TUHH
Technische
Universität
Hamburg

# Modulhandbuch

Master of Science (M.Sc.)

# Internationales Wirtschaftsingenieurwesen Duale Variante

Kohorte: Wintersemester 2023

Stand: 20. April 2023

# Inhaltsverzeichnis


Inhaltsverzeichnis 2
Studiengangsbeschreibung 5
Fachmodule der Kernqualifikation 7
Modul M0560: Institutionelle Rahmenbedingungen des internationalen Managements 7
Modul M0698: Rechnungswesen 9
Modul M0554: Quantitative Methods - Statistics and Operations Research 13
Modul M0820: International Business 16
Modul M1002: Produktions- und Logistikmanagement 20
Modul M1759: Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master 23
Modul M1756: Praxismodul 1 im dualen Master 25
Modul M0750: Economics 27
Modul M1734: Organisation und IT von internationalen Unternehmen und Supply Chains 29
Modul M1733: Foundations in Organizational Design and Human Resource Management 32
Modul M1757: Praxismodul 2 im dualen Master 35
Modul M0916: Projektseminar IWI 37
Modul M1758: Praxismodul 3 im dualen Master 38
Fachmodule der Vertiefung I. Management 40
Modul M0855: Marketing (Sales and Services / Innovation Marketing) 40
Modul M0996: Supply Chain Management 42
Modul M1034: Technology Entrepreneuship 46
Modul M0558: Business Optimization - Vertiefung Operations Research 49
Modul M0866: EIP und Produktivitätsmanagement 52
Modul M0697: Controlling 54
Modul M0543: Advanced Topics in Management, Organization, and Human Resource Management 56
Modul M0559: Strategisches Management 58
Modul M0815: Product Planning 61
Modul M0994: Informationstechnologie in der Logistik 63
Modul M1003: Produktionscontrolling 64
Modul M1035: Entrepreneurial Finance 68
Modul M1683: Project and Negotiation Management 71
Modul M1701: Digital Economics 75
Modul M0814: Technology Management 77
Fachmodule der Vertiefung II. Bauingenieurwesen 79
Modul M0998: Baustatik und Baudynamik 79
Modul M0723: Spannbeton- und Massivbrückenbau 82
Modul M0977: Baulogistik und Projektmanagement 84
Modul M0860: Hafenbau und Hafenplanung 87
Modul M0581: Water Protection 89
Modul M0595: Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse 91
Modul M0603: Nichtlineare Strukturanalyse 92
Modul M0858: Coastal Hydraulic Engineering I 94
Modul M0699: Geotechnik III 96
Modul M0962: Nachhaltigkeit und Risikomanagement 98
Modul M0963: Stahl- und Verbundtragwerke 100
Modul M0964: Unterirdisches Bauen 102
Modul M0713: Betontragwerke 104
Fachmodule der Vertiefung II. Elektrotechnik 106
Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine 106
Modul M0673: Information Theory and Coding 108
Modul M0712: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I 111
Modul M0746: Microsystem Engineering 113
Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung 115
Modul M0925: Digital Circuit Design 118
Modul M1048: Integrated Circuit Design 119
Modul M0548: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen 121
Modul M0710: Hochfrequenztechnik 123
Fachmodule der Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik 125
Modul M0512: Solarenergienutzung 125
Modul M0513: Systemaspekte regenerativer Energien 129
Modul M0874: Abwassersysteme 132
Modul M0721: Klimaanlagen 135
Modul M1000: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik 137
Modul M1878: Nachhaltige elektrische Energie aus Wind und Wasser 140
Modul M0801: Wasserressourcen und -versorgung 143
Modul M1888: Environmental protection management 146
Modul M0949: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones 148
Modul M0540: Transport Processes 150
Modul M1125: Bioresources and Biorefineries 153
Modul M0542: Strömungsmechanik in der Verfahrenstechnik 156
Modul M0619: Abfallbehandlungstechnologien 159
Modul M0742: Thermische Energiesysteme 161

Fachmodule der Vertiefung II. Informationstechnologie 163
Modul M0837: Simulation of Communication Networks 163
Modul M1884: Data-Driven Innovation 164
Modul M0627: Machine Learning and Data Mining 165
Modul M1879: Causal Data Science for Business Analytics 167
Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung 170
Modul M0753: Software Verification 173
Modul M0836: Communication Networks 175
Modul M0733: Software Analysis 177
Modul M1598: Bildverarbeitung 179
Modul M0629: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics 181
Modul M1880: Deep Learning for Social Analytics 183
Fachmodule der Vertiefung II. Logistik 186
Modul M0978: Sustainable Mobility of Goods and Logistics Systems 186
Modul M1132: Maritimer Transport 188
Modul M1089: Integrierte Instandhaltung und Ersatzteillogistik 190
Modul M1133: Hafenlogistik 192
Modul M0977: Baulogistik und Projektmanagement 194
Modul M1012: Labor Technische Logistik und Automatisierung 197
Modul M1100: Eisenbahnwesen 199
Modul M1402: Maschinelles Lernen in der Logistik 200
Modul M0739: Fabrikplanung & Produktionslogistik 203
Modul M1739: Betriebsaspekte in der Luftfahrt (Variante A: 6 LP) 205
Fachmodule der Vertiefung II. Luftfahrtsysteme 209
Modul M0805: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics ) 209
Modul M1156: Systems Engineering 211
Modul M0721: Klimaanlagen 213
Modul M1690: Luftfahrzeugentwurf II (Entwurf von Flugsystemen) 215
Modul M0764: Flugsteuerungssysteme 217
Modul M0763: Flugzeug-Energiesysteme 219
Modul M0771: Flugphysik 221
Modul M0812: Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen) 223
Modul M1155: Flugzeug-Kabinensysteme 225
Modul M1691: Betriebsaspekte in der Luftfahrt (Variante B: 12 LP) 227
Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen 231
Modul M1739: Betriebsaspekte in der Luftfahrt (Variante A: 6 LP) 234
Fachmodule der Vertiefung II. Mechatronik 238
Modul M0752: Nichtlineare Dynamik 238
Modul M1143: Applied Design Methodology in Mechatronics 240
Modul M0605: Numerische Strukturdynamik 242
Modul M0633: Industrial Process Automation 244
Modul M0746: Microsystem Engineering 246
Modul M0751: Technische Schwingungslehre 248
Modul M0808: Finite Elements Methods 250
Modul M0768: Microsystems Technology in Theory and Practice 252
Modul M1025: Fluidtechnik 254
Modul M0563: Robotics 257
Fachmodule der Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion 259
Modul M1143: Applied Design Methodology in Mechatronics 259
Modul M0604: High-Order FEM 261
Modul M1343: Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde 263
Modul M1012: Labor Technische Logistik und Automatisierung 265
Modul M1156: Systems Engineering 267
Modul M1894: Automatisierungstechnik und -systeme 269
Modul M0563: Robotics 271
Modul M0808: Finite Elements Methods 273
Modul M1024: Methoden der Produktentwicklung 275
Modul M1025: Fluidtechnik 277
Modul M0633: Industrial Process Automation 280
Modul M1170: Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft 282
Modul M0739: Fabrikplanung & Produktionslogistik 284
Modul M0867: Produktionsplanung und -steuerung und Digitales Unternehmen 286
Fachmodule der Vertiefung II. Regenerative Energien 288
Modul M0512: Solarenergienutzung 288
Modul M0513: Systemaspekte regenerativer Energien 292
Modul M0518: Waste and Energy 295
Modul M0749: Abfallbehandlung und Feststoffverfahrenstechnik 297
Modul M1878: Nachhaltige elektrische Energie aus Wind und Wasser 299
Modul M0508: Strömungsmechanik und Meeresenergie 302
Modul M1294: Bioenergie 304
Fachmodule der Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie 308
Modul M0513: Systemaspekte regenerativer Energien 308
Modul M0874: Abwassersysteme 311
Modul M1335: BIO II: Gelenkersatz 314

Modul M0617: Hochdruckverfahrenstechnik 315
Modul M1179: Einführung in die Medizin und Krankheitslehre 319
Modul M0914: Technical Microbiology 321
Modul M0749: Abfallbehandlung und Feststoffverfahrenstechnik 323
Modul M0896: Bioprocess and Biosystems Engineering 325
Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine 329
Modul M1702: Process Imaging 331
Modul M0541: Prozess- und Anlagentechnik II 333
Modul M0540: Transport Processes 335
Modul M0542: Strömungsmechanik in der Verfahrenstechnik 338
Modul M1334: BIO II: Biomaterials 341
Modul M0519: Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik 343
Thesis 345
Modul M1801: Masterarbeit im dualen Studium 345

# Studiengangsbeschreibung

## Inhalt

Das Ziel des Master-Studiengangs Internationales Wirtschaftsingenieurwesen (IWI) ist es, Bachelorabsolventinnen und -absolventen ingenieurswissenschaftlicher Studiengänge die Kompetenzen zu vermitteln, die sie für eine an das Studium anschließende Berufstätigkeit, beispielsweise in technischen oder betriebswirtschaftlichen Abteilungen von Unternehmen verschiedener Industriezweige, oder für eine wissenschaftliche Weiterqualifizierung (Promotion) auf dem Gebiet des Wirtschaftsingenieurwesens benötigen. Der künftige Tätigkeitsbereich der Absolventinnen und Absolventen kann sich dabei von der Forschung und Entwicklung über die Leitung und Durchführung von internationalen Projekten bis hin zur Wahrnehmung von Aufgaben des mittleren und höheren Managements erstrecken.

Die Absolventinnen und Absolventen des Internationalen Wirtschaftsingenieurwesens sollen insbesondere qualifiziert werden, Führungsaufgaben, insbesondere in internationalen Unternehmen, zu übernehmen und an der Schnittstelle von Management und Technologie erfolgreich zu agieren. Sie sind befähigt, die für die Lösung sowohl wirtschaftswissenschaftlicher als auch technischer Fragestellungen benötigten Methoden und Verfahren erfolgreich auch auf ihnen neue Problemstellungen und in sich verändernden Situationen anzuwenden, diese Methoden kritisch zu hinterfragen und unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse weiter zu entwickeln. Sie verfügen über eine solide Basis, um in ihrer beruflichen Tätigkeit auch unter Berücksichtigung ethischer Grundsätze verantwortlich handeln zu können.

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 Ingenieurin bzw. einen Ingenieur 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

Berufliche Perspektiven finden sich für die Absolventen des Studiengangs Internationales Wirtschaftsingenieurwesen in der Industrie, insbesondere in international agierenden Unternehmen, in Dienstleistungsunternehmen, insbesondere in Beratungsunternehmen, und in der Forschung. Sie sind besonders befähigt, Tätigkeiten an der Schnittstelle von technischen und wirtschaftlichen Bereichen auszuführen, zwischen diesen Bereichen zu vermitteln und auch Führungspositionen in diesen Bereichen zu übernehmen.

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

Die Absolventinnen und Absolventen verfügen über die für die berufliche Tätigkeit im nationalen wie internationalen Rahmen notwendigen fachlichen und personalen Kompetenzen auf dem interdisziplinären Gebiet des Wirtschaftsingenieurwesens. Sie haben ein umfassendes wissenschaftlich fundiertes Fachwissen der Wirtschafts- und Ingenieurswissenschaften sowie vertiefte, spezialisierte Kenntnisse in ausgewählten betriebswirtschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Fachgebieten erworben. Sie sind damit zu selbständigem Arbeiten an der Schnittstelle zwischen betriebswirtschaftlichen und technischen Bereichen befähigt und in der Lage, Managementfunktionen und insbesondere Führungsaufgaben in unterschiedlichen, auch multinationalen Unternehmen auszuüben. Hierzu zählen unter anderem technologieorientierte Betriebe, Produktionsunternehmen, industrielle Dienstleister sowie Unternehmensberatungen. Darüber hinaus haben sie die Befähigung zu einer weiterführenden wissenschaftlichen Tätigkeit mit dem Ziel der Promotion.
Die Absolventinnen und Absolventen haben Fachkompetenzen erworben, die sie dazu befähigen,

- komplexe strategische Planungsaufgaben in internationalen Wertschöpfungsketten zu übernehmen und dabei ihr Fachwissen aus den Bereichen Wirtschaftswissenschaften und Ingenieurswissenschaften erfolgreich in die Praxis zu übertragen;
- die für die Berufsausübung benötigten Methoden und Techniken der Wirtschafts- und Ingenieurswissenschaften erfolgreich auch in einem internationalen Unternehmenskontext anzuwenden, geeignet anzupassen und bei Bedarf forschend weiterzuentwickeln;
- die erworbenen interdisziplinären Kenntnisse durch integrative Verknüpfung zur Lösung von komplexen Problemen technologieorientierter Unternehmen oder von abgegrenzten Forschungsfragen aus dem Feld des Wirtschaftsingenieurwesens zu nutzen;
- Implikationen aus dem Spannungsfeld zwischen Wirtschaft und Technologie zu erkennen und zwischen den betreffenden Funktionsbereichen zu vermitteln;
- neue Technologien und Systeme in verschiedenen betrieblichen Funktionsbereichen zu erforschen, zu entwickeln, zu analysieren und kritisch zu bewerten sowie zu implementieren;
- auch in sich unvorhersehbar ändernden Planungssituationen operative und strategische Planungsaufgaben im internationalen Unternehmenskontext zu bearbeiten und einer Lösung zuzuführen;
- strategische und operative Aufgaben in produzierenden Unternehmen sowie bei Dienstleistern, insbesondere in einem internationalen Umfeld, auszuführen.

Die Absolventinnen und Absolventen verfügen zudem über personale Kompetenzen, die sie in die Lage versetzen,

- erfolgreich in einem internationalen Unternehmenskontext zu agieren und insbesondere in leitender Funktion an technologie- oder managementorientierten Projekten im internationalen Kontext mitzuwirken;
- erfolgreich in (internationalen) Teams zu arbeiten und Gruppen erfolgreich zu leiten sowie ihr Fachwissen an andere weiterzugeben;
- international mit Fachleuten, auch anderer Disziplinen, in englischer und deutscher Sprache zu kommunizieren und die Ergebnisse ihrer Arbeit auch fachübergreifend schriftlich und mündlich verständlich darzustellen;
- eigenverantwortlich Aufgabenstellungen in einem neuen oder sich in der Entwicklung befindlichen Bereich des Wirtschaftsingenieurwesens zu formulieren, Ziele zu definieren sowie eigenständig und im Team auch für strategische Probleme und abgegrenzte Forschungsfragen geeignete Problemlösungen zu entwickeln;
- das theoretische Wissen in die Praxis zu übertragen sowie neue betriebswirtschaftliche Fragestellungen und technische Zusammenhänge in komplexen Unternehmenssituationen zu analysieren;
- sich fachspezifische Kenntnisse aus der Literatur selbständig zu erarbeiten, Publikationen kritisch zu bewerten und selbst entsprechende fachliche bzw. wissenschaftliche Beiträge zu einschlägigen Themen zu verfassen;
- ihr Wissen unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Erfordernisse verantwortungsbewusst zu erweitern und forschend zu vertiefen;
- auch nicht-technische Auswirkungen der Ingenieurtätigkeit systematisch zu reflektieren und in ihr Handeln im sozioökonomischen Kontext verantwortungsbewusst einzubeziehen.

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.

## Studiengangsstruktur

Das Studium des Internationalen Wirtschaftsingenieurwesens vermittelt auf der einen Seite breite betriebswirtschaftliche und Management-Kompetenzen für industrielle Berufsfelder mit internationaler Ausrichtung. Dabei können die Studierenden ihre Kenntnisse in ausgewählten Gebieten wie z.B. Supply Chain Management, Technologiemanagement, Personalmanagement, strategischem Management oder auch in Feldern wie Marketing, Controlling oder Operations Research vertiefen. Wählbar sind insbesondere die Profile

- Marketing und Technologie
- Supply Chain Management und Logistik
- Corporate Management
- Entrepreneurship

Auf der anderen Seite können die Studierenden in diesem Studiengang Vertiefungen in verschiedenen ingenieurwissenschaftlichen Bereichen auswählen. Dies sind derzeit die Bereiche

- Bauingenieurwesen
- Elektrotechnik
- Energie- und Umwelttechnik
- Informationstechnologie
- Logistik
- Luftfahrtsysteme
- Mechatronik
- Produktentwicklung und Produktion
- Regenerative Energien
- Verfahrenstechnik und Biotechnologie

Das dritte Semester, das viele Wahlpflichtveranstaltungen enthält, eignet sich besonders gut für ein Auslandssemester. Die TUHH fördert diese Alternative und hat verschiedene Austauschpartnerschaften mit Universitäten im Ausland.

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 (insgesamt 30 Leistungspunkte).

## Fachmodule der Kernqualifikation

### Modul M0560: Institutionelle Rahmenbedingungen des internationalen Managements

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Methoden der Internationalen Managementforschung (L1911) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Wirtschaftliche Rahmenbedingungen in ausgewählten Ländern (L0159) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 4 | 4 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Thomas Wrona |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Betriebswirtschaftliche Kenntnisse, inhaltliche Kenntnisse der Vorlesung „International Management“ |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können<br>• die Bedeutung von institutionellen Rahmenbedingungen für das Handeln von Unternehmen in verschiedenen Ländern beschreiben<br>• hierbei insbesondere die wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen erläutern und kritisch reflektieren<br>• die wichtigsten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in ausgewählten Ländern benennen und voneinander abgrenzen<br>• Historische, demographische und ökonomische Kennzahlen spezifischer Wirtschaftsräume in einen internationalen Kontext setzen<br>• verschiedene Möglichkeiten der Beschreibung von Wettbewerbsvorteilen aus der Analyse der internen und externen Unternehmenssituation ableiten<br>• Methoden der Analyse externer Rahmenbedingungen (Konkurrenzanalysen, Branchenstrukturanalyse nach Porter, Analyse der globalen Umwelt im Rahmen der PESTEL-Analyse, Diamantmodell und Clusteranalyse) anwenden<br>• verschiedene Ansätze, Theorien und Methoden und zugrunde liegende Annahmen der Thematik benennen und voneinander abgrenzen<br>• unterschiedliche Ziele empirischer Forschung allgemein und in der Internationalen Managementforschung im besonderen erläutern<br>• verschiedene Möglichkeiten der Organisation empirischer Forschung erläutern und kritisch reflektieren<br>• Idealtypische Forschungsdesigns beschreiben und von einander abgrenzen |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind auf Basis des erlernten Wissens in der Lage,<br>• verschiedene Risiken und andere Einflussfaktoren im Rahmen der Umweltanalyse im internationalen Kontext zu erkennen und anschließend zu bewerten<br>• typische Probleme im Internationalen Management zu identifizieren und kontextbezogen und situationsadäquat Lösungsvorschläge zu entwickeln<br>• externe und interne Informationen in verschiedenen, internationalen Wirtschaftsräumen zu interpretieren und zielgerichtet zu analysieren, aufarbeiten und präsentieren<br>• auf der Grundlage spezieller Problemstellungen innerhalb des internationalen Managements ein geeignetes Forschungsdesign aufzustellen<br>• den Einfluss verschiedener Forschungsziele auf das gewählte Forschungsdesign zu beurteilen<br>• für ein einfaches Forschungsproblem einen idealtypischen Forschungsprozess vorzustrukturieren/zu konzipieren<br>• theoretisches Vorwissen im Internationalen Management adäquat in ein Forschungsdesign (qual./quan.) zu integrieren<br>• die Güte und den Aussagegehalt (rigour/relevance) beispielhafter empirischer Studien kritisch zu bewerten |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,<br>• fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen zu führen;<br>• ihre Arbeitsergebnisse schriftlich und mündlich darzustellen und zu vertreten;<br>• respektvoll und erfolgreich in einem Team zu arbeiten. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,<br>• sich Wissen über das Fachgebiet selbstständig zu erarbeiten und das erworbene Wissen auch auf neue Fragestellungen zu transferieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Verpflichtend: Ja; Bonus: 33 %; Art der Studienleistung: Midterm; Beschreibung: |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | ca. 30 Seiten plus Präsentation |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L1911: Methoden der Internationalen Managementforschung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Thomas Wrona |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Grundlagen empirischer Forschung<br>• Arten wissenschaftlicher Aussagen<br>• Ziele empirischer Forschung und Forschungsdesigns in der internationalen Managementforschung<br>• Spezielle Forschungsprobleme und -fragestellungen der Internationalen Managementforschung<br>• Inhalt und Prozess quantitativer Forschung im Internationalen Management (Fragestellungen, Theorien und Hypothesen, Datenerhebung, Datenauswertung, Contribution)<br>• Inhalt und Prozess qualitativer Forschung im Internationalen Management (Fragestellungen, die Rolle der Theorie, Samplingstrategien, Datenerhebung via Interviews, Datenauswertung via Grounded Theory, Contribution)<br>• Übergreifende Problemfelder (Indikation von Forschungsdesigns, Gütekriterien)<br>• Literaturreviews als Beispiel nicht-empirischer Forschung |
| **Literatur** | • Bortz, J./Döring, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler, 4. überarb. Aufl., Nachdruck, Heidelberg 2009.<br>• Brühl, R. (2014): Wie Wissenschaft Wissen schafft - Wissenschaftstheorie für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, Stuttgart 2014 (UTB Taschenbuch)<br>• Bryman, A./Bell, E. (2015). Business research methods. Oxford University Press, USA.<br>• Eisenhardt, K. M./Graebner, M. E. (2007): Theory building from cases: Opportunities and challenges, in: Academy of Management Journal, 50. Jg. 2007, Heft 1, S. 25-32.<br>• Flick, U. (2009). An Introduction to Qualitative Research (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.<br>• Kirsch, W./Seidl, D./van Aaken, D. (2007): Betriebswirtschaftliche Forschung. Wissenschaftstheoretische Grundlagen und Anwendungsorientierung, Stuttgart 2007.<br>• Oesterle, Michael-Jörg, and Stefan Schmid. "Internationales Management." Forschung, Lehre, Praxis. Schäffer-Poeschel, Stuttgart (2009).<br>• Töpfer, A. (2009): Erfolgreich forschen, Berlin/Heidelberg 2009.<br>• Wrona, T. (2005): Die Fallstudienanalyse als wissenschaftliche Forschungsmethode, ESCP-EAP Working Paper Nr. 10, Berlin 2005 (wird zum Download zur Verfügung gestellt).<br>• Wrona, T./Bauer, A. (i.V.): Theory-based Qualitative Case Study Research (Lehrbuch in Vorbereitung)<br><br>Übungstexte, die während der Vorlesung herausgegeben werden. |

| Lehrveranstaltung L0159: Wirtschaftliche Rahmenbedingungen in ausgewählten Ländern | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 4 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56 |
| **Dozenten** | Prof. Thomas Wrona |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen/Branchen/Ländern/Regionen<br>• Standortwettbewerb und globale Strategien<br>• Diamant-Modell (developing und developed countries)<br>• Cluster-Internationalisierung<br>• Wirtschafts- und Regionalpolitik<br>• Harvard Case Studies ausgewählter Unternehmen/Branchen/Länder/Regionen<br>• Erarbeitung und Präsentation der Fallstudien in Gruppen<br>• Participant-centered learning<br>• Verfassen einer Seminararbeit mit Cluster- und Länderbezug |
| **Literatur** | • Audretsch, D. and Feldman, M. (1996), “Knowledge spillovers and the geography of innovation and production”, American Economic Review, Vol. 86 No. 3, pp. 630-640.<br>• Bamberger, I. and Wrona, T. (2012), Strategische Unternehmensführung, 2., erweiterte Auflage, München 2012.<br>• Bamberger, I./Wrona, T. (2012): Strategische Unternehmensführung, 2., erweiterte Auflage, München 2012.<br>• Bell, G.G. (2005), “Clusters, networks, and firm innovativeness”, Strategic Management Journal, Vol. 26 No. 3, pp. 287-295.<br>• Krugman, P. (1991), Geography and Trade, MIT Press, Cambridge, MA.<br>• Porter, M.E. (1990), The Competitive Advantage of Nations, Free Press, New York, NY.<br>• Porter, M.E. (1991): Nationale Wettbewerbsvorteile, München 1991<br>• Porter, M.E. (2008): On Competition, Boston MA 2008<br>• Tallman, S., Jenkins, M., Henry, N. and Pinch, S. (2004), “Knowledge, clusters and competitive advantage”, Academy of Management Review, Vol. 29 No. 2, pp. 258-271. |

## Modul M0698: Rechnungswesen

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Externes Rechnungswesen und Finanzierung (L3053) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Internes Rechnungswesen und Investition (L3054) | Vorlesung | 2 | 3 |

**Modulverantwortlicher**: Prof. Matthias Meyer

**Zulassungsvoraussetzungen**: Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse**

Grundkenntnisse der Buchführung und der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre.

Die zum erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls erforderlichen Vorkenntnisse, insbesondere der Buchführung, werden im Rahmen eines E-Learning-Angebots vermittelt.

Durch einen zugehörigen Online-Test kann die/der Studierende Punkte erwerben, die dem Ergebnis der Abschlussprüfung des Moduls zugerechnet werden.

Einen Zugang sowie weitere Informationen zu dem zugehörigen Online-Lernmodul erhalten die Studierenden bei ihrer Einschreibung.

**Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse**

Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

**Fachkompetenz**

*Wissen*

Die Studierenden kennen ...

- die Grundstruktur der laufenden Kostenerfassung und -verrechnung und können diese in Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung unterteilen;
- verschiedene Kostenklassifikationen (variabel/fix, Einzel/Gemein) und können diese theoretisch einordnen;
- den Begriff und die Notwendigkeit von Kostenstellen;
- verschiedene Kalkulationsverfahren;
- simulationsbasierte Methoden für das Design von Kostenrechnungssystemen
- Instrumente zur Kostenplanung und -kontrolle;
- verschiedene Teilkostenrechnungssysteme als Alternative zur Vollkostenrechnung und können diese umfassend charakterisieren;
- moderne Entwicklungen des Kostenmanagements;
- den Accuracy-Effort Tradeoff und varianzbasierte Kritikpunkte an der Prozesskostenrechnung;
- nationale und internationale Standards für die Bilanzierung;
- den Aufbau der Bilanz, und sie können einzelne Bilanzpositionen hinsichtlich ihres Ansatzes und ihrer Bewertung erläutern;
- die Bestandteile des Jahresabschlusses nach HGB und IFRS und können diese erläutern;
- den Unterschied zwischen Gesamt- und Umsatzkostenverfahren;
- Funktion und Methodik der Wirtschaftsprüfung;
- die Vorgehensweise der Bilanzanalyse und können die Arbeitsschritte der Methodenauswahl, Datenaufbereitung und Datenauswertung erläutern;
- die wichtigsten finanz- und erfolgswirtschaftlichen Kennzahlen und können diese herleiten;
- die Rolle der Finanzfunktion in international operierenden Unternehmen und die Interdependenzen zwischen Investition und Finanzierung;
- die wichtigsten Theorien und Modelle auf dem Gebiet der Investition und Finanzierung;
- Methoden zur Unternehmensbewertung und zur Bewertung von Investitionsentscheidungen;
- Ansätze zur Risikobestimmung auf dem Gebiet der Investition und Finanzierung sowie die Portfoliotheorie;
- alternative Finanzierungsmöglichkeiten sowie deren spezifische Ausgestaltung und Bewertung;
- die Inhalte und Methoden der kurz- und langfristigen Finanzplanung;
- die speziellen Anforderungen an Finanzierungs- und Investitionsaktivitäten im internationalen Kontext.

*Fertigkeiten*

Die Studierenden sind auf Basis des erlernten Wissens in der Lage,

- Merkmale der Kosten- und Leistungsrechnung zu erläutern und Methoden aus diesem Bereich auf betriebswirtschaftliche Problemstellungen anzuwenden;
- die Aufgaben der Kostenarten-, Kostenstellen-, sowie Kostenträgerrechnung zu beschreiben sowie die Einordnung in das Grundschema der Kostenerfassung und -verrechnung zu diskutieren;
- verschiedene Möglichkeiten der fallweisen Sonderverrechnung von Kostenstellenleistungen zu unterscheiden und zweckbezogen umzusetzen;
- verschiedene Kalkulationsverfahren in Abhängigkeit von der Homogenität bzw. Heterogenität der erstellten Leistungseinheiten zu charakterisieren und anzuwenden;
- die Grenzplankostenrechnung sowie engpassbezogene Deckungsbeiträge als entscheidungsorientierte Kostenrechnungssysteme einzuordnen und anzuwenden und die Ergebnisse ihrer Analysen zu interpretieren;
- Kostenplanung von Kostenmanagement abzugrenzen;
- Prozesskostenrechnung und Target Costing anzuwenden und die Ergebnisse ihrer Analysen zu interpretieren;
- aktuelle Forschungsergebnisse zum Design von Kostenrechnungssystemen zu interpretieren
- die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Teilen des betrieblichen Rechnungswesens zu erläutern und ihre Adressaten und Rechengrößen zu unterscheiden;
- gesetzliche Vorschriften des deutschen Handelsrechtes zur Buchführung und Bilanzierung zu erläutern, zu deuten und auf gängige Sachverhalte des betrieblichen Geschehens anzuwenden;
- Unterschiede zwischen HGB und IFRS bzgl. wesentlicher Bilanzpositionen zu erkennen und kritisch zu bewerten;
- die Technik der Bilanzanalyse zu erläutern, sie auf die Jahresabschlüsse diverser internationaler Unternehmen anzuwenden

(auch IFRS) und daraus Rückschlüsse auf die dort vorherrschenden wirtschaftlichen Verhältnisse zu machen;
- Theorien und Modelle zum Investitionsmanagement internationaler Unternehmen zu erläutern, deren Einsatzmöglichkeiten zu bewerten und die Ergebnisse kritisch zu reflektieren;
- Methoden der Finanzmathematik auf Investitions- und Finanzierungsprobleme anzuwenden und geeignete Softwaretools für die Berechnungen zu verwenden;
- Investitionsprojekte international operierender Unternehmen unter Verwendung geeigneter betriebswirtschaftlicher Methoden und Kennzahlen adäquat zu bewerten, das optimale Investitionsportfolio zu bestimmen und darüber zu entscheiden;
- den Kapitalbedarf und die Kapitalkosten global operierender Unternehmen zu bestimmen;
- Finanzierungsalternativen zu bewerten und auf Grundlage der Ergebnisse auszuwählen;
- im Kontext globalisierter Finanzmärkte eine geeignete Dividendenhöhe und die Dividendenpolitik von Unternehmen, aber auch Art, Volumen, Laufzeit und Verzinsung von Unternehmensanleihen festzulegen;
- die Attraktivität von Übernahmen internationaler Wettbewerber finanziell zu bewerten.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz* Die Studierenden sind in der Lage ...

- betriebswirtschaftliche Problemstellungen im Team zu analysieren und gemeinsam Lösungen zu entwickeln;
- die Ergebnisse ihrer Analysen auch in englischer Sprache verständlich darzustellen;
- die Implikationen aktueller Forschungsergebnisse anderen zu erklären und mit diesen gemeinsam kritisch zu reflektieren
- im Rahmen einer Wirtschaftsprüfung als kompetenter Ansprechpartner zu fungieren;
- die ethischen Dilemmata von Investitions- und Finanzierungsentscheidungen zu bestimmen und sie im Rahmen der Entscheidungsanalysen zu berücksichtigen;
- Führungsverantwortung in Fragen zur Investition und Finanzierung im Unternehmen, aber auch in der Teamarbeit zu übernehmen und fachlich fundierte Lösungsvorschläge zu präsentieren.

*Selbstständigkeit* Die Studierenden sind in der Lage,

- die vorgestellten Methoden der Kostenrechnung anzuwenden, um betriebswirtschaftliche Problemstellungen zu analysieren und die Ergebnisse zu interpretieren sowie kritisch zu bewerten;
- die Kapitalstruktur global operierender Unternehmen kritisch zu analysieren
- das theoretische Wissen über das Rechnungswesen in die betriebliche Praxis zu übertragen;
- eigenständig zu entscheiden, für welche Problemstellung welche Methoden des Rechnungswesens angewendet werden können;
- sich Wissen über das Fachgebiet selbstständig zu erarbeiten und das erworbene Wissen auch auf neue Fragestellungen zu transferieren;
- Kostenrechnungssysteme eigenständig zu nutzen und zweckorientiert zu gestalten;
- operative Aufgaben des Rechnungswesens selbstständig auch in international tätigen Unternehmen auszuführen;
- Methoden der Abbildung und Analyse der erfassten Geschäftsvorfälle anzuwenden, um betriebswirtschaftliche Problemstellungen zu analysieren und die Ergebnisse kritisch zu bewerten;
- die im Rahmen einer Bilanzanalyse ermittelten Kennzahlen zu interpretieren und kritisch zu bewerten;
- die Kapitalstruktur eines Unternehmens strategisch zu optimieren und in geeigneter Weise die unterschiedlichen Formen der Unternehmensfinanzierung auf den globalen Finanzmärkten zum Einsatz zu bringen;
- eine kurzfristige und langfristige Finanzplanung vorzunehmen;
- die Gewinn- und Risikoposition eines international operierenden Unternehmens zu analysieren und zu optimieren;
- Unternehmen zu bewerten und internationale Unternehmensübernahmeentscheidungen zu treffen.

| | |
|---|---|
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |

**Studienleistung**

| Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
|---|---|---|---|
| Ja | 33 % | Midterm | |
| Ja | 5 % | Übungsaufgaben | |

| | |
|---|---|
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht |

| **Lehrveranstaltung L3053: Externes Rechnungswesen und Finanzierung** | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Matthias Meyer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Bedeutung des externen Rechnungswesens und erster Überblick<br>• Bilanz und GuV<br>• Gesamt- und Umsatzkostenverfahren, Anhang<br>• Bilanzierungsgrundsätze und -regelungen: Allgemeine Ansatzvorschriften, Bewertungs- und Ausweisvorschriften HGB<br>• Internationale Rechnungslegung (IFRS, US-GAAP)<br>• Bilanzpolitik<br>• Wirtschaftsprüfung<br>• Vorgehen Bilanzanalyse: Methodenauswahl, Datenaufbereitung, Datenauswertung<br>• Jahresabschlussanalyse (finanzwirtschaftlich: Investitionsanalyse, Finanzierungsanalyse, Liquiditätsanalyse; erfolgswirtschaftlich: Aufwandsanalyse, Ertragsanalyse, Rentabilitätsanalyse)<br>• Risiko und Return (z. B. Risikomessung, Risiko und Diversifikation, die Kosten von Kapital, Dividendenentscheidungen, Bewertung von Prinzipien wie WACC, APV, multiple und reale Optionen)<br>• Kapitalstrukturen (z. B. Eigenkapitalfinanzierung und Aktien, Schuldenfinazierung und Wertpapiere, Lesaing und Off-Balance-Sheet Finanzierung)<br>**Übung:**<br>In die Vorlesung ist eine Übung integriert. |
| **Literatur** | 1. Skript und Unterlagen, die zur Vorlesung und Übung herausgegeben werden.<br>2. Ausgewählte Bücher:<br>• Coenenberg, A./Haller, A./Mattner, G./Schultze, W. (2009): Einführung in das Rechnungswesen, 3. Aufl., Stuttgart.<br>• Döring,U./Buchholz, R. (2009): Buchhaltung und Jahresabschluss, 11. Aufl., Berlin.<br>• Heinhold, M. (2010): Buchführung in Fallbeispielen, 11. Aufl., Stuttgart.<br>• Pellens, B./Fülbier, R. U./Gassen, J./Sellhorn, T. (2011): Internationale Rechnungslegung: IFRS 1 bis 9, IAS 1 bis 41, IFRIC-Interpretationen, Standardentwürfe Mit Beispielen, Aufgaben und Fallstudie 8. Aufl., Stuttgart.<br>• Brealey, R.A./Myers, S.C./Allen, F. (2020): Principles of Corporate Finance, 13e, New York: McGraw-Hill.<br>• Wöhe, G./Döring, U. (2010): Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 24. Aufl., München.<br>• Berk, J./DeMarzo, P. (2017): Corporate Finance, 5e, Boston: Pearson.<br>3. Gesetzestexte/Standards:<br>• Handelsgesetzbuch (HGB) (Achtung: BilMoG!), teilw. Aktiengesetz (AktG) http://www.gesetze-im-internet.de/hgb/index.html |

| **Lehrveranstaltung L3054: Internes Rechnungswesen und Investition** | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Matthias Meyer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Kostenartenrechnung: Kostenbegriffe, Erfassung und Bewertung von Ressourcen<br>• Kostenstellenrechnung: Anbauverfahren, Stufenleiterverfahren, Gleichungsverfahren, Kostenschlüssel<br>• Kalkulation: Verursachungs- und Marginalprinzip, Divisionskalkulation, Äquivalenzziffernkalkulation, Zuschlagskalkulation, Verrechnungssatzkalkulation<br>• Kostenträgerrechnung: Kostenträgerstückrechnung, Kostenträgerzeitrechnung, Gesamt- und Umsatzkostenverfahren<br>• Plankostenrechnung: Kostenauflösung, starre und flexible Plankostenrechnung, Grenzplankostenrechnung<br>• Deckungsbeitragsrechnung: Direct Costing, stufenweise Fixkostendeckungsrechnung, engpassbezogener Deckungsbeitrag in der operativen Produktionsprogrammplanung<br>• Modernes Kostenmanagement: Relevance lost, Prozesskostenrechnung, Target Costing<br>• Bewertung und Investitionsrechnung (z. B. Zeitwert von Geld, Bewertung von Aktien und Wertpapieren, abgezinster Cash Flow, Net Present Value und andere Kriterien, Investitionsentscheidungen treffen)<br>**Übung:**<br>In die Vorlesung ist eine Übung integriert. Zudem gibt es für den Teil „Internes Rechnungswesen“ web-basierte Übungsaufgaben zum Selbsttest. |
| **Literatur** | **Mandatory literature:**<br>Brealey, R.A./Myers, S.C./Marcus, A.J (2020): Fundamentals of Corporate Finance, 10e, New York: McGraw-Hill.<br>**Additional literature:**<br>Brealey, R.A./Myers, S.C./Allen, F. (2020): Principles of Corporate Finance, 13e, New York: McGraw-Hill.<br>Berk, J./DeMarzo, P. (2017): Corporate Finance, 5e, Boston: Pearson.<br>Eun, C.S./Resnick, B.G. (2018): International Financial Management, 8e, New York: McGraw-Hill.<br>Ross, S./Westerfield, R./Jaffe, J./Jordan, B. (2016): Corporate Finance, 11e, New York: McGraw-Hill.<br>Ross, S.A./Westerfield, R.W./Jaffe, J./Jordan, B. (2018): Corporate Finance: Core Principles and Applications, 5e, New York: McGraw-Hill. |

## Modul M0554: Quantitative Methods - Statistics and Operations Research

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Quantitative Methoden - Statistik und Operations Research (L0127) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Quantitative Methoden - Statistik und Operations Research (L0250) | Gruppenübung | 2 | 2 |

**Modulverantwortlicher**: Prof. Kathrin Fischer

**Zulassungsvoraussetzungen**: None

**Empfohlene Vorkenntnisse**: Knowledge of Mathematics on the Bachelor Level. Relevant previous knowledge is taught and tested by an online module.

**Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse**: Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

**Fachkompetenz**

*Wissen* The students know

- different methods from the field of descriptive statistics and can explain them and their importance for Business Analytics;
- different forecasting methods as, e.g., moving averages or linear regression;
- different discrete and continuous distribution functions and can explain their meaning and their areas of application;
- the laws of probability theory as, e.g. the Bayes rule, and can explain them;
- different methods of inferential statistics - e.g. confidence intervals, hypothesis testing and regression analysis - and can explain their theoretical background;
- fields of research in which statistical methods are applied;
- the history and relevance of Operations Research;
- linear programming methods for solving planning problems, and can explain them;
- selected methods of transportation and network optimization, and can explain them;
- integer programming models and methods, e.g. for location planning;
- appropriate software for solving these problems;
- relevant areas of OR research.

*Fertigkeiten* Students are able to

- collect empirical data by appropriate methods, to aggregate, classify and analyze the data and to draw conclusions from them also in complex and realistic situations, e.g. for time series;
- recognize different distribution functions and to apply them in the solution of Business problems;
- apply laws of probability, as e.g. the Bayes rule, to construct solutions for Business and Engineering problems;
- select appropriate methods of inferential statistics, apply them to Business problems and evaluate the results of their analysis;
- construct appropriate quantitative - linear or integer - models for Business and Engineerig planning situations;
- apply methods from linear and integer programming and interpret and evaluate the results;
- apply methods from transport and network planning and interpret and evaluate the results;
- solve the problems with appropriate software, carry out sensitivity analyses and evaluate the results;
- develop a critical judgement of the different methods and their applicability;
- use models and methods from Statistics and OR to analyse problems from the areas of business and engineering and to evaluate the results;
- apply their theoretical knowledge of the different methods to practical problems, in particular in international value chains and also to apply their knowledge to specific research problems.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz* Students are able to

- engage in scientific discussions on topics from the fields of Statistics and OR;
- present the results of their work to specialists;
- work successfully and respectfully in a team.

*Selbstständigkeit* Students are able to

- carry out complex data analyses independently, individually or in a team;
- solve complex Business planning problems independently or in a team, selecting and using appropriate software;
- gather knowledge in the area independently and research-based, and to apply their knowledge also in new and unknown situations;
- critically evaluate the results of their work and the consequences.

**Arbeitsaufwand in Stunden**: Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70

**Leistungspunkte**: 6

**Studienleistung**

| Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
|---|---|---|---|
| Ja | 2.5 % | Übungsaufgaben | |
| Ja | 47.5 % | Midterm | |

**Prüfung**: Klausur

**Prüfungsdauer und -umfang**: 3 Stunden (1,5 Stunden Midterm, 1,5 Stunden Abschlussklausur)

**Zuordnung zu folgenden Curricula**: Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht

| Lehrveranstaltung L0127: Quantitative Methods - Statistics and Operations Research | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Kathrin Fischer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | **Statistics**<br>• Descriptive Statistics: Graphical representations, calculation of relevant measures of central tendency etc., also by using a computer; application of methods for large data sets, analysis and comparison of results, critical discussion and evaluation of methods and their use in scientific projects and business practice<br>• Probability theory: important laws, dependent probabilities, Bayes Rule; application to practical problems<br>• Use and application of probability distributions , as e.g. Binomial and Normal distribution to Management and Engineering problems<br>• Methods of inferential statistics: confidence intervals: theoretical background and applications; hypothesis testing: theoretical background and application to business problems; regression analysis: theoretical background and application in research practice.<br><br>**Operations Research**<br>• Linear Programming: Modelling business decision situations, solving problems by Simplex method and by using software, theoretical background of Simplex procedure, Dual Simplex procedure and blocked variables, special cases (degeneracy etc.); sensitivity analysis and interpretation<br>• Transportation planning: Modellung transportation and transshipment problems in global networks; Solving transportation problems using software<br>• Network Optimization problems: modelling production and transportation networks, solving planning problems in networks, Network Planning as a research topic<br>• Integer Programming: Models using integer variables, e.g. in location decisions, branch and bound procedure |
| **Literatur** | Ausgewählte Bücher:<br><br>D.R. Anderson / D.J. Sweeney / T.A. Williams / Martin: Quantitative Methods for Business. 11th Edition, Thomson, South Western 2008.<br><br>Bluman, Alan G.: Elementary Statistics - A brief version. Third Edition, McGrawHill 2006.<br>Bowerman, Bruce L. and O'Connell, Richard T.: Business Statistics in Practice, 8th edition, McGraw-Hill 2016.<br><br>Domschke, W., Drexl, A.: Einführung in Operations Research, 9. Auflage, Springer, Berlin et al. 2015.<br><br>Domschke, W. / A. Drexl / R. Klein / A. Scholl / S. Voß: Übungen und Fallbeispiele zum Operations Research, 8. Auflage, Springer, Berlin et al. 2015<br><br>Hillier, F.S., Lieberman, G.J.: Introduction to Operations Research. 11th Edition, McGraw-Hill, 2014.<br><br>Schira, J.: Statistische Methoden der VWL und BWL - Theorie und Praxis. 5. Auflage, Pearson Verlag 2016.<br><br>Zudem: Skript und Unterlagen, die zur Vorlesung herausgegeben werden. |

| Lehrveranstaltung L0250: Quantitative Methods - Statistics and Operations Research | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Kathrin Fischer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | **Statistics**<br>• Descriptive Statistics: Graphical representations, calculation of relevant measures of central tendency etc., also by using a computer; application of methods for large data sets, analysis and comparison of results, critical discussion and evaluation of methods and their use in scientific projects and business practice<br>• Probability theory: important laws, dependent probabilities, Bayes Rule; application to practical problems<br>• Use and application of probability distributions , as e.g. Binomial and Normal distribution to Management and Engineering problems<br>• Methods of inferential statistics: confidence intervals: theoretical background and applications; hypothesis testing: theoretical background and application to business problems; regression analysis: theoretical background and application in research practice.<br><br>**Operations Research**<br>• Linear Programming: Modelling business decision situations, solving problems by Simplex method and by using software, theoretical background of Simplex procedure, Dual Simplex procedure and blocked variables, special cases (degeneracy etc.); sensitivity analysis and interpretation<br>• Transportation planning: Modellung transportation and transshipment problems in global networks; Solving transportation problems using software<br>• Network Optimization problems: modelling production and transportation networks, solving planning problems in networks, Network Planning as a research topic<br>• Integer Programming: Models using integer variables, e.g. in location decisions, branch and bound procedure |
| **Literatur** | Ausgewählte Bücher:<br><br>D.R. Anderson / D.J. Sweeney / T.A. Williams / Martin: Quantitative Methods for Business. 11th Edition, Thomson, South Western 2008.<br><br>Bluman, Alan G.: Elementary Statistics - A brief version. Third Edition, McGrawHill 2006.<br>Bowerman, Bruce L. and O'Connell, Richard T.: Business Statistics in Practice, 8th edition, McGraw-Hill 2016.<br><br>Domschke, W., Drexl, A.: Einführung in Operations Research, 9. Auflage, Springer, Berlin et al. 2015.<br><br>Domschke, W. / A. Drexl / R. Klein / A. Scholl / S. Voß: Übungen und Fallbeispiele zum Operations Research, 8. Auflage, Springer, Berlin et al. 2015<br><br>Hillier, F.S., Lieberman, G.J.: Introduction to Operations Research. 11th Edition, McGraw-Hill, 2014.<br><br>Schira, J.: Statistische Methoden der VWL und BWL - Theorie und Praxis. 5. Auflage, Pearson Verlag 2016.<br><br>Zudem: Skript und Unterlagen, die zur Vorlesung herausgegeben werden. |

## Modul M0820: International Business

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Business-to-Business Marketing (L0762) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Interkulturelles Management und Kommunikation (L0846) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Internationales Management (L0157) | Vorlesung | 2 | 2 |

**Modulverantwortlicher**: Prof. Christian Lüthje

**Zulassungsvoraussetzungen**: None

**Empfohlene Vorkenntnisse**

Bachelor-level knowledge in marketing and (international) strategic management; basic understanding of market segmentation, modes of market entry, strategic management, pricing theory and marketing instruments.

The previous knowledge which is required for this module is taught by e-learning modules. Students receive access data and information regarding the online learning module after enrolment at TUHH.

**Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse**

Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

**Fachkompetenz**

*Wissen*

The students will develop a thorough understanding of the following:

- Selling to organizations and marketing strategies in B2B markets
- Relevant theories, methods and tools for operational B2B marketing
- Relevant theories for intercultural communication
- Theoretical knowledge of
  - the importance of globalization for firms and the challenges facing companies in the context of their international operations;
  - methods of measuring the internationalization degree of companies and the resulting practical implications;
  - target market strategies, market entry strategies and foreign operation modes and allocation strategies;
  - different types of international organizational structures (e.g. global organization, network organization, transnational organization);
  - "culture" and its impact on human interaction;
  - important aspects of (intercultural) communication issues.
  - methods of analysis and assessment of market entry risks by applying modern theories such as the “Innovator’s Dilemma” framework;
  - modes of cooperation such as prime contractor and consortium models and their industrial cooperation related advantages and disadvantages;
  - special methods of assessment of specific country risks;

*Fertigkeiten*

The students will be able to apply this knowledge to

- identify and systematically address relevant partners when selling to business organizations;
- place, price and communicate industrial products with the help state-of-the-art B2B marketing tools;
- define the specifics of global industries and respond to them deriving appropriate practical recommendations (global competitors, regional consumers, local and global suppliers, etc.);
- derive advantages and disadvantages of different target market, market entry, timing and allocation strategies;
- apply the theoretical knowledge to business cases or real examples (e.g. internationalization processes of well-known hotel chains or franchise companies, etc.);
- interpret symbols, rituals and gestures appropriately in an intercultural context.

**Based on these skills, the students will be able to**

- analyze market-entry options and market positioning in B2B markets;
- systematically analyze, work up and present information needed for making the decision for or against internationalization of company’s operations and regarding HOW, WHEN and WHAT;
- analyze and evaluate risks in the context of international business operations;
- decide which mode of market entry (e.g. franchising) yields most potential;
- make methodically based internationalization decisions as well as master the specifics of strategic management in an international context and apply concrete planning processes;
- develop strategies when approaching international client companies and manage relationships with complex client entities;
- develop sophisticated market-entry strategies and to position innovative industrial goods in global business-to-business markets;
- develop communication strategies in the domain of industrial goods, develop pricing plans by applying state-of-the-art tools like Vickrey-auctions to measure willingness-to-pay and methods such as tender-bidding models.
- solve complex operating planning tasks independently or in a team applying appropriate methods and comprehensibly present the results of their analysis;
- identify problems and resolve cultural issues in multi-cultural teams and in intercultural collaborations
- successfully manage cultural diversity.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz*

The students will be able to

- have fruitful professional discussions;
- present and defend the results of their work in a group of students;
- work successfully in multi-cultural teams

| | |
|---|---|
| | • communicate and collaborate successfully and respectfully with others, also on an intercultural basis. |
| *Selbstständigkeit* | The students will be able to<br>• acquire knowledge in the specific context independently and to map this knowledge onto other new complex problem fields. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Ja 5 % Übungsaufgaben |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 3 schriftliche Arbeiten semesterbegleitend |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L0762: Business-to-Business Marketing | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Lüthje |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | **Contents**<br>Business-to-business (B2B) markets play an important role in most economies. At the same time, B2B markets differ strongly from consumer goods markets. For example, companies' buying decisions follow different rules than those of consuming individuals. Consequently, marketing mix decisions in B2B markets need to follow the specific circumstances in such markets.<br><br>The aim of this lecture is to enable students to understand the specifics of marketing in B2B markets. At the beginning, students learn which strategic marketing decisions may be most appropriate in industrial markets. Following that, the lecture will focus more on different options to design marketing mix elements - Pricing, Communication and Distribution - in B2B markets. We extend the student's basic knowhow in marketing and focus on the specific requirements in B2B markets.<br><br>Topics<br>• The importance, specific characteristics and developments of B2B markets today<br>• Organizational buying behavior and the corporate buying process<br>• B2B marketing strategies regarding modes and time of market entry with focus on innovative industrial products<br>• Types of project-related cooperation in the B2B project business<br>• Specific operational marketing methods in communication (success factors of fares and exhibitions, importance of public relations for B2B markets); pricing (measuring willingness-to-pay via auctions; value-based pricing in industrial markets, bidding models and auctioning); distribution and channel strategies for B2B markets<br>• Marketing in complex value chains: Solving the problem of direct customers' unwillingness to adopt innovative products by directly addressing indirect customers<br><br>**Knowledge**<br><br>The students will develop a thorough understanding of:<br>• How organizations and firms buy<br>• How marketing can be performed in complex value chains<br>• Promising market and competitive strategies in B2B markets<br>• Modes of cooperation in B2B markets<br>• Marketing-Mix decisions in B2B marketing (communication, pricing, distribution)<br><br>**Skills**<br>• analyzing the advantages and disadvantages of different target market, market entry, timing and allocation strategies;<br>• identifying and systematically address relevant partners when selling to business organizations;<br>• developing context-specific market-entry and timing strategies;<br>• making appropriate decisions for the pricing and communication of industrial products;<br>• applying the theoretical knowledge to business cases or real examples<br><br>**Social Competence**<br><br>The students will be able to<br>• having fruitful professional discussions;<br>• presenting and defending the results of their work in groupwork;<br><br>**Self-reliance**<br>• acquiring knowledge in the specific context independently and to map this knowledge onto other new complex problem fields.<br><br>**Assessment**<br><br>Written examination & Class participation in interactive elements (presentations, homework) |
| **Literatur** | Blythe, J., Zimmerman, A. (2005) Business-to-Business Marketing: A global perspective, London, Thomson<br><br>Monroe, K. B. (2002). Pricing: Making Profitable Decisions, 3rd Edition<br><br>Morris, M., Pitt, L., Honeycutt, E. (2001), Business-to-Business Marketing, New York, Sage Publishing, 3rd Edition<br><br>Nagle, T., Hogan, J., Zale, J. (2009), Strategy and Tactics of Pricing, New York, Prentice Hall, 5th Edition |

| Lehrveranstaltung L0846: Intercultural Management and Communication | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Lüthje |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Globalization of business processes and the revolution in information and communication technologies (ICT) have resulted in distributed workflows across geographic boundaries. These developments as well as increased immigration emanating, for example, as a consequence of a shortage of skilled labour in many industrialized nations, have led to the creation of (virtual) multi-cultural, multi-ethnic teams with diverse cultural backgrounds. Such diversity generally has a positive impact on creativity and innovativeness, as many empirical studies confirm. Nevertheless, varying cultural practices, communication styles, and contextual sensibilities have the potential to disturb or even disrupt collaborative work processes, if left unmanaged.<br><br>This course focuses on inter-cultural management<br>from both, theoretical as well as practical, points of view to provide a solid fundament to students enabling them to operate successfully in cross-cultural settings. Case studies and guest lecture(s) will be used to provide added practical relevance to the course. In addition, where practicable, student assignments will be used to foster autonomous learning.<br><br>Some of the main topics covered in this course include:<br><br>• Understanding “culture” and its impact on human interaction<br>• Verbal and non-verbal communication<br>• High and low context communication<br>• Role of formality and non-formality in communication<br>• Varying interpretations of symbols, rituals & gestures<br>• Managing diversity in domestic settings |
| **Literatur** | • Bartlett, C.A. / Ghoshal, S. (2002): Managing Across Borders: The Transnational Solution, 2nd edition, Boston<br>• Deresky, H. (2006): International Management: Managing Across Borders and Cultures, 3rd edition, Upper Saddle River<br>• French, R. (2010): Cross-cultural Management in Work Organisations, 2nd edition, London<br>• Hofstede, G. (2003): Culture's Consequences : Comparing Values, Behaviors, Institutions and Organizations across Nations, 2nd edition, Thousand Oaks<br>• Hofstede, G. / Hofstede, G.J. (2006): Cultures and Organizations: Software of the mind, 2nd edition, New York |

| Lehrveranstaltung L0157: International Management | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Thomas Wrona |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Growing internationalization of companies and increased globalization require dealing with operations and specifics of international management as well as creating an understanding of intercultural differences. In order to help the students to understand these specifics and challenges accompanying international companies, the course will be divided in the following parts:<br><br>• Important Aspects in International Management<br>• Theories of Internationalization<br>• Specific characteristics of international companies and their strategies<br>• Organizational Structure and Leadership in international companies<br><br>During the course, the content will be covered from a theoretical as well as a practical point of view by using examples of different companies. In order to provide practical relevance to the course, a guest speaker from a well-known international company will be invited or alternatively a company visit will be organized as well as an analysis of a case study will take place. |
| **Literatur** | 1. Course notes and materials provided before the lecture.<br>2. Selected books:<br>◦ Bartlett/Ghoshal (2002): Managing Across Borders, The Transnational Solution, 2nd edition, Boston<br>◦ Buckley, P.J./Ghauri, P.N. (1998), The Internationalization of the Firm, 2nd edition<br>◦ Czinkota, Ronkainen, Moffett, Marinova, Marinov (2009), International Business, Hoboken<br>◦ Dunning, J.H. (1993), The Globalization of Business: The Challenge of the 1990s, London<br>◦ Ghoshal, S. (1987), Global Strategy: An Organizing Framework, Strategic Management Journal, p. 425-440<br>◦ Praveen Parboteeah, K.,Cullen, J.B. (2011) , Strategic International Management, International 5th Edition<br>◦ Rugman, A.M./Collinson, S. (2012): International Business, 6th Edition, Essex 2012 |

## Modul M1002: Produktions- und Logistikmanagement

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Operatives Produktions- und Logistikmanagement (L1198) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Strategisches Produktions- und Logistikmanagement (L1089) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Strategisches Produktions- und Logistikmanagement (L3152) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Wolfgang Kersten |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre<br><br>Die zum erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls erforderlichen Vorkenntnisse werden im Rahmen eines E-Learning-Angebots vermittelt. Einen Zugang sowie weitere Informationen zu dem zugehörigen Online-Lernmodul erhalten die Studierenden bei ihrer Einschreibung. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können<br>• zwischen strategischem und operativem Produktions- und Logistikmanagement differenzieren;<br>• Gestaltungsfelder des Produktions- und Logistikmanagements beschreiben;<br>• den Unterschied zwischen traditionellen und neueren Produktionsplanungs- und -steuerungskonzepten verstehen;<br>• die aktuellen Herausforderungen und Forschungsfelder des Produktions- und Logistikmanagement, insbesondere in einem internationalen Kontext, wiedergeben und erläutern. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind auf Basis des erlernten Wissens in der Lage,<br>- Methoden des Produktions- und Logistikmanagements in einem internationalen Kontext anzuwenden,<br>- für die Lösung praktischer Probleme geeignete produktionswirtschaftliche Methoden und Werkzeuge auszuwählen,<br>- geeignete Vorgehensweisen des Produktions- und Logistikmanagements auch für nicht standardisierte Fragestellungen auszuwählen,<br>- Entscheidungsfelder im Produktions- und Logistikmanagement sowie zugehörige Einflussgrößen ganzheitlich zu beurteilen,<br>- eine Produktions- und Logistikstrategie sowie einen Global Manufacturing Footprint systematisch zu gestalten. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,<br>- Diskussionen und Teamsitzungen anzuleiten,<br>- in Gruppen zu Arbeitsergebnissen zu kommen und diese zu dokumentieren,<br>- in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen zu erarbeiten und diese vor anderen zu vertreten,<br>- Probleme und Lösungen vor Fachpersonen zu vertreten und Ideen weiterzuentwickeln. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,<br>- mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns einzuschätzen,<br>- sich eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen zu erschließen sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen<br>- Forschungsaufgaben unter Reflexion möglicher gesellschaftlicher Auswirkungen zu definieren und durchzuführen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Verpflichtend: Ja; Bonus: 2.5 %; Art der Studienleistung: Übungsaufgaben; Beschreibung: Online-Modul<br>Verpflichtend: Nein; Bonus: 15 %; Art der Studienleistung: Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung; Beschreibung: PBL |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Management und Controlling: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L1198: Operatives Produktions- und Logistikmanagement | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Thorsten Blecker |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • **Vertiefende Kenntnisse des operativen Produktionsmanagements**<br>•<br>• **Traditionelle Produktionsplanung und –steuerungskonzepte**<br>•<br>• **Neuere Produktionsplanung und –steuerungskonzepte**<br>•<br>• **Verständnis und Anwendung quantitativer Methoden**<br>•<br>• **Weitere Konzepte des operativen Produktionsmanagements**<br>• |
| **Literatur** | Corsten, H.: Produktionswirtschaft: Einführung in das industrielle Produktionsmanagement, 12. Aufl., München 2009.<br>Dyckhoff, H./Spengler T.: Produktionswirtschaft: Eine Einführung, 3. Aufl., Berlin Heidelberg 2010.<br>Heizer, J./Render, B: Operations Management, 10. Auflage, Upper Saddle River 2011.<br>Kaluza, B./Blecker, Th. (Hrsg.): Produktions- und Logistikmanagement in Virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken, Berlin et al. 2000.<br>Kaluza, B./Blecker, Th. (Hrsg.): Erfolgsfaktor Flexibilität. Strategien und Konzepte für wandlungsfähige Unternehmen, Berlin 2005.<br>Kurbel, K.: Produktionsplanung und -steuerung, 5., Aufl., München - Wien 2003.<br>Schweitzer, M.: Industriebetriebslehre, 2. Auflage, München 1994.<br>Thonemann, Ulrich (2005): Operations Management, 2. Aufl., München 2010.<br>Zahn, E./Schmid, U.: Produktionswirtschaft I: Grundlagen und operatives Produktionsmanagement, Stuttgart 1996<br>Zäpfel, G.: Grundzüge des Produktions- und Logistikmanagement, 2. Aufl., München - Wien 2001 |

| Lehrveranstaltung L1089: Strategisches Produktions- und Logistikmanagement | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Wolfgang Kersten |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Identifikation von Aufgabenschwerpunkten und Gestaltungsfeldern des Produktions- und Logistikmanagements<br>• Berücksichtigung aktueller Herausforderungen bei der Formulierung der Produktions- und Logistikstrategie<br>• Charakterisierung, Entwicklung und Analyse geeigneter Wettbewerbsstrategien<br>• Produktion und Logistik als Wettbewerbsfaktor<br>• Identifikation und Gestaltung von Entscheidungsfeldern der Produktionsstrategie (Fertigungstiefenstrategie, Technologiestrategie, Standortstrategie, Kapazitätsstrategie) im Unternehmenskontext<br>• Verstehen internationaler Rahmenbedingungen bei der Entwicklung einer Produktions- und Logistikstrategie<br>• Vermittlung unterschiedlicher Rollen und Gestaltungsaspekte eines Global Manufacturing Footprint<br>• Beurteilung der Produktions- und Logistikstrategien verschiedener Branchen und Unternehmen<br>• Vermittlung vertiefender Kenntnisse von Konzepten des Produktions- und Logistikmanagements<br>• Vermittlung vertiefender Kenntnisse von Lean Management und verwandten Konzepten; wesentliche Ziele und Maßnahmen; Einfluss von Lean auf Produktions- und Logistikstrategien<br>• Analyse des Einflusses der Digitalisierung auf Produktions- und Logistikstrategien<br>• Vorstellung und Diskussion aktueller Forschungsergebnisse im Produktions- und Logistikmanagement<br>• Integration umfangreicher Problem-Based-Learning Einheiten zur Bearbeitung vorlesungsrelevanter Fallbeispiele; gemeinsame Erarbeitung und Entwicklung von Problemlösungsvorschlägen im Rahmen der interkulturellen Teamarbeit; Aufbereitung der Ergebnisse mit Hilfe moderner Präsentationsmedien |
| **Literatur** | Arvis, J.-F. et al. (2018): Connecting to Compete - Trade Logistics in the Global Economy, Washington, DC, USA: The World Bank Group, Download: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29971<br><br>Corsten, H. /Gössinger, R. (2016): Produktionswirtschaft - Einführung in das industrielle Produktionsmanagement, 14. Auflage, Berlin/ Boston: De Gruyter/ Oldenbourg.<br><br>Heizer, J./ Render, B./ Munson, Ch. (2016): Operations Management (Global Edition), 12. Auflage, Pearson Education Ltd.: Harlow, England.<br><br>Kersten, W. et al. (2017): Chancen der digitalen Transformation. Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management, Hamburg: DVV Media Group<br><br>Nyhuis, P./ Nickel, R./ Tullius, K. (2008): Globales Varianten Produktionssystem - Globalisierung mit System, Garbsen: Verlag PZH Produktionstechnisches Zentrum GmbH.<br><br>Porter, M. E. (2013): Wettbewerbsstrategie - Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten, 12. Auflage, Frankfurt/Main: CampusVerlag.<br><br>Schröder, M./ Wegner, K., Hrsg. (2019): Logistik im Wandel der Zeit - Von der Produktionssteuerung zu vernetzten Supply Chains, Wiesbaden: Springer Gabler<br><br>Slack, N./ Lewis, M. (2017): Operations Strategy, 5/e Pearson Education Ltd.: Harlow, England.<br><br>Swink, M./ Melnyk, S./ Cooper, M./ Hartley, J. (2011): Managing Operations across the Supply Chain, New York u.a.<br><br>Wortmann, J. C. (1992): Production management systems for one-of-a-kind products, Computers in Industry 19, S. 79-88<br><br>Womack, J./ Jones, D./ Roos, D. (1990): The Machine that changed the world; New York.<br><br>Zahn, E. /Schmid, U. (1996): Grundlagen und operatives Produktionsmanagement, Stuttgart: Lucius & Lucius<br><br>Zäpfel, G.(2000): Produktionswirtschaft: Strategisches Produktions-Management, 2. Aufl., München u.a. |

| Lehrveranstaltung L3152: Strategisches Produktions- und Logistikmanagement | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Wolfgang Kersten |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Modul M1759: Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Dr. Henning Haschke |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Modul „Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Bachelor"<br>• Praxismodule aus dem dualen Bachelor der TUHH |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden ...<br>... können ausgewählte klassische und aktuelle Theorien, Konzepte und Methoden ...<br>• des Projektmanagements und<br>• des Veränderungs- und Transformationsmanagements<br>... beschreiben, einordnen sowie auf konkrete Situationen, Prozesse und Vorhaben in Ihrem persönlichen beruflichen Kontext anwenden. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden ...<br>• ... antizipieren typische Schwierigkeiten, positive und negative Auswirkungen sowie Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren im Ingenieurbereich, beurteilen diese und wägen aussichtsreiche Strategien und Handlungsoptionen gegeneinander ab.<br>• ... entwickeln spezialisierte fachliche und konzeptionelle Fertigkeiten zur Lösung komplexer Aufgaben- und Problemstellungen im beruflichen Tätigkeitsfeld/Arbeitsbereich. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden ...<br>• ... sind in der Lage, auch interdisziplinäre Teams im Rahmen komplexer Aufgaben- und Problemstellungen verantwortlich zu leiten.<br>• ... führen bereichsspezifische und -übergreifende Diskussionen mit Fachexpertinnen und Fachexperten, Stakeholdern sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und vertreten dabei ihre Vorgehensweisen, Standpunkte und Arbeitsergebnisse. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden ...<br>• ... definieren, reflektieren und bewerten Ziele und Maßnahmen für komplexe anwendungsorientierte Projekte und Veränderungsprozesse.<br>• ... gestalten ihren beruflichen Zuständigkeitsbereich eigenständig und nachhaltig.<br>• ... 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** | • Theorien und Methoden des Projektmanagements<br>• Innovationsmanagement<br>• Agiles Projektmanagement<br>• Grundlagen agiler und klassischer Methoden<br>• Hybrider Einsatz klassischer und agiler Methoden<br>• Rollen, Perspektiven und Stakeholder im Projektverlauf<br>• Initiierung und Koordination von komplexen Projekten im Ingenieurbereich<br>• Grundlagen Moderation, Teamsteuerung, Teamführung, Konfliktmanagement<br>• Kommunikationsstrukturen: betriebsintern, unternehmensübergreifend<br>• Öffentliche Informationspolitik<br>• Förderung von Commitment und Empowerment<br>• Erfahrungsaustausch mit Fach- und Führungskräften aus dem Ingenieurbereich<br>• 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** | • Grundkonzepte, Chancen und Grenzen organisationalen Wandels<br>• Modelle und Methoden der Organisationsgestaltung und -entwicklung<br>• Strategische Ausrichtung und Veränderung und deren kurz-, mittel- und langfristigen Konsequenzen für Individuum, Organisation und Gesellschaft<br>• Rollen, Perspektiven und Stakeholder in Veränderungsprozessen<br>• Initiierung und Koordinierung von Veränderungsmaßnahmen im Ingenieurbereich<br>• Phasen-Modelle des organisationalen Wandels (Lewin, Kotter etc.)<br>• Veränderungsgerechte Informationspolitik und Umgang mit Widerständen und Unsicherheit<br>• Förderung von Commitment und Empowerment<br>• Erfolgreicher Umgang mit Change und Transformation: persönlich, als Mitarbeiterin bzw. Mitarbeiter, als Führungskraft (persönlich, professional, organisational)<br>• Unternehmen und Globe (systemisch)<br>• Erfahrungsaustausch mit Fach- und Führungskräften aus dem Ingenieurbereich<br>• Dokumentation und Reflexion von Lernerfahrungen |
| **Literatur** | Seminarapparat |

## Modul M1756: Praxismodul 1 im dualen Master

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Praxisphase 1 im dualen Master (L2887) | | 0 | 10 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Dr. Henning Haschke |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Erfolgreicher Abschluss eines dualen Bachelors der TU Hamburg bzw. vergleichbare berufspraktische Erfahrungen und Kompetenzen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung<br>• 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** | |
| *Wissen* | Die Studierenden ...<br>• ... 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.<br>• ... verfügen über ein kritisches Verständnis über die praktischen Anwendungsmöglichkeiten ihres ingenieurwissenschaftlichen Faches. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden ...<br>• ... wenden fachtheoretisches Wissen auf komplexe, bereichsübergreifende Problemstellungen des Betriebes an und beurteilen die dazugehörigen Arbeitsprozesse und -ergebnisse unter Einbeziehung von Handlungsoptionen.<br>• