. Anna-Lena Heins, Prof. Johannes Gescher |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>The course consists of a four-hour lecture with an integrated seminar. The lecture is divided into three blocks. These blocks cover the basics of genetic modification of biocatalysts and fermentative processes, from process control and scaling to optimization and downstream processing of bioproducts.</p> <p>Institute of Technical Microbiology: The functionality of whole-cell biocatalysts and enzymes, the molecular biological principles of biological systems, and the possibilities for directed or undirected modification of organisms.</p> <p>Institute of Technical Biocatalysis: Fermentation in batch, fed-batch and chemostat Airation of bioprocesses Calculation of main parameters of fermentative processes</p> <p>Institute of Bioprocess and Biosystems Engineering: Preparation for bioprocesses: sterilisation, inoculum, medium composition and optimization Upstream Processing: bioprocess scale-up and scale-down (microfluidic scale to industrial scale) Downstream Processing: typical unit operations & overview of important bioprocess examples</p> <p>Students are actively involved in the course and receive assignments, the results of which are presented in short presentations. Through these presentations, bonus points of no more than 10% of the total exam score can be achieved.</p> |
| Literatur | <p>L.A. Urry Mills, L. Cain, S.A. Wasserman, P.V. Minorsky, R.B. Orr, Cambell Biology 12th edition; Pearson publishing 2021</p> <p>A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey: Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, 2nd ed. 2006</p> <p>M. Doran: Bioprocess Engineering Principles, Elsevier, 2nd ed. 2013.</p> <p>K.-E. Jaeger, A. Liese, C. Syldatk: Introduction to Enzyme Technology, Springer, 2024</p> <p>Bailey, J.E; Ollis, D.F.: Biochemical Engineering Fundamentals. McGraw Hill Chemical Engineering Series, 1986</p> <p>Krahe, M.: Biochemical Engineering. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2003. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14356007.b04_381</p> |

| Modul M2003: Biological Waste Treatment | | | |
|---|--|---|---|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Abfall- und Umweltchemie (L0328) | | Laborpraktikum | 2 2 |
| Biologische Abfallbehandlung (L0318) | | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 4 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Kerstin Kuchta | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | chemical and biological basics | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | The module aims possess knowledge concerning the planning of biological waste treatment plants. Students are able to explain the design and layout of anaerobic and aerobic waste treatment plants in detail, describe different techniques for waste gas treatment plants for biological waste treatment plants and explain different methods for waste analytics. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | The students are able to discuss the compilation of design and layout of plants. They can critically evaluate techniques and quality control measurements. The students can recherche and evaluate literature and date connected to the tasks given in der module and plan additional tests. They are capable of reflecting and evaluating findings in the group. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Students can participate in subject-specific and interdisciplinary discussions, develop cooperated solutions and defend their own work results in front of others and promote the scientific development in front of colleagues. Furthermore, they can give and accept professional constructive criticism. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Students can independently tap knowledge from literature, business or test reports and transform it to the course projects. They are capable, in consultation with supervisors as well as in the interim presentation, to assess their learning level and define further steps on this basis. Furthermore, they can define targets for new application-or research-oriented duties in accordance with the potential social, economic and cultural impact. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung Beschreibung |
| | Ja | Keiner | Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung |
| Prüfung | Referat | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Ausarbeitung und Präsentation (15-25 Minuten in Gruppen) | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0328: Waste and Environmental Chemistry | |
|---|---|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Kerstin Kuchta |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>The participants are divided into groups. Each group prepares a transcript on the experiment performed, which is then used as basis for discussing the results and to evaluate the performance of the group and the individual student.</p> <p>In some experiments the test procedure and the results are presented in seminar form, accompanied by discussion and results evaluation.</p> <p>Experiments ar e.g.</p> <p>Screening and particle size determination</p> <p>Fos/Tac</p> <p>AAS</p> <p>Chalorific value</p> |
| Literatur | Scripte |

| Lehrveranstaltung L0318: Biological Waste Treatment | |
|--|---|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 3 |
| LP | 4 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Kerstin Kuchta |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction 2. biological basics 3. determination process specific material characterization 4. aerobic degradation (Composting, stabilization) 5. anaerobic degradation (Biogas production, fermentation) 6. Technical layout and process design 7. Flue gas treatment 8. Plant design practical phase |
| Literatur | |

| Modul M1796: Magnetic resonance in engineering | | | |
|---|---|---|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Grundlagen der Magnetresonanz (L2968) | | Vorlesung | 3 3 |
| Magnetresonanz in den Ingenieurwissenschaften (L2969) | | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 3 |
| Modulverantwortlicher | Dr. Stefan Benders | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | No special previous knowledge is necessary. | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | This module covers the fundamentals of nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR) and magnetic resonance imaging (MRI) and their applications in engineering disciplines. The module consists of a classical lecture complemented by a problem-based learning course that includes practical hands-on experience on magnetic resonance devices. The module will be held in English. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | After the successful completion of the course the students shall: 1. Understand the physical principles and practical aspects of magnetic resonance in engineering. 2. Know how to safely operate NMR and MRI systems. 3. Know how to run standard experimental sequences and how to implement more advanced sequence protocols. 4. Have an overview of the current capabilities and limits of the MR technique | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | In the problem-based course Magnetic Resonance in Engineering, the students will obtain hands-on experience on how to operate NMR spectrometers and high-field and low-field MRI systems. The course will cover safety aspects, pulse sequence design, spectral image analysis, and image reconstruction. The students will work in small groups on practical tasks on different NMR and MRI systems located at the campus of TUHH. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Through the practical character of the PBL course, the student shall improve their communication skills. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 Minuten | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie- und Bioprozesstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L2968: Fundamentals of Magnetic Resonance | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Dr. Stefan Benders |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>This lecture covers the fundamentals magnetic resonance imaging (MRI) and magnetic resonance spectroscopy (NMR). It focuses on the following topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The fundamentals of magnetic resonance: magnetism, magnetic fields, radiofrequency, spin, relaxation 2. Hardware for magnetic resonance: magnets (high-field and low-field), radiofrequency coil design, magnetic field gradients 3. NMR-Spectroscopy: chemical shift, J-Coupling, 2D NMR, solid-state, MAS 4. Relaxometry: single-sided NMR, contrasts, 5. Magnetic resonance imaging (MRI): gradients, coils, k-space, imaging sequences, ultrafast Imaging, parallel imaging, velocimetry, CEST 6. Hyperpolarization techniques: DNP, p-H2, optical pumping with Xe 7. Applications of magnetic resonance in chemical engineering 8. Applications of magnetic resonance in material science and engineering 9. Applications of magnetic resonance in biomedical engineering |
| Literatur | <p>Stapf, S., & Han, S. (2006). NMR imaging in chemical engineering. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN: 978-3-527-60719-8</p> <p>Blümich B., (2003) NMR imaging of materials. Oxford University Press, Online- ISBN: 9780191709524 , doi: https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198526766.001.0001</p> <p>Brown R. W., Cheng Y. N., Haacke E. M., Thompson M. R., Venkatesan R., (2014) Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., doi: 10.1002/9781118633953</p> <p>Haber-Pohlmeier, Sabina, Bernhard Blumich, and Luisa Ciobanu, (2022) Magnetic Resonance Microscopy: Instrumentation and Applications in Engineering, Life Science, and Energy Research. John Wiley & Sons</p> |

| Lehrveranstaltung L2969: Magnetic Resonance in Engineering | |
|---|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Dr. Stefan Benders |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | In this course, the theoretical basics of magnetic resonance spectroscopy and magnetic resonance tomography are supplemented with practical experiments on the respective devices. The practical handling and operation of the equipment will be learned. |
| Literatur | <p>Stapf, S., & Han, S. (2006). NMR imaging in chemical engineering. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN: 978-3-527-60719-8</p> <p>Blümich B., (2003) NMR imaging of materials. Oxford University Press, Online- ISBN: 9780191709524, doi: https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198526766.001.0001</p> <p>Brown R. W., Cheng Y. N., Haacke E. M., Thompson M. R., Venkatesan R., (2014) Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., doi: 10.1002/9781118633953</p> |

| Modul M1970: Process Modelling and Control | | | |
|--|--|--------------------------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Prozessmodellierung und Prozessführung (L3220) | | Vorlesung | 2 3 |
| Prozessmodellierung und Prozessführung (L3221) | | Gruppenübung | 3 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Mirko Skiborowski | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Engineering fundamentals Unit operations of mechanical and thermal process engineering as well as chemical reaction engineering Conceptual Process Design | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Students are able to - classify types of process models and model equations - explain numerical methods for simulation - explain the solution system for flow diagram simulation - classify control structures and present process control concepts for different apparatus and complex process engineering systems | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Students are able to - formulate and implement process control objectives - design and evaluate control strategies and structures - analyze model structure and model parameters from the simulation of processes | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Students are enabled to develop solutions together in groups | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Students are enabled to acquire knowledge on the basis of further literature | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
| | Nein 10 % | Midterm | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3220: Process modeling and control | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Mirko Skiborowski |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Process modeling: introduction, mathematical modeling, model building blocks, structured model development, analysis of model equations Process simulation: numeric, validation, flow sheet simulation, solution strategies Process control: process variables, control loops, model-based methods, plant-wide control |
| Literatur | C. Eck, et al., Mathematische Modellierung, Springer, 2017 W. Luyben, Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers, 1990 H. Schuler, Prozesssimulation, VCH, 1995 H. Schuler, Prozessführung, Oldenburg, 1999 |

| Lehrveranstaltung L3221: Process modeling and control | |
|--|------------------------------------|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Mirko Skiborowski |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M1778: Special Topics on Fluid Mechanics | | | |
|---|--|----------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Anwendung numerischer Methoden in der Verfahrenstechnik (L2923) | | Vorlesung | 2 2 |
| Nichtinvasive Messtechniken für Mehrphasenströmungen (L2924) | | Vorlesung | 2 2 |
| Nichtinvasive Messtechniken für Mehrphasenströmungen (L2925) | | Laborpraktikum | 2 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Michael Schlüter | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | All lectures from the undergraduate studies, especially mathematics, chemistry, thermodynamics, fluid mechanics, heat- and mass transfer. | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | Students will be able to: | | |
| <i>Wissen</i> | <ul style="list-style-type: none"> • apply numerical simulations to concrete flow problems in process engineering. • experimentally analysis of basic parameters in industrial multiphase flows • critically assess how reliably numerical methods work and decide which quantities need to be validated with experimental data. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Students are able to: | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • perform numerical simulations in single and multiphase flows especially in technical applications • choose and apply experimental methods in multiphase flows especially in industrial aparatuses | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | The students are able to discuss in international teams in english and develop an approach under pressure of time. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Students are able to independently define tasks for working on the overall problem "Experimental and numerical analysis of multiphase reactors". The knowledge required for this is acquired by the students themselves, building on the knowledge imparted in the lecture, and they decide which experimental and numerical methods from the lecture and the practical course are to be used for implementation. They can organize themselves in a team and assign priorities for subtasks. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Mündliche Prüfung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 20 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Computational Methods and Machine Learning in Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L2923: Application of numerical methods in process engineering | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Yan Jin, Prof. Michael Schlüter |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>This lecture introduces a number of significant research topics in fluid mechanics and their up-to-date progresses. Through the lecture, students will learn how to solve real scientific and engineering flow problems using numerical and experimental methods. The lecture helps the students to prepare for their master thesis. The detailed contents include:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wall bounded flows (channel flows; pipe flows; wall roughness) • Convection in porous media (multiscale physics; flow instabilities) • Flows in turbomachinery (compressor/turbine cascades; wind turbines) • Flows in biological and physiological processes (digestion in stomach; respiratory system) • Interfacial mass transfer of bubbly flows • Comparison between experiments and simulation, experimental validation <ul style="list-style-type: none"> • Combustion in engines (optional) |
| Literatur | <p>Numerische Strömungsmechanik, Joel H. Ferziger, Milovan Perić & Robert L. Street, Springer Vieweg, 2020</p> <p>Strömungsmechanik, Heinz Herwig & Bastian Schmandt, Springer Vieweg, 2015.</p> <p>Fundamentals of Multiphase Flow, Christopher E. Brennen, Cambridge University Press, 2005.</p> <p>OpenFOAM User Guide, version 11, 11th July 2023.</p> <p>OpenFOAM Programmer's Guide, Version 3.0.1, 2015</p> |

| Lehrveranstaltung L2924: Non invasive measurement techniques for Multiphase Flows | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Felix Kexel |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Flow measurement techniques (Particle Image Velocimetry, Particle Tracking Velocimetry,...) • Concentration measurement techniques (Laser Induced Fluorescence, UV/VIS Imaging, ...) • Measurement of Particle Size Distribution (Bubbles, Droplets, Particles) • Measurement techniques for Microflows • Measurement techniques for Multiphase flows in industrial application |
| Literatur | <p>Raffel, M.; Willert, C.E.; Wereley, S.T.; Kompenhans, J.: Particle Image Velocimetry, Springer Berlin, Heidelberg (2007), ISBN 978-3-642-43166-1, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-72308-0.</p> <p>Schlüter, M. (2011). Lokale Messverfahren für Mehrphasenströmungen. Chemie Ingenieur Technik. 83. (7), 1084-1095. https://doi.org/10.1002/cite.201100039</p> |

| Lehrveranstaltung L2925: Non invasive measurement techniques for Multiphase Flows | |
|---|---|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Felix Kexel |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Exemplary measurements in the laboratory of the Institute of Multiphase Flows:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flow measurements(Particle Image Velocimetry, Particle Tracking Velocimetry,...) • Concentration measurements (Laser Induced Fluorescence, UV/VIS Imaging, ...) • Particle Size Distribution measurements (Bubbles, Droplets, Particles) • Measurements in microflows |
| Literatur | <p>Raffel, M.; Willert, C.E.; Wereley, S.T.; Kompenhans, J.: Particle Image Velocimetry, Springer Berlin, Heidelberg (2007), ISBN 978-3-642-43166-1, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-72308-0.</p> <p>Schlüter, M. (2011). Lokale Messverfahren für Mehrphasenströmungen. Chemie Ingenieur Technik. 83. (7), 1084-1095. https://doi.org/10.1002/cite.201100039</p> |

| Modul M0545: Separation Technologies for Life Sciences | | | |
|--|--|--------------|--------------------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Chromatographische Trennverfahren (L0093) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Verfahrenstechnische Grundoperationen für biorelevante Systeme (L0112) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Verfahrenstechnische Grundoperationen für biorelevante Systeme (L0113) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |
| Modulverantwortlicher | Dr. Pavel Gurikov | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Fundamentals of Chemistry, Fluid Process Engineering, Thermal Separation Processes, Chemical Engineering, Chemical Engineering, Bioprocess Engineering Basic knowledge in thermodynamics and in unit operations related to thermal separation processes | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> On completion of the module, students are able to present an overview of the basic thermal process technology operations that are used, in particular, in the separation and purification of biochemically manufactured products. Students can describe chromatographic separation techniques and classic and new basic operations in thermal process technology and their areas of use. In their choice of separation operation students are able to take the specific properties and limitations of biomolecules into consideration. Using different phase diagrams they can explain the principle behind the basic operation and its suitability for bioseparation problems.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> On completion of the module, students are able to assess the separation processes for bio- and pharmaceutical products that have been dealt with for their suitability for a specific separation problem. They can use simulation software to establish the productivity and economic efficiency of bioseparation processes. In small groups they are able to jointly design a downstream process and to present their findings in plenary and summarize them in a joint report.</p> | | |
| Personale Kompetenzen | <p><i>Sozialkompetenz</i> Students are able in small heterogeneous groups to jointly devise a solution to a technical problem by using project management methods such as keeping minutes and sharing tasks and information.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are able to prepare for a group assignment by working their way into a given problem on their own. They can procure the necessary information from suitable literature sources and assess its quality themselves. They are also capable of independently preparing the information gained in a way that all participants can understand (by means of reports, minutes, and presentations).</p> | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung |
| | Ja | Keiner | Referat |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 Minuten; Theorie und Rechenaufgaben (schriftlich) | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0093: Chromatographic Separation Processes | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Daniel Ohde, Dr. Paul Bubenheim |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction: overview, history of chromatography, LC (HPLC), GC, SFC • Fundamentals of linear (analytical) chromatography, retention time/factor, separation factor, peak resolution, band broadening, Van-Deemter equation • Fundamentals of nonlinear chromatography, discontinuous and continuous preparative chromatography (annular, true moving bed - TMB, simulated moving bed - SMB) • Adsorption equilibrium: experimental determination of adsorption isotherms and modeling • Equipment for chromatography, production and characterization of chromatographic adsorbents • Method development, scale up methods, process design, modeling of chromatographic processes, economic aspects • Applications: e.g. normal phase chromatography, reversed phase chromatography, hydrophobic interaction chromatography, chiral chromatography, bioaffinity chromatography, ion exchange chromatography |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • Schmidt-Traub, H.: Preparative Chromatography of Fine Chemicals and Pharmaceutical Agents. Weinheim: Wiley-VCH (2005) - eBook • Carta, G.: Protein chromatography: process development and scale-up. Weinheim: Wiley-VCH (2010) • Guiochon, G.; Lin, B.: Modeling for Preparative Chromatography. Amsterdam: Elsevier (2003) • Hagel, L.: Handbook of process chromatography: development, manufacturing, validation and economics. London ; Burlington, MA Academic (2008) - eBook |

| Lehrveranstaltung L0112: Unit Operations for Bio-Related Systems | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Pavel Gurikov |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction: overview about the separation process in biotechnology and pharmacy • Handling of multicomponent systems • Adsorption of biologic molecules • Crystallization of biologic molecules • Reactive extraction • Aqueous two-phase systems • Micellar systems: micellar extraction and micellar chromatographie • Electrophoresis • Choice of the separation process for the specific systems <p>Learning Outcomes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic knowledge of separation processes for biotechnological and pharmaceutical processes • Identification of specific features and limitations in bio-related systems • Proof of economical value of the process |
| Literatur | <p>"Handbook of Bioseparations", Ed. S. Ahuja</p> <p>http://www.elsevier.com/books/handbook-of-bioseparations-2/ahuja/978-0-12-045540-9</p> <p>"Bioseparations Engineering" M. R. Ladish</p> <p>http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0471244767.html</p> |

| Lehrveranstaltung L0113: Unit Operations for Bio-Related Systems | |
|---|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Pavel Gurikov |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M0636: Cell and Tissue Engineering | | | |
|---|---|------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Grundlagen von Zell- und Gewebekulturen (L0355) | | Vorlesung | 2 3 |
| Medizinische Bioverfahrenstechnik (L0356) | | Vorlesung | 2 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Anna-Lena Heins | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Knowledge of bioprocess engineering and process engineering at bachelor level | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> After successful completion of the module the students</p> <ul style="list-style-type: none"> - know the basic principles of cell and tissue culture - know the relevant metabolic and physiological properties of animal and human cells - are able to explain and describe the basic underlying principles of bioreactors for cell and tissue cultures, in contrast to microbial fermentations - are able to explain the essential steps (unit operations) in downstream - are able to explain, analyze and describe the kinetic relationships and significant litigation strategies for cell culture reactors <p><i>Fertigkeiten</i> The students are able</p> <ul style="list-style-type: none"> - to analyze and perform mathematical modeling to cellular metabolism at a higher level - are able to to develop process control strategies for cell culture systems | | |
| Personale Kompetenzen | <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>After completion of this module, participants will be able to debate technical questions in small teams to enhance the ability to take position to their own opinions and increase their capacity for teamwork.</p> <p>The students can reflect their specific knowledge orally and discuss it with other students and teachers.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>After completion of this module, participants will be able to solve a technical problem in teams of approx. 8-12 persons independently including a presentation of the results.</p> | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0355: Fundamentals of Cell and Tissue Engineering | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Johannes Möller, Prof. Anna-Lena Heins |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Overview of cell culture technology and tissue engineering (cell culture product manufacturing, complexity of protein therapeutics, examples of tissue engineering) (Pörtner, Zeng) Fundamentals of cell biology for process engineering (cells: source, composition and structure, interactions with environment, growth and death - cell cycle, protein glycolysation) (Pörtner) Cell physiology for process engineering (Overview of central metabolism, genomics etc.) (Zeng) Medium design (impact of media on the overall cell culture process, basic components of culture medium, serum and protein-free media) (Pörtner) Stoichiometry and kinetics of cell growth and product formation (growth of mammalian cells, quantitative description of cell growth & product formation, kinetics of growth) |
| Literatur | Butler, M (2004) Animal Cell Culture Technology - The basics, 2 nd ed. Oxford University Press Ozturk SS, Hu WS (eds) (2006) Cell Culture Technology For Pharmaceutical and Cell-Based Therapies. Taylor & Francis Group, New York Eibl, R.; D. Eibl; R. Pörtner; G. Catapano and P. Czermak: Cell and Tissue Reaction Engineering, Springer (2008). ISBN 978-3-540-68175-5 Pörtner R (ed) (2013) Animal Cell Biotechnology - Methods and Protocols. Humana Press |

| Lehrveranstaltung L0356: Bioprocess Engineering for Medical Applications | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Johannes Möller, Prof. Anna-Lena Heins |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Requirements for cell culture processes, shear effects, microcarrier technology Reactor systems for mammalian cell culture (production systems) (design, layout, scale-up: suspension reactors (stirrer, aeration, cell retention), fixed bed, fluidized bed (carrier), hollow fiber reactors (membranes), dialysis reactors, Reactor systems for Tissue Engineering, Prozess strategies (batch, fed-batch, continuous, perfusion, mathematical modelling), control (oxygen, substrate etc.) • Downstream |
| Literatur | Butler, M (2004) Animal Cell Culture Technology - The basics, 2 nd ed. Oxford University Press Ozturk SS, Hu WS (eds) (2006) Cell Culture Technology For Pharmaceutical and Cell-Based Therapies. Taylor & Francis Group, New York Eibl, R.; D. Eibl; R. Pörtner; G. Catapano and P. Czermak: Cell and Tissue Reaction Engineering, Springer (2008). ISBN 978-3-540-68175-5 Pörtner R (ed) (2013) Animal Cell Biotechnology - Methods and Protocols. Humana Press |

| Modul M2004: Sustainable Circular Economy | | | |
|---|---|------------|------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS |
| Circular Economy (L3264) | | Seminar | 2 |
| Umweltschutz und Nachhaltigkeit (L0319) | | Vorlesung | 2 |
| LP | | | 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Kerstin Kuchta | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | none | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | Students are able to describe single techniques and to give an overview for the field of safety and risk assessment, Circular Economy as well as environmental and sustainable engineering, in detail: | | |
| <i>Wissen</i> | <ul style="list-style-type: none"> basics in safety and reliability of technical facilities risk assessment and reliability analysis methods Circularity of material Identification and evaluation of material flows energy production and supply sustainable product design | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Students are able apply interdisciplinary system-oriented methods for Circularity and risk assessment as well as sustainability reporting. They can evaluate the effort and costs for processes and select economically feasible treatment concepts. | | |
| Personale Kompetenzen | Students can gain knowledge of the subject area from given sources and transform it to new questions. Furthermore, they can define targets for new application or research-oriented duties in for risk management and sustainability concepts accordance with the potential social, economic and cultural impact. | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Schriftliche Ausarbeitung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Ausarbeitung und Präsentation (45 Minuten in Gruppen) | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Management und Controlling: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3264: Circular Economy | |
|---|--|
| Typ | Seminar |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Marco Ritzkowski |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | The seminar deals with the basic idea as well as with core elements, advantages and challenges of the circular economy using concrete examples. The transition from linear to circular material flows is illustrated using the aspects of product design, reuse, recycling, avoidance (resource conservation) and the sharing economy. The concepts and examples presented are discussed with the students, deepened in group work and then presented. |
| Literatur | Suitable literature will be announced in the course. |

| Lehrveranstaltung L0319: Environment and Sustainability | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Kerstin Kuchta |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>This course presents actual methodologies and examples of environmental relevant, sustainable technologies, concepts and strategies in the field of energy supply, product design, water supply, waste water treatment or mobility.</p> <p>The following list shows examples:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Production and use of biochar • Energy production with algae • Environmentally friendly product design • Clean development mechanisms • Democracy and energy • Alternative mobility |
| Literatur | Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben. |

| Modul M2048: Technischer Ergänzungskurs für Chemie- und Bioingenieurwesen (laut FSPO) | | | |
|---|--|-----|----|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Modulverantwortlicher | Prof. Alexander Penn | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Siehe gewähltes Modul laut FSPO | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Siehe gewähltes Modul laut FSPO | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Siehe gewähltes Modul laut FSPO | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Siehe gewähltes Modul laut FSPO | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Siehe gewähltes Modul laut FSPO | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht | | |

| Modul M1017: Lebensmittelverfahrenstechnik | | | |
|--|---|--------------------------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Lebensmittelverfahrenstechnik (L1216) | | Vorlesung | 2 3 |
| Praxiskurs: Brautechnologie (L1242) | | Laborpraktikum | 2 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Stefan Heinrich | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse auf dem gebiet der Partikeltechnologie • Trennverfahren; Wärme-und Stofftransport I | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die stofflichen Eigenschaften der Lebensmittel zu erklären • grundlegende Produktionsprozesse für Lebensmittel zu erläutern • ausgewählte Herstellprozesse detailliert zu beschreiben. <p><i>Fertigkeiten</i> Studenten sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prozessketten zur Lebensmittelproduktion zusammenzustellen und auszulegen • die Auswirkungen einzelner Prozessschritte auf die Lebensmitteleigenschaften zu beurteilen <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende sind in der Lage technische Probleme in einem wissenschaftlichen Umfeld zu diskutieren.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind dazu in der Lage fachspezifisches Wissen selbstständig zu vertiefen und in wissenschaftlicher Weise zu diskutieren.</p> | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
| | Ja Keiner | Schriftliche Ausarbeitung | 10 - 15 Seiten |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 120 Minuten | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |
| Lehrveranstaltung L1216: Lebensmittelverfahrenstechnik | | | |
| Typ | Vorlesung | | |
| SWS | 2 | | |
| LP | 3 | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 | | |
| Dozenten | Prof. Stefan Heinrich, Prof. Stefan Palzer | | |
| Sprachen | DE | | |
| Zeitraum | WiSe | | |
| Inhalt | 1. Stoffliche Eigenschaften: Rheologie, Transportgrößen, Meßtechnik, Qualitätsaspekte 2. Prozesse bei Umgebungsbedingungen, bei erhöhten Temperaturen und Drücken 3. Energetische Bewertung 4. Ausgewählte Prozesse: Speiseölherstellung; Röstkaffee | | |
| Literatur | M. Bockisch: Handbuch der Lebensmitteltechnologie , Stuttgart, 1993 R. Eggers: Vorlesungsmanuskript | | |

| Lehrveranstaltung L1242: Praxiskurs: Brautechnologie | |
|---|---|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Stefan Heinrich, Prof. Andreas Liese |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Im Rahmen des Praxiskurses Brautechnologie werden zunächst nochmals die Grundlagen der enzymatischen und mikrobiologischen Fermentation von Lebensmittel wiederholt.</p> <p>Im Verlauf des Kurses wird den Studierenden die Herstellung von Bier als Beispiel für einen wichtigen Prozess der Lebensmittelherstellung erklärt. Dabei wird die Auswahl und Verarbeitung geeigneter Rohstoffe, die verschiedenen mechanischen und biotechnologischen Unit Operations, Aspekte des Abpacken/Abfüllen des Endproduktes und die abschliessende Sensorik/Qualitätskontrolle behandelt.</p> <p>Sämtliche Arbeitsschritte werden von den Studierenden im Pilotmassstab durchgeführt. Ziel ist es das der/die Student*in sich am Beispiel Bier eine holistische Sicht der Lebensmittelherstellung aneignet.</p> |
| Literatur | Ludwig Narziss: Abriss der Bierbrauerei, 7. Auflage, Wiley VCH |

| Modul M1955: Process Intensification in Process Engineering | | | |
|---|---|---|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Prozessintensivierung in der Verfahrenstechnik (L1978) | | Vorlesung | 2 2 |
| Prozessintensivierung in der Verfahrenstechnik (L1715) | | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 4 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Mirko Skiborowski | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Process and Plant Engineering 1 Process and Plant Engineering 2 Basics in Process Engineering | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i></p> <p>Students are able to evaluate hybrid processes</p> <p><i>Fertigkeiten</i></p> <p>Students are able to evaluate processes with regard to their suitability as hybrid processes and to interpret them</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i></p> <p>Students are able to apply the principles of project management for small groups.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i></p> <p>Students are able to acquire and discuss specialized knowledge about hybrid processes.</p> | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Projektbericht inkl. PM-Dokumente und Klausur (45 Minuten) | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L1978: Process Intensification in Process Engineering | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Thomas Waluga, Prof. Mirko Skiborowski |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Introduction to integrated and hybrid processes in chemical and biotechnological process engineering; advantages and disadvantages, process windows, differentiation criteria; Process synthesis and process modeling Process examples from industry and research: reactive distillation, dividing wall columns, reactive dividing wall columns, SHOP and MerOX, centrifuges, membrane-supported processes |
| Literatur | - H. Schmidt-Traub; Integrated Reaction and Separation Operations: Modelling and Experimental Validation; Springer 2006 - K. Sundmacher, A. Kienle, A. Seidel-Morgenstern; Integrated Chemical Processes: Synthesis, Operation, Analysis, and Control; Wiley-VCH 2005 - Mexandre C. Dimian (Ed); Integrated Design and Simulation of Chemical Processes; in Computer Aided Chemical Engineering, Volume 13, Pages 1-698 (2003) |

| Lehrveranstaltung L1715: Process Intensification in Process Engineering | |
|--|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 3 |
| LP | 4 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Dr. Thomas Waluga, Prof. Mirko Skiborowski |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M2084: Scaling of bioprocesses | | | |
|--|--|----------------|--|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Praktische Skalierung von Bioprozessen (L3357) | | Laborpraktikum | 2 2 |
| Skalierung von Bioprozessen (L3355) | | Vorlesung | 2 2 |
| Skalierung von Bioprozessen (Übung) (L3356) | | Gruppenübung | 2 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Anna-Lena Heins | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> • Content of the module "Biological and biochemical basics" • Content of the module "Bioprocess Engineering I" • Content of the module "Bioprocess Engineering II" • Content of the module "Bioprocess and Biosystems Engineering" | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> After completing the module, participants will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describe and evaluate microfluidic cultivations and the phenomena to be investigated therein • Define ideally mixed bioprocesses on a laboratory scale as a reference stat • Describe and design different multi-compartment bioreactors (advantages and disadvantages of each setup, process examples and characterization of the setups) • Name phenomena at pilot scale and industrial scale (examples of unsuccessful and successful scaling, Gradients of process parameters and mixing insufficiencies that are relevant in industrial scale bioreactors, how to scale today and in the future) in comparison to laboratory scal • Define and objectively quantify phenotypic population heterogeneity • Describe modeling techniques to describe mixing insufficiencies and cell responses <p><i>Fertigkeiten</i> After completing the module, participants will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • describe scaling concepts for bioreactors from laboratory scale to industrial scale and select a suitable strategy for a given proces • plan and calculate a bioreactor system including peripherals from laboratory to pilot plant scale • transfer an existing industrial bioprocess to a multi-compartment bioreactor, taking into account the characteristics for detailed investigation of cell physiology • combine the analytical methods covered to investigate heterogeneities and mixed insufficiencies, apply them to specific problems and critically evaluate the results obtained • break down a complex overall problem into sub-problems, paying particular attention to the interface proble • subject the process chain of scaling from bioprocess development to industrial production to a critical overall assessment | | |
| Personale Kompetenzen | <p><i>Sozialkompetenz</i> After completion of this module, participants will be able to debate technical questions in small interdisciplinary teams to enhance the ability to take position to their own opinions and increase their capacity for teamwork.</p> <p>The students can reflect their specific knowledge orally and discuss it with other students and teachers.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> After completion of this module, participants will be able to solve a technical problem in teams of approx. up to 5 persons independently including a presentation of the results.</p> | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung Beschreibung |
| | Ja | Keiner | Schriftliche Ausarbeitung Protokoll |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 90 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3357: Practical Scaling of Bioprocesses | |
|--|--|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Anna-Lena Heins |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>The multi-compartment bioreactor concept designed in the exercise is to be implemented in practice in the laboratory in small groups.</p> <p>Subsequently, an experiment on the physiological characterization of cells in the bioreactor system will be carried out.</p> <p>The results of the various experiments will be presented to the other groups in a final "student conference" and discussed in the plenum</p> |
| Literatur | Aktuelle publizierte Literatur zu den Vorlesungsinhalten |

| Lehrveranstaltung L3355: Scaling of Bioprocesses | |
|--|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Anna-Lena Heins |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Microfluidic cultivations and the phenomena investigated therein • Ideally mixed bioprocesses on a laboratory scale • Different multi-compartment bioreactors (advantages and disadvantages of each setup, bioprocess examples and characterization of the setups) • Pilot scale and industrial scale phenomena (examples of unsuccessful and successful scaling, gradients and mixing insufficiencies relevant in industrial bioreactors, how to scale today and in the future) compared to laboratory scale • Phenotypic population heterogeneity and objective quantification • Modeling techniques to describe mixing insufficiencies and cell responses in bioreactors at different scales |
| Literatur | <p>Aktuelle Publikationen zu den Vorlesungsinhalten</p> <p>Current published studies on the lecture contents</p> |

| Lehrveranstaltung L3356: Scaling of Bioprocesses (Exercise) | |
|---|--|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Anna-Lena Heins |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>In-depth exercises (using relevant software tools) on the contents of the related lecture and application to bioprocess examples</p> <p>Design of a multi-compartment bioreactor for specific bioprocess examples in small groups</p> |
| Literatur | Aktuelle publizierte Literatur zu den Übungsthemen |

| Modul M2050: Cellular and Molecular Biotechnology | | | |
|--|---|--------------------------------|---------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Anwendungen von Ganzzell-Biokatalysatoren in der Biotechnologie (L3301) | Seminar | 1 | 1 |
| Fortgeschrittene mikrobielle Genetik (L3302) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Herausforderungen für die Gentechnik in der Biotechnologie (L3303) | Seminar | 1 | 1 |
| Mikrobielle Vielfalt in Anwendungen (L3300) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Praktikum: Zelluläre und molekulare Biotechnologie (L3304) | Laborpraktikum | 2 | 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Johannes Gescher | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i> | | | |
| Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i> | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
| | Ja Keiner | Referat | Vortrag |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 90 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3301: Applications of whole cell biocatalysts in biotechnology | |
|---|------------------------------------|
| Typ | Seminar |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Johannes Gescher |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L3302: Advanced microbial genetics | |
|--|------------------------------------|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Johannes Gescher |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L3303: Challenges for genetic engineering in biotechnology | |
|--|------------------------------------|
| Typ | Seminar |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Johannes Gescher |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L3300: Microbial Diversity in Applications | |
|---|------------------------------------|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Johannes Gescher |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L3304: Parctical course: Cellular and molecular biotechnology | |
|--|------------------------------------|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Johannes Gescher |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | |
| Literatur | |

| Modul M0973: Biocatalysis | | | |
|---|--|------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Biokatalyse und Enzymtechnologie (L1158) | | Vorlesung | 2 3 |
| Technische Biokatalyse (L1157) | | Vorlesung | 2 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Andreas Liese | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Knowledge of bioprocess engineering and process engineering at bachelor level | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | After successful completion of this course, students will be able to | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • reflect a broad knowledge about enzymes and their applications in academia and industry • have an overview of relevant biotransformations und name the general definitions | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | After successful completion of this course, students will be able to | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • understand the fundamentals of biocatalysis and enzyme processes and transfer this to new tasks • know the several enzyme reactors and the important parameters of enzyme processes • use their gained knowledge about the realisation of processes. Transfer this to new tasks • analyse and discuss special tasks of processes in plenum and give solutions • communicate and discuss in English | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | After completion of this module, participants will be able to debate technical and biocatalytical questions in small teams to enhance the ability to take position to their own opinions and increase their capacity for teamwork. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | After completion of this module, participants will be able to solve a technical problem independently including a presentation of the results. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 90 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L1158: Biocatalysis and Enzyme Technology | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Andreas Liese |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | 1. Introduction: Impact and potential of enzyme-catalysed processes in biotechnology. 2. History of microbial and enzymatic biotransformations. 3. Chirality - definition & measurement 4. Basic biochemical reactions, structure and function of enzymes. 5. Biocatalytic retrosynthesis of asymmetric molecules 6. Enzyme kinetics: mechanisms, calculations, multisubstrate reactions. 7. Reactors for biotransformations. |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • K. Faber: Biotransformations in Organic Chemistry, Springer, 5th Ed., 2004 • A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey: Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, 2006 • R. B. Silverman: The Organic Chemistry of Enzyme-Catalysed Reactions, Academic Press, 2000 • K. Buchholz, V. Kasche, U. Bornscheuer: Biocatalysts and Enzyme Technology. VCH, 2005. • R. D. Schmidt: Pocket Guide to Biotechnology and Genetic Engineering, Wiley-VCH, 2003 |

| Lehrveranstaltung L1157: Technical Biocatalysis | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Andreas Liese |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction 2. Production and Down Stream Processing of Biocatalysts 3. Analytics (offline/online) 4. Reaction Engineering & Process Control <ul style="list-style-type: none"> • Definitions • Reactors • Membrane Processes • Immobilization 5. Process Optimization <ul style="list-style-type: none"> • Simplex / DOE / GA 6. Examples of Industrial Processes <ul style="list-style-type: none"> • food / feed • fine chemicals 7. Non-Aqueous Solvents as Reaction Media <ul style="list-style-type: none"> • ionic liquids • scCO₂ • solvent free |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey: Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, 2006 • H. Chmiel: Bioprozeßtechnik, Elsevier, 2005 • K. Buchholz, V. Kasche, U. Bornscheuer: Biocatalysts and Enzyme Technology, VCH, 2005 • R. D. Schmidt: Pocket Guide to Biotechnology and Genetic Engineering, Woley-VCH, 2003 |

| Modul M1038: Particle Technology for International Master Programs | | | |
|--|--|--------------------------------|--|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Hörsaalübung Partikeltechnologie für Internationale Masterstudiengänge (L1928) | | Hörsaalübung | 1 1 |
| Partikeltechnologie für IMP (L1289) | | Vorlesung | 2 3 |
| Praktikum Partikeltechnologie für IMP (L1290) | | Laborpraktikum | 3 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Stefan Heinrich | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | none | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Students are able - to list and to describe processes and unit-operations of solids process engineering, - to describe the characterization of particles and explain particle distributions and their bulk properties. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | students are able to • choose and design apparatuses and processes for solids processing according to the desired solids properties of the product • assess solids with respect to their behavior in solids processing steps | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | students are able to analyze and orally discuss problems in a scientific way. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | students are able to analyze and solve problems regarding solid particles independently | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
| | Ja Keiner | Schriftliche Ausarbeitung | sechs Berichte (pro Versuch ein Bericht) à 5-10 Seiten |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 90 Minuten | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht | | |
| Lehrveranstaltung L1928: Exercise Particle Technology for International Master Program | | | |
| Typ | Hörsaalübung | | |
| SWS | 1 | | |
| LP | 1 | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 | | |
| Dozenten | Prof. Stefan Heinrich | | |
| Sprachen | EN | | |
| Zeitraum | WiSe | | |
| Inhalt | see corresponding lecture | | |
| Literatur | siehe korrespondierende Vorlesung | | |

| Lehrveranstaltung L1289: Particle Technology for IMP | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Stefan Heinrich |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Description of particles and particle distributions • Description of a separation process • Description of a particle mixture • Particle size reduction • Agglomeration, particle size enlargement • Storage and flow of bulk solids • Basics of fluid/particle flows • classifying processes • Separation of particles from fluids • Basic fluid mechanics of fluidized beds • Pneumatic and hydraulic transport |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • M. Rhodes: Introduction to Particle Technology, John Wiley & Sons, 1998 • M.E. Fayed & L. Otten: Handbook of Powder Science & Technology, 2nd Ed., Chapman & Hall, 1997 • M. Stieß: Mechanische Verfahrenstechnik 1, 2.Auflage, Springer-Verlag, 1995 (German) • M. Stieß: Mechanische Verfahrenstechnik 2, Springer-Verlag, 1994 (German) |

| Lehrveranstaltung L1290: Practicle Course Particle Technology for IMP | |
|---|---|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 3 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 18, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Stefan Heinrich |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Following experiments have to be carried out:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sieving • Bulk properties • Size reduction • Mixing • Gas cyclone • Blaine-test, filtration • Sedimentation |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • M. Rhodes: Introduction to Particle Technology, John Wiley & Sons, 1998 • M.E. Fayed & L. Otten: Handbook of Powder Science & Technology, 2nd Ed., Chapman & Hall, 1997 • M. Stieß: Mechanische Verfahrenstechnik 1, 2.Auflage, Springer-Verlag, 1995 (German) • M. Stieß: Mechanische Verfahrenstechnik 2, Springer-Verlag, 1994 (German) |

| Modul M0951: Bioprocess Engineering Advanced Practical Course | | | |
|---|--|----------------|------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS |
| Bioverfahrenstechnik fortgeschrittenes Praktikum (L1112) | | Laborpraktikum | 3 |
| Mikrobiologisches Praktikum für Fortgeschrittene (L0878) | | Laborpraktikum | 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Anna-Lena Heins | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Bioprocess Engineering - Fundamental Practical Course | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> After completing this module, students are able to perform and explain the essential steps of a process for the production of the semi-synthetic beta-lactam antibiotic amoxicillin using microorganisms as well as cell-free enzymes.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> The students can perform practical tasks in a chemical / biotechnological laboratory. This especially includes the fermentation of filamentous fungi in submersed culture, the recovery of intermediates from the fermentation broth and the processing of those intermediates using cell-free enzymes. They can record and interpret the results of guided experiments and create an error analysis and present the results.</p> | | |
| Personale Kompetenzen | <p><i>Sozialkompetenz</i> Students can reflect their specific knowledge orally and discuss this with other students and teachers.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> After completing the module the students are able to independently protocol experiments and to discuss, analyze and record the results. They can present those results as a team.</p> | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Schriftliche Ausarbeitung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Schriftliche Ausarbeitung | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L1112: Bioprocess Engineering Advanced Practical Course | |
|---|---|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Anna-Lena Heins, Prof. Andreas Liese |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>This experimental course focuses on a complete process from starting material like glucose over several production steps to a valuable final product.</p> <p>Production of the semi-synthetic beta-lactam antibiotic amoxicillin is investigated and conducted as an example for industrial processes on a laboratory scale involving microorganisms as well as cell free enzymes. The first step - fermentation of <i>Penicillium chrysogenum</i> to produce penicillin G - is carried out in the Institute of Bioprocess and Biosystems Engineering of Prof. Zeng. After recovery of penicillin G it is hydrolysed by penicillin acylase (<i>Escherichia coli</i>) to produce 6-aminopenicillanic acid which is further acylated by the same enzyme to produce amoxicillin. The enzymatic steps are done in the Institute of Technical Biocatalysis of Prof. Liese.</p> <p>A colloquium is part of the course.</p> |
| Literatur | Liese A, Seelbach K, Wandrey C, Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, 2006 Chmiel H, Einführung in die Bioverfahrenstechnik, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, 2006 Schügerl K, Bioreaktionstechnik: Bioprozesse mit Mikroorganismen und Zellen. Prozeßüberwachung, Birkhäuser, 1997 |

| Lehrveranstaltung L0878: Advanced Practical Course in Microbiology | |
|---|---|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Johannes Gescher |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Participation in actual projects:</p> <ul style="list-style-type: none"> - From gene to product in heterologous hosts - Molecular biology - Enzyme assays - Taxonomy |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> -Molekulare Biotechnologie: Grundlagen und Anwendungen David Clark. -Watson Molekularbiologie 6., aktualisierte Auflage. James D. Watson, Tania A. Baker, Stephen P. Bell, Alexander Gann, Michael Levine, Richard Losick -Allgemeine Mikrobiologie. Georg Fuchs, Marc Bramkamp, Petra Dersch, Thomas Eitinger, Johann Heider -Course Script of the respective lecture and practical course script |

| Modul M2171: Sustainable Process Design Project | | | |
|--|---|---|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Projekt zur Entwicklung nachhaltiger Produktionsprozesse (L1048) | | Integrierte Vorlesung | 2 2 |
| Projekt zur Entwicklung nachhaltiger Produktionsprozesse (L1977) | | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 4 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Mirko Skiborowski | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Process Design and Process Modelling thermal separation processes heat and mass transport processes CAPE (absolut necessarily!) | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <i>Wissen</i> students can: - reproduce the main elements of design of industrial processes - give an overview and explain the phases of design - describe and explain energy, mass balances, cost estimation methods and economic evaluation of invest projects - justify and discuss process control concepts and fundamentals of process optimization <i>Fertigkeiten</i> students are capable of: - conduction and evaluation of design of unit operations - combination of unit operation to a complex process plant - use of cost estimation methods for the prediction of production costs - carry out the pfd-diagram | | |
| Personale Kompetenzen | <i>Sozialkompetenz</i> students are able to discuss and develop in groups the design of an industrial process <i>Selbstständigkeit</i> students are able to reflect the consequences of their professional activity | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Schriftliche Ausarbeitung und mündliche Prüfung (30 min) | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L1048: Sustainable Process Design Project | |
|--|--|
| Typ | Integrierte Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Mirko Skiborowski, Dr. Thomas Waluga |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Presentation of the task</p> <p>Introduction to design and analysis of a chemical processing plant (example chemical processing plants)</p> <p>Discussion of the process, preparation of process flow diagram</p> <p>Calculation of material balance</p> <p>Calculation of energy balance</p> <p>Designing/Sizing of the equipment</p> <p>Capital cost estimation</p> <p>Production cost estimation</p> <p>Process control & HAZOP Study</p> <p>Lecture 11 = Process optimization</p> <p>Lecture 12 = Final Project Presentation</p> |
| Literatur | <p>Richard Turton; Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes:International Edition</p> <p>Harry Silla; Chemical Process Engineering: Design And Economics</p> <p>Coulson and Richardson's Chemical Engineering, Volume 6, Second Edition: Chemical Engineering Design</p> <p>Lorenz T. Biegler;Systematic Methods of Chemical Process Design</p> <p>Max S. Peters, Klaus Timmerhaus; Plant Design and Economics for Chemical Engineers</p> <p>James Douglas; Conceptual Design of Chemical Processes</p> <p>Robin Smith; Chemical Process: Design and Integration</p> <p>Warren D. Seider; Process design principles, synthesis analysis and evaluation</p> |

| Lehrveranstaltung L1977: Sustainable Process Design Project | |
|--|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 3 |
| LP | 4 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Mirko Skiborowski, Dr. Thomas Waluga |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Creation of a flowsheet for an industrial process</p> <p>Calculation of the mass and energy balance</p> <p>Calculation of investment and manufacturing costs</p> <p>Possibilities of process intensification</p> <p>Comparison of conventional and intensified processes</p> |
| Literatur | <p>Richard Turton; Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes:International Edition</p> <p>Harry Silla; Chemical Process Engineering: Design And Economics</p> <p>Coulson and Richardson's Chemical Engineering, Volume 6, Second Edition: Chemical Engineering Design</p> <p>Lorenz T. Biegler;Systematic Methods of Chemical Process Design</p> <p>Max S. Peters, Klaus Timmerhaus; Plant Design and Economics for Chemical Engineers</p> <p>James Douglas; Conceptual Design of Chemical Processes</p> <p>Robin Smith; Chemical Process: Design and Integration</p> <p>Warren D. Seider; Process design principles, synthesis analysis and evaluation</p> |

| Modul M2170: SMART Reactors | | | |
|---|---|------------|------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS |
| Besondere Features smarterer Reaktoren (L3475) | | Seminar | 2 |
| Einführung in smarte Reaktoren (L3473) | | Seminar | 2 |
| Lattice-Boltzmann-Simulationen für smarte Reaktoren (L3474) | | Seminar | 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Michael Schlüter | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | lectures from the undergraduate studies, especially mathematics, chemistry, thermodynamics, fluid mechanics, heat- and mass transfer | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Students are able to experimentally analyse, model and simulate transport processes in SMART Reactors as well as identify and further develop components for SMART Reactors. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | The students are able to describe and optimize SMART Reactors. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | The students are able to discuss in international teams in english and develop an approach under pressure of time. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Students are able to independently define tasks for working on the overall problem of "Components for SMART reactors". Based on the knowledge provided in the lecture, students acquire the necessary knowledge themselves and decide which methods from the lecture are to be used for implementation. They can organise themselves in a team and assign priorities for subtasks. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Posterpräsentation, 1 Stunde | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie- und Bioprozesstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3475: Special Features of SMART Reactors | |
|---|---|
| Typ | Seminar |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Michael Schlüter, Weitere Mitarbeiter |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L3473: Introduction to SMART Reactors | |
|---|------------------------------------|
| Typ | Seminar |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Michael Schlüter |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | |
| Literatur | |

| Lehrveranstaltung L3474: Lattice Boltzmann Simulations for SMART Reactors | |
|--|------------------------------------|
| Typ | Seminar |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Christian Weiland |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | |
| Literatur | |

| Modul M2175: Transport Processes | | | |
|---|--|--------------|--------------------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Mehrphasenströmungen (L0104) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Reaktorauslegung unter Berücksichtigung lokaler Transportprozesse (L0105) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |
| Wärme- und Stofftransport in der Verfahrenstechnik (L0103) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Michael Schlüter | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | All lectures from the undergraduate studies, especially mathematics, chemistry, thermodynamics, fluid mechanics, heat- and mass transfer. | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Students are able to: <ul style="list-style-type: none"> describe transport processes in single- and multiphase flows and they know the analogy between heat- and mass transfer as well as the limits of this analogy. explain the main transport laws and their application as well as the limits of application. describe how transport coefficients for heat- and mass transfer can be derived experimentally. compare different multiphase reactors like trickle bed reactors, pipe reactors, stirring tanks and bubble column reactors. are known. The Students are able to perform mass and energy balances for different kind of reactors. Further more the industrial application of multiphase reactors for heat- and mass transfer are known. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | The students are able to: <ul style="list-style-type: none"> optimize multiphase reactors by using mass- and energy balances, use transport processes for the design of technical processes, to choose a multiphase reactor for a specific application. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | The students are able to discuss in international teams in english and develop an approach under pressure of time. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Students are able to define independently tasks, to solve the problem "design of a multiphase reactor". The knowledge that s necessary is worked out by the students themselves on the basis of the existing knowledge from the lecture. The students are able to decide by themselves what kind of equation and model is applicable to their certain problem. They are able to organize their own team and to define priorities for different tasks. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung |
| | Ja | Keiner | Gruppendiskussion |
| | | | Beschreibung |
| | | | Gruppendiskussion |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 15 Minuten Vortrag + 90 Minuten Multiple Choice Klausur | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0104: Multiphase Flows | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Michael Schlüter |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Interfaces in MPF (boundary layers, surfactants) • Hydrodynamics & pressure drop in Film Flows • Hydrodynamics & pressure drop in Gas-Liquid Pipe Flows • Hydrodynamics & pressure drop in Bubbly Flows • Mass Transfer in Film Flows • Mass Transfer in Gas-Liquid Pipe Flows • Mass Transfer in Bubbly Flows • Reactive mass Transfer in Multiphase Flows • Film Flow: Application Trickle Bed Reactors • Pipe Flow: Application Tubular Reactors • Bubbly Flow: Application Bubble Column Reactors |
| Literatur | <p>Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.</p> <p>Clift, R.; Grace, J.R.; Weber, M.E.: Bubbles, Drops and Particles, Academic Press, New York, 1978.</p> <p>Fan, L.-S.; Tsuchiya, K.: Bubble Wake Dynamics in Liquids and Liquid-Solid Suspensions, Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering, Boston, USA, 1990.</p> <p>Hewitt, G.F.; Delhay, J.M.; Zuber, N. (Ed.): Multiphase Science and Technology. Hemisphere Publishing Corp, Vol. 1/1982 bis Vol. 6/1992.</p> <p>Kolev, N.I.: Multiphase flow dynamics. Springer, Vol. 1 and 2, 2002.</p> <p>Levy, S.: Two-Phase Flow in Complex Systems. Verlag John Wiley & Sons, Inc, 1999.</p> <p>Crowe, C.T.: Multiphase Flows with Droplets and Particles. CRC Press, Boca Raton, Fla, 1998.</p> |

| Lehrveranstaltung L0105: Reactor design under consideration of local transport processes | |
|--|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Michael Schlüter |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>In this Problem-Based Learning unit the students have to design a multiphase reactor for a fast chemical reaction concerning optimal hydrodynamic conditions of the multiphase flow.</p> <p>The four students in each team have to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • collect and discuss material properties and equations for design from the literature, • calculate the optimal hydrodynamic design, • check the plausibility of the results critically, • write an exposé with the results. <p>This exposé will be used as basis for the discussion within the oral group examen of each team.</p> |
| Literatur | <p>Bird, R.B.; Stewart, W.R.; Lightfoot, E.N.: Transport Phenomena, John Wiley & Sons Inc (2007), ISBN 978-0-470-11539-8.</p> <p>Brauer, H.; Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktion; Verlag Sauerländer, Aarau und Frankfurt am Main (1971), ISBN: 3794100085.</p> <p>Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen, Sauerländer, 1971,</p> <p>Clift, R.; Grace, J.R.; Weber, M.E.: Bubbles, Drops, and Particles, Verlag Academic Press, 1978, ISBN 012176950X, 9780121769505</p> <p>Deckwer, W.-D.: Reaktionstechnik in Blasensäulen, Salle Verlag und Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt am Main, Berlin, München, Salzburg (1985), DOI 10.1002/CITE.330590530</p> <p>Deckwer, W.-D.: Bubble Column Reactors. Wiley, New York (1992), DOI 10.1002/AIC.690380821.</p> <p>Fan, L.; Tsuchiya, K.: Bubble wake dynamics in liquids and liquid-solid suspension. Butterworth-Heinemann, (1990), DOI 10.1016/c2009-0-24002-5.</p> <p>Kraume, M., Transportvorgänge in der Verfahrenstechnik, Springer Berlin, 2020, ISBN 978-3-662-60392-5.</p> <p>Lienhard, J. H. (2019). A Heat Transfer Textbook, Dover Publications. ISBN:9780486837352, 0486837351.</p> |

| Lehrveranstaltung L0103: Heat & Mass Transfer in Process Engineering | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Michael Schlüter |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction - Transport Processes in Chemical Engineering • Molecular Heat- and Mass Transfer: Applications of Fourier's and Fick's Law • Convective Heat and Mass Transfer: Applications in Process Engineering • Unsteady State Transport Processes: Cooling & Drying • Transport at fluidic Interfaces: Two Film, Penetration, Surface Renewal • Transport Laws & Balance Equations with turbulence, sinks and sources • Experimental Determination of Transport Coefficients • Design and Scale Up of Reactors for Heat- and Mass Transfer • Reactive Mass Transfer • Processes with Phase Changes - Evaporization and Condensation • Radiative Heat Transfer - Fundamentals • Radiative Heat Transfer - Solar Energy |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. Baehr, Stephan: Heat and Mass Transfer, Wiley 2002. 2. Bird, Stewart, Lightfoot: Transport Phenomena, Springer, 2000. 3. John H. Lienhard: A Heat Transfer Textbook, Phlogiston Press, Cambridge Massachusetts, 2008. 4. Myers: Analytical Methods in Conduction Heat Transfer, McGraw-Hill, 1971. 5. Incropera, De Witt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Wiley, 2002. 6. Beek, Muttzall: Transport Phenomena, Wiley, 1983. 7. Crank: The Mathematics of Diffusion, Oxford, 1995. 8. Madhusudana: Thermal Contact Conductance, Springer, 1996. 9. Treybal: Mass-Transfer-Operation, McGraw-Hill, 1987. |

| Modul M2049: Forschungsprojekt Chemie- und Bioingenieurwesen | | | |
|--|--|------------|---|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Forschungsprojekt Chemie- und Bioingenieurwesen (L3299) | Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| | | SWS | 12 |
| | | LP | 12 |
| Modulverantwortlicher | Dozenten des SD V | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i> | | | |
| Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i> | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 192, Präsenzstudium 168 | | |
| Leistungspunkte | 12 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Studienarbeit | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | ca. 6-15 Seiten | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L3299: Forschungsprojekt Chemie- und Bioingenieurwesen | |
|--|---|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 12 |
| LP | 12 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 192, Präsenzstudium 168 |
| Dozenten | Dozenten des SD V |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | WiSe/SoSe |
| Inhalt | In diesem Forschungsprojekt sollen die Studierenden an das eigenständige wissenschaftliche Arbeiten herangeführt werden. Dazu werden aktuelle Forschungsprojekte von den Instituten des Studiendekanats Verfahrenstechnik angeboten und auf deren Homepages veröffentlicht. |
| Literatur | Die Betreuungspersonen eines jeden Forschungsprojektes stellen die dazu gehörigen Fachliteratur zur Verfügung. Dies ist vor allem Primärliteratur (peer-reviewed journal publications) sowie Fachbücher im jeweiligen Forschungsgebiet. |

Ergänzungsmodule

Modul M0714: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen

| Lehrveranstaltungen | | | |
|--|---|-----|----|
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (L0576) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen (L0582) | Gruppenübung | 2 | 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Daniel Ruprecht | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> Mathematik I, II, III für Ingenieurstudierende (deutsch oder englisch) oder Analysis & Lineare Algebra I + II sowie Analysis III für Technomathematiker*innen. Grundkenntnisse in MATLAB, Python oder einer vergleichbaren Programmiersprache. | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> numerische Verfahren zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen benennen und deren Kernideen erläutern, Aussagen zur Konvergenz (inklusive der an das zugrundeliegende Problem gestellten Voraussetzungen) zu den behandelten numerischen Verfahren wiedergeben, Aspekte der praktischen Durchführung numerischer Verfahren erklären, passende numerische Methoden für konkrete Probleme auswählen, implementieren und die numerischen Ergebnisse interpretieren. <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> numerische Methoden zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen zu implementieren, anzuwenden und zu vergleichen, das Konvergenzverhalten numerischer Methoden in Abhängigkeit vom gestellten Problem und des verwendeten Lösungsalgorithmus zu begründen, zu gegebener Problemstellung einen geeigneten Lösungsansatz zu entwickeln, gegebenenfalls durch Zusammensetzen mehrerer Algorithmen, diesen durchzuführen und die Ergebnisse kritisch auszuwerten. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> in heterogen zusammengesetzten Teams (d.h. aus unterschiedlichen Studiengängen und mit unterschiedlichem Hintergrundwissen) zusammenarbeiten, sich gegenseitig theoretische Grundlagen erklären sowie einander bei der praktischen Implementierung der Algorithmen unterstützen. <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> selbst einzuschätzen, ob sie die begleitenden theoretischen und praktischen Übungsaufgaben besser allein oder im Team lösen und ihren Lernstand konkret zu beurteilen und gegebenenfalls gezielt Fragen zu stellen und Hilfe zu suchen. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 90 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Computational Methods and Machine Learning in Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung III. Mathematik: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Data Science & Mathematics: Wahlpflicht Electrical Engineering and Information Technology: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Interdisciplinary Mathematics: Vertiefung II. Numerical - Modelling Training: Pflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0576: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Daniel Ruprecht |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <p>Numerische Verfahren für Anfangswertprobleme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einschrittverfahren • Mehrschrittverfahren • Steife Probleme • Differentiell-algebraische Gleichungen vom Index 1 <p>Numerische Verfahren für Randwertaufgaben</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mehrzielmethode • Differenzenverfahren |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • E. Hairer, S. Noersett, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations I: Nonstiff Problems. • E. Hairer, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations II: Stiff and Differential-Algebraic Problems. • D. Griffiths, D. Higham: Numerical Methods for Ordinary Differential Equations. |

| Lehrveranstaltung L0582: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen | |
|--|------------------------------------|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Daniel Ruprecht |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M1737: Power-to-X Verfahren | | | |
|--|--|------------|-----------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Power-to-X Verfahren (L2805) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Power-to-X Verfahren (L2806) | Hörsaalübung | 1 | 2 |
| Praktische Aspekte der Energieumwandlung (L2807) | Laborpraktikum | 1 | 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Jakob Albert | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse aus dem Bachelor-Studium Verfahrenstechnik • Chemische Reaktionstechnik • Prozess- und Anlagentechnik | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> Studierende können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Energiewende in Deutschland erläutern, • einen Überblick über die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten der Power-to-X Verfahren geben, • verschiedene Power-to-X Konzepte im Hinblick auf ihre technischen Herausforderungen und den gesellschaftlichen Nutzen bewerten. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konzepte zur technischen Umsetzung von Power-to-X Verfahren zu entwickeln, • praktische Aspekte der Energieumwandlung zu Plattformchemikalien anhand labortechnischer Experimente zu bewerten, • das erlernte Wissen auf verschiedene ingenieurwissenschaftlich relevante Power-to-X Verfahren anzuwenden. | | |
| Personale Kompetenzen | <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, selbstständig in einer interdisziplinären Kleingruppe Lösungsansätze und Probleme im Bereich der Energiewende in Deutschland zu diskutieren, • können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten, • sind in der Lage, anhand von labortechnischen Experimenten die praktischen Aspekte der Energieumwandlung zu Plattformchemikalien zu erarbeiten, die Analytik der Produkte durchzuführen und zu bewerten sowie die Ergebnisse der Versuche in einem Protokoll präzise zusammenzufassen. <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage, selbstständig weitführende Literatur zum Thema zu beschaffen sich Wissen daraus zu erschließen, • sind in der Lage, selbstständig Aufgaben zum Thema zu lösen und anhand des gegebenen Feedbacks ihren Lernstand einzuschätzen, • sind in der Lage, selbstständig experimentelle Untersuchungen zum Thema durchzuführen. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Mündliche Prüfung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 30 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L2805: Power-to-X Verfahren | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Jakob Albert |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Regenerative Überschussenergie • Elektrolyse • CO₂-Quellen für Power-to-X • Power-to-Heat • Power-to-Power • Power-to-Gas (SNG) • Power-to-Syngas • Power-to-Methanol • Power-to-Fuels • Power-to-Ammonia • LOHC (Liquid organic hydrogen carrier) • Ökonomischer und ökologischer Vergleich verschiedener Konzepte |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. A. Jess, P. Wasserscheid, „Chemical Technology“, Wiley VCH, 2013 2. H. Watter, „Regenerative Energiesysteme“, Springer, 2015 |

| Lehrveranstaltung L2806: Power-to-X Verfahren | |
|---|---|
| Typ | Hörsaalübung |
| SWS | 1 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Stefanie Wesinger |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | In der Hörsaalübung werden die Inhalte der Vorlesung weiter vertieft und in die praktische Anwendung überführt. Dies geschieht anhand von Beispielaufgaben aus der Praxis, die den Studierenden zur Verfügung gestellt werden. Die Studierenden sollen diese Aufgaben mit Hilfe des Vorlesungsstoffes eigenständig oder in Gruppen lösen. Die Lösung wird dann mit Studierenden unter wissenschaftlicher Anleitung diskutiert, wobei Aufgabenteile an der Tafel präsentiert werden. |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. A. Jess, P. Wasserscheid, „Chemical Technology“, Wiley VCH, 2013 2. H. Watter, „Regenerative Energiesysteme“, Springer, 2015 |

| Lehrveranstaltung L2807: Praktische Aspekte der Energieumwandlung | |
|---|---|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 1 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Dr. Maximilian Poller |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | SoSe |
| Inhalt | Im Laborpraktikum werden praxisnahe Experimente zu Power-to-X Verfahren durchgeführt. Hierbei werden den Studierenden die Herausforderungen zur technischen Umsetzung von Power-to-X Verfahren verdeutlicht. Die zugehörige Analytik der Versuchsproben ist ebenfalls Bestandteil des Laborpraktikums und werden von den Studierenden selbst durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse werden in einem Versuchsprotokoll präzise zusammengefasst und wissenschaftlich dargestellt. |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. A. Jess, P. Wasserscheid, „Chemical Technology“, Wiley VCH, 2013 2. H. Watter, „Regenerative Energiesysteme“, Springer, 2015 |

| Modul M0802: Membrane Technology | | | |
|---|--|----------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Membrantechnologie (L0399) | | Vorlesung | 2 3 |
| Membrantechnologie (L0400) | | Gruppenübung | 1 2 |
| Membrantechnologie (L0401) | | Laborpraktikum | 1 1 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Mathias Ernst | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Basic knowledge of water chemistry. Knowledge of the core processes involved in water, gas and steam treatment | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Students will be able to rank the technical applications of industrially important membrane processes. They will be able to explain the different driving forces behind existing membrane separation processes. Students will be able to name materials used in membrane filtration and their advantages and disadvantages. Students will be able to explain the key differences in the use of membranes in water, other liquid media, gases and in liquid/gas mixtures. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Students will be able to prepare mathematical equations for material transport in porous and solution-diffusion membranes and calculate key parameters in the membrane separation process. They will be able to handle technical membrane processes using available boundary data and provide recommendations for the sequence of different treatment processes. Through their own experiments, students will be able to classify the separation efficiency, filtration characteristics and application of different membrane materials. Students will be able to characterise the formation of the fouling layer in different waters and apply technical measures to control this. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Students will be able to work in diverse teams on tasks in the field of membrane technology. They will be able to make decisions within their group on laboratory experiments to be undertaken jointly and present these to others. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Students will be in a position to solve homework on the topic of membrane technology independently. They will be capable of finding creative solutions to technical questions. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 90 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0399: Membrane Technology | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Mathias Ernst |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>The lecture on membrane technology supply provides students with a broad understanding of existing membrane treatment processes, encompassing pressure driven membrane processes, membrane application in electro dialysis, pervaporation as well as membrane distillation. The lectures main focus is the industrial production of drinking water like particle separation or desalination; however gas separation processes as well as specific wastewater oriented applications such as membrane bioreactor systems will be discussed as well.</p> <p>Initially, basics in low pressure and high pressure membrane applications are presented (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, reverse osmosis). Students learn about essential water quality parameter, transport equations and key parameter for pore membrane as well as solution diffusion membrane systems. The lecture sets a specific focus on fouling and scaling issues and provides knowledge on methods how to tackle with these phenomena in real water treatment application. A further part of the lecture deals with the character and manufacturing of different membrane materials and the characterization of membrane material by simple methods and advanced analysis.</p> <p>The functions, advantages and drawbacks of different membrane housings and modules are explained. Students learn how an industrial membrane application is designed in the succession of treatment steps like pre-treatment, water conditioning, membrane integration and post-treatment of water. Besides theory, the students will be provided with knowledge on membrane demo-site examples and insights in industrial practice.</p> |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • T. Melin, R. Rautenbach: Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung (2., erweiterte Auflage), Springer-Verlag, Berlin 2004. • Marcel Mulder, Basic Principles of Membrane Technology, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands • Richard W. Baker, Membrane Technology and Applications, Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd., 2004 |

| Lehrveranstaltung L0400: Membrane Technology | |
|---|------------------------------------|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 1 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Mathias Ernst |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0401: Membrane Technology | |
|---|------------------------------------|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Mathias Ernst |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M0801: Wasserressourcen und -versorgung | | | |
|---|--|------------|-----------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Chemie der Trinkwasseraufbereitung (L0311) | Vorlesung | 2 | 1 |
| Chemie der Trinkwasseraufbereitung (L0312) | Hörsaalübung | 1 | 2 |
| Wasserressourcenmanagement (L0402) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Wasserressourcenmanagement (L0403) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Mathias Ernst | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Kenntnis wasserwirtschaftlicher Maßnahmenfelder sowie der zentralen Prozesse der Trinkwasseraufbereitung | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Die Studierenden können Konfliktfelder wasserwirtschaftlichen Maßnahmen und deren gegenseitige Abhängigkeit für eine nachhaltige Wasserversorgung skizzieren. Sie können relevante ökonomische, ökologische und soziale Aspekte wiedergeben. Die Studierenden können Organisationsstrukturen von Wasserversorgungsunternehmen erläutern und einordnen. Sie können verfügbare Trinkwasseraufbereitungsverfahren in der Breite der Anwendungen erklären. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Die Studierende können komplexe Problemfelder aus Sicht der Trinkwassergewinnung einordnen und Lösungsansätze für wasserwirtschaftliche sowie technische Maßnahmen aufstellen. Sie können hierfür anwendbare Bewertungsmethoden einordnen. Die Studierenden sind in der Lage wasserchemische Berechnungen für ausgewählte Aufbereitungsprozessen durchzuführen. Sie können ausgewählte allgemein anerkannte Regeln der Technik auf Prozesse der Trinkwasseraufbereitung anwenden. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Die Studierenden können in einer fachlich heterogenen Gruppe gemeinsam komplexe Lösungen für das Management sowie die Aufbereitung von Trinkwasser erarbeiten und dokumentieren. Sie können professionell z.B. als Vertreter/in von Nutzungsinteressen angemessen Stellung beziehen. Sie können in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen entwickeln und diese vor anderen vertreten. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Die Studierenden sind in der Lage selbstständig ein Thema zu erarbeiten und dieses zu präsentieren. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Klausur | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 60 min (Chemie) + Referat (WRM) | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Pflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenanbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0311: Chemie der Trinkwasseraufbereitung | |
|---|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Klaus Johannsen |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>In der Vorlesung wird das für die Praxis relevante wasserchemische Wissen mit Bezug auf die Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung vermittelt.</p> <p>Die Themenschwerpunkte sind Löslichkeit von Gasen, Kohlensäure-Gleichgewicht, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht, Entsäuerung, Mischung von Wässern, Enthärtung, Redoxprozesse, Werkstoffe sowie gesetzliche Anforderungen an die Aufbereitung. Alle Themen werden vor dem Hintergrund der allgemein anerkannten Regeln der Technik (DVGW-Regelwerk, DIN-Normen) praxisnah behandelt.</p> <p>Ein wesentlicher Teil der Veranstaltung sind Berechnungen anhand realer Analysendaten (z.B. Berechnung des pH-Wertes und der Calcitlösekapazität). Zu jeder Einheit gibt es Übungen und Hausaufgaben. Durch das Lösen der Hausaufgaben erhalten die Studierenden ein Feedback und können Bonuspunkte für die Klausur erwerben.</p> <p>Da Kenntnisse der Wasseraufbereitungsprozesse von großer Bedeutung sind, werden diese in Abstimmung mit der Vorlesung „Wasserressourcenmanagement“ zu Beginn des Semesters erklärt.</p> |
| Literatur | <p>MHW (rev. by Crittenden, J. et al.): Water treatment principles and design. John Wiley & Sons, Hoboken, 2005.</p> <p>Stumm, W., Morgan, J.J.: Aquatic chemistry. John Wiley & Sons, New York, 1996.</p> <p>DVGW (Hrsg.): Wasseraufbereitung - Grundlagen und Verfahren. Oldenbourg Industrie Verlag, München, 2004.</p> <p>Jensen, J. N.: A Problem Solving Approach to Aquatic Chemistry. John Wiley & Sons, Inc., New York, 2003.</p> |

| Lehrveranstaltung L0312: Chemie der Trinkwasseraufbereitung | |
|---|------------------------------------|
| Typ | Hörsaalübung |
| SWS | 1 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Dr. Klaus Johannsen |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0402: Wasserressourcenmanagement | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Prof. Mathias Ernst |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Die Vorlesung vermittelt weitergehende Kenntnisse zur den Abhängigkeiten des Wasserressourcenmanagements mit Blick auf die Trinkwasserversorgung. Die aktuelle Situation der globalen Wasserressourcen wird dargestellt, Abhängigkeiten zwischen Nutzungsinteressen erarbeitet und internationale Beispiele für „Best-Practice“ sowie unzureichenden Wasserressourcenmanagements präsentiert und diskutiert. Entsprechend werden den Studierenden notwendige Voraussetzungen und Rahmenbedingungen für ein „integriertes Wasserressourcenmanagement“ vermittelt. Mit Bezug zum EU Raum und insbesondere Deutschland werden weiterhin Aspekte relevanter Rechtsnormen, administrative Strukturen der Wasserversorgung sowie Fragen der Organisation von Trinkwasserversorgungsunternehmen (kommunal, privat, public privat partnership) vermittelt. Managementinstrumente wie das Life-Cycle Assessment, Modelle des Benchmarkings sowie der Wasserdarboferfassung werden für die Trinkwasserversorgung präsentiert und diskutiert. Die Inhalte der Vorlesung schließen wo möglich und sinnvoll, regionale Bezüge mit ein.</p> |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle UN World Water Development Reports • Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft, VKU (2011) • Aktuelle Artikel wissenschaftlicher Zeitschriften • Ppt der Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0403: Wasserressourcenmanagement | |
|--|------------------------------------|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Mathias Ernst |
| Sprachen | DE |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M0822: Modellierung von Prozessen in der Wassertechnologie | | | |
|--|---|------------|-----------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Modellierung der Prozesse der Abwasserbehandlung (L0522) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 3 |
| Modellierung von Prozessen der Trinkwasseraufbereitung (L0314) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 3 |
| Modulverantwortlicher | Dr. Klaus Johannsen | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Verständnis der wichtigsten Prozesse in der Trinkwasseraufbereitung und der Abwasserbehandlung | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Die Studierenden können ausgewählte Prozesse der Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung detailliert beschreiben. Sie können die Grundlagen sowie die Möglichkeiten und Grenzen der dynamischen Modellierung erklären. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Studierende können die wichtigsten Funktionen der Programmiersprache Modelica anwenden. Sie können ausgewählte Prozesse der Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung detailliert im Hinblick auf Gleichgewicht, Kinetik und Stoffbilanzen in ein mathematisches Modell umsetzen und in OpenModelica realisieren. Studierende können Modelle selbst erstellen, anwenden und die Möglichkeiten und Grenzen einschätzen. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Die Studierenden können in einer fachlich heterogenen Gruppe Problemstellungen lösen und diese dokumentieren. Sie können angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | Die Studierenden sind in der Lage eigenständig ein Problem zu definieren, sich das erforderliche Wissen anzueignen und daraus ein Modell zu erstellen. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Mündliche Prüfung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 30 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L0522: Modellierung der Prozesse der Abwasserbehandlung | |
|---|---|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Joachim Behrendt |
| Sprachen | DE/EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>Massen- und Energiebilanzen</p> <p>Tracer Modellierung</p> <p>Belebtschlammverfahren</p> <p>Kläranlage (kontinuierlich und als SBR)</p> <p>Schlammbehandlung (ADM, aerob autotherm)</p> <p>Biofilmmodellierung</p> |
| Literatur | <p>Henze, Mogens (Seminar on Activated Sludge Modelling, ; Kollekolle Seminar on Activated Sludge Modelling, ;) Activated sludge modelling : processes in theory and practice ; selected proceedings of the 5th Kollekolle Seminar on Activated Sludge Modelling, held in Kollekolle, Denmark, 10 - 12 September 2001 ISBN: 1843394146 [London] : IWA Publ., 2002 TUB_HH_Katalog</p> <p>Henze, Mogens Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3 ISBN: 1900222248 London : IWA Publ., 2002 TUB_HH_Katalog</p> <p>Henze, Mogens Wastewater treatment : biological and chemical processes ISBN: 3540422285 (Pp.) Berlin [u.a.] : Springer, 2002 TUB_HH_Katalog</p> <p>Wiesmann, Udo (Choi, In Su; Dombrowski, Eva-Maria;) Fundamentals of biological wastewater treatment ISBN: 3527312196 (Gb.) URL: http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?id=2774611&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm Weinheim : WILEY-VCH, 2007 TUB_HH_Katalog</p> |

| Lehrveranstaltung L0314: Process Modeling in Drinking Water Treatment | |
|---|---|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 2 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Klaus Johannsen |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <p>In this course selected drinking water treatment processes (e.g. aeration or activated carbon adsorption) are modeled dynamically using the programming language Modelica, that is increasingly used in industry. In this course OpenModelica is used, an free access frontend of the programming language Modelica.</p> <p>In the beginning of the course the use of OpenModelica is explained by means of simple examples. Together required elements and structure of the model are developed. The implementation in OpenModelica and the application of the model is done individually or in groups respectively. Students get feedback and can gain extra points for the exam.</p> |
| Literatur | <p>OpenModelica: https://openmodelica.org/index.php/download/download-windows</p> <p>OpenModelica - Modelica Tutorial: https://openmodelica.org/index.php/useresources/userdocumentation</p> <p>OpenModelica - Users Guide: https://openmodelica.org/index.php/useresources/userdocumentation</p> <p>Peter Fritzson: Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 2.1, Wiley-IEEE Press, ISBN 0-471-471631.</p> <p>MHW (rev. by Crittenden, J. et al.): Water treatment principles and design. John Wiley & Sons, Hoboken, 2005.</p> <p>Stumm, W., Morgan, J.J.: Aquatic chemistry. John Wiley & Sons, New York, 1996.</p> <p>DVGW (Hrsg.): Wasseraufbereitung - Grundlagen und Verfahren. Oldenbourg Industrie Verlag, München, 2004.</p> |

| Modul M1736: Industrial Homogeneous Catalysis | | | |
|---|--|----------------|----------------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS LP |
| Homogene Katalyse in der Anwendung (L2804) | | Laborpraktikum | 1 2 |
| Industrielle homogene Katalyse (L2802) | | Vorlesung | 2 2 |
| Industrielle homogene Katalyse (L2803) | | Hörsaalübung | 1 2 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Jakob Albert | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> • Basic knowledge from the Bachelor's degree course in process engineering • Chemical reaction engineering • Process and plant engineering | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> Students can:</p> <ul style="list-style-type: none"> • explain the principle of homogeneous catalysis, • give an overview of the versatile applications of homogeneous catalysis in industry • evaluate different homogeneously catalysed reactions with regard to their technical challenges and economic significance. <p><i>Fertigkeiten</i> The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • develop concepts for the technical implementation of homogeneously catalysed reactions, • evaluate practical aspects of homogeneous catalysis using laboratory experiments, • apply the acquired knowledge to different homogeneously catalysed reactions. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> • are able to work out the practical aspects of homogeneous catalysis on the basis of laboratory experiments, to carry out and evaluate the analytics of the products and to precisely summarise the results of the experiments in a protocol. • are able to independently discuss approaches to solutions and problems in the field of homogeneous catalysis in an interdisciplinary small group, • are able to work together in small groups on subject-specific tasks, Translated with www.DeepL.com/Translator (free version) <p><i>Selbstständigkeit</i> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> • are able to independently obtain extensive literature on the topic and to gain knowledge from it, • are able to independently solve tasks on the topic and assess their learning status based on the feedback given, • are able to independently conduct experimental studies on the topic. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Mündliche Prüfung | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 30 min | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L2804: Homogeneous catalysis in application | |
|---|---|
| Typ | Laborpraktikum |
| SWS | 1 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Prof. Jakob Albert |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | In the laboratory practical course, practical experiments are carried out with reference to industrial application of homogeneous catalysis. The hurdles to the technical implementation of homogeneously catalysed reactions are made clear to the students. The associated analysis of the experimental samples is also part of the laboratory practical course and is carried out and evaluated by the students themselves. The results are precisely summarised and scientifically presented in an experimental protocol. |
| Literatur | 1. A. Jess, P. Wasserscheid, „Chemical Technology“, Wiley VCH, 2013 2. A. Behr, „Angewandte homogene Katalyse“, Wiley-VCH, 2008 |

| Lehrveranstaltung L2802: Industrial homogeneous catalysis | |
|---|--|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Maximilian Poller |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to homogeneous catalysis • Elementary steps of catalysis • Homogeneous transition metal catalysis • Hydroformylation • Wacker process • Monsanto process • Shell higher olefin process (SHOP) • Extractive-oxidative desulphurisation (ECODS) • Phase transfer catalysis • Liquid-liquid two-phase catalysis • Catalyst recycling • Reactor concepts |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. A. Jess, P. Wasserscheid, „Chemical Technology“, Wiley VCH, 2013 2. A. Behr, „Angewandte homogene Katalyse“, Wiley-VCH, 2008 |

| Lehrveranstaltung L2803: Industrial homogeneous catalysis | |
|---|---|
| Typ | Hörsaalübung |
| SWS | 1 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Nick Hermann, Dr. Maximilian Poller |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | In this exercise the contents of the lecture are further deepened and transferred into practical application. This is done using example tasks from practice, which are made available to the students. The students are to solve these tasks independently or in groups with the help of the lecture material. The solution is then discussed with students under scientific guidance, with parts of the task being presented on the blackboard. |
| Literatur | <ol style="list-style-type: none"> 1. A. Jess, P. Wasserscheid, „Chemical Technology“, Wiley VCH, 2013 2. A. Behr, „Angewandte homogene Katalyse“, Wiley-VCH, 2008 |

| Modul M2033: Subsurface Processes | | | |
|---|---|--------------|------------|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | | Typ | SWS |
| Modeling of Subsurface Processes (L2731) | | Gruppenübung | 3 |
| Subsurface Solute Transport (L2728) | | Vorlesung | 2 |
| Subsurface Solute Transport (L2729) | | Hörsaalübung | 1 |
| Modulverantwortlicher | Dr. Milad Aminzadeh | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | Basic Mathematics, Hydrology | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | | | |
| <i>Wissen</i> | Upon completion of this module, the students will understand the mechanisms controlling solute transport in soil and natural porous media and will be able to work with the equations that govern the fate and transport of solutes in porous media. Analytical, numerical and experimental tools and techniques will be used in this module. | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | In addition to the physical insights, the students will be exposed to analytical, experimental and numerical tools and techniques in this module. This provides them with an excellent opportunity to improve their skills on multiple fronts which will be useful in their future career. | | |
| Personale Kompetenzen | | | |
| <i>Sozialkompetenz</i> | Teamwork & problem solving | | |
| <i>Selbstständigkeit</i> | The students will be involved in writing individual reports and presentation. This will contribute to the students' ability and willingness to work independently and responsibly. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | |
| Leistungspunkte | 6 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | Report | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht | | |

| Lehrveranstaltung L2731: Modeling of Subsurface Processes | |
|---|---|
| Typ | Gruppenübung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Mohammad Aziz Zarif |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Basic usage and background of chosen computer software to calculate flow and transport in the saturated and unsaturated zone and to analyze field data like pumping test data |
| Literatur | siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L2728: Subsurface Solute Transport | |
|--|---|
| Typ | Vorlesung |
| SWS | 2 |
| LP | 2 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| Dozenten | Dr. Milad Aminzadeh |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Basic physical properties of soil: Definition and quantification; Liquid flow in soils (Darcy's law); Solute transport in soils; Practical analysis to measure dispersion coefficient in soil under different boundary conditions; Advanced topics (e.g. Application of Artificial Intelligence to predict soil salinization) |
| Literatur | - Environmental Soil Physics, by Daniel Hillel - Soil Physics, Sixth Edition, by William A. Jury and Robert Horton |

| Lehrveranstaltung L2729: Subsurface Solute Transport | |
|---|------------------------------------|
| Typ | Hörsaalübung |
| SWS | 1 |
| LP | 1 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| Dozenten | Dr. Milad Aminzadeh |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M1614: Optics for Engineers | | | | |
|--|---|---|--|-----------|
| Lehrveranstaltungen | | | | |
| Titel | | Typ | SWS | LP |
| Optik für Ingenieure (L2437) | | Vorlesung | 3 | 3 |
| Optik für Ingenieure (L2438) | | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 3 |
| Modulverantwortlicher | Prof. Thorsten Kern | | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | None | | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | - Basics of physics | | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | | |
| Fachkompetenz <i>Wissen</i> | Teaching subject ist the design of simple optical systems for illumination and imaging optics | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Basic values for optical systems and lighting technology • Spectrum, black-bodies, color-perception • Light-Sources und their characterization • Photometrics • Ray-Optics • Matrix-Optics • Stops, Pupils and Windows • Light-field Technology • Introduction to Wave-Optics • Introduction to Holography | | | |
| <i>Fertigkeiten</i> | Understandings of optics as part of light and electromagnetic spectrum. Design rules, approach to designing optics | | | |
| Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i> | | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 | | | |
| Leistungspunkte | 6 | | | |
| Studienleistung | Verpflichtend Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung | |
| | Ja Keiner | Fachtheoretisch- fachpraktische Studienleistung | Teilnahme an Laborübungen und Simulation | |
| Prüfung | Mündliche Prüfung | | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | 30 min | | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Chemical and Bioprocess Engineering: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht | | | |

| Lehrveranstaltung L2437: Optics for Engineers | | | | |
|---|---|--|--|--|
| Typ | Vorlesung | | | |
| SWS | 3 | | | |
| LP | 3 | | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 | | | |
| Dozenten | Prof. Thorsten Kern | | | |
| Sprachen | EN | | | |
| Zeitraum | WiSe | | | |
| Inhalt | <ul style="list-style-type: none"> • Basic values for optical systems and lighting technology • Spectrum, black-bodies, color-perception • Light-Sources und their characterization • Photometrics • Ray-Optics • Matrix-Optics • Stops, Pupils and Windows • Light-field Technology • Introduction to Wave-Optics • Introduction to Holography | | | |
| Literatur | | | | |

| Lehrveranstaltung L2438: Optics for Engineers | |
|--|--|
| Typ | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| SWS | 3 |
| LP | 3 |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| Dozenten | Prof. Thorsten Kern |
| Sprachen | EN |
| Zeitraum | WiSe |
| Inhalt | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| Literatur | Siehe korrespondierende Vorlesung |

Thesis

| Modul M1801: Masterarbeit im dualen Studium | | | |
|---|---|-----|----|
| Lehrveranstaltungen | | | |
| Titel | Typ | SWS | LP |
| Modulverantwortlicher | Professoren der TUHH | | |
| Zulassungsvoraussetzungen | Keine | | |
| Empfohlene Vorkenntnisse | | | |
| Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht | | |
| Fachkompetenz | <p><i>Wissen</i> Die dual Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... setzen das Spezialwissen (Fakten, Theorien und Methoden) ihres Studienfaches und das erworbene berufliche Wissen sicher zur Bearbeitung fachlicher und berufspraktischer Fragestellungen ein. ... können in einem oder mehreren Spezialbereichen ihres Faches die relevanten Ansätze und Terminologien in der Tiefe erklären, aktuelle Entwicklungen beschreiben und kritisch Stellung beziehen. ... formulieren für eine berufliche Fragestellung eine eigene Forschungsaufgabe und verorten diese in ihrem Fachgebiet. Sie erheben den aktuellen Forschungsstand und schätzen diesen kritisch ein. <p><i>Fertigkeiten</i> Die dual Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... sind in der Lage, für die jeweilige fachlich-berufspraktische Problemstellung geeignete Methoden auszuwählen, anzuwenden und nach Bedarf weiterzuentwickeln. ... beurteilen im Studium (inklusive Praxisphasen) erworbenes Wissen und erlernte Methoden und wenden ihre Fachkompetenzen auf komplexe und/oder unvollständig definierte Problemstellungen lösungs- und anwendungsorientiert an. ... erarbeiten sich in ihrem Fachgebiet neue wissenschaftliche Erkenntnisse und beurteilen diese kritisch. <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die dual Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... können eine berufliche Problemstellung in Form einer wissenschaftlichen Fragestellung sowohl für ein Fachpublikum als auch für berufliche Anspruchsgruppen schriftlich und mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen. ... antworten in einer Fachdiskussion Fragen fachkundig und zugleich adressatengerecht. Eigene Standpunkte und Einschätzungen vertreten sie dabei überzeugend. <p><i>Selbstständigkeit</i> Die dual Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... sind in der Lage, ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren, auf wissenschaftlichem Niveau abzuarbeiten und hinsichtlich umsetzbarer Handlungsoptionen für die Berufspraxis zu reflektieren. ... arbeiten sich in ein teilweise unbekanntes Arbeitsgebiet des Studienfaches vertieft ein und erschließen sich die dafür benötigten Informationen. ... wenden die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens umfassend in einer eigenen Forschungsarbeit mit einer betrieblichen Problem- und Fragestellung an. | | |
| Arbeitsaufwand in Stunden | Eigenstudium 900, Präsenzstudium 0 | | |
| Leistungspunkte | 30 | | |
| Studienleistung | Keine | | |
| Prüfung | Abschlussarbeit | | |
| Prüfungsdauer und -umfang | laut ASPO | | |
| Zuordnung zu folgenden Curricula | Bauingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Computational Methods and Machine Learning in Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht Data Science: Abschlussarbeit: Pflicht Electrical Engineering and Information Technology: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Energietechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Environmental Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Information and Communication Systems: Abschlussarbeit: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht Luftfahrttechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht Materials Science and Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht Medizingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht | | |

Modulhandbuch M.Sc. "Chemical and Bioprocess Engineering"

| |
|---|
| Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht |
| Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht |
| Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht |
| Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht |
| Schiffbau und Meerestechnik - Kopie: Abschlussarbeit: Pflicht |
| Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht |
| Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht |
| Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht |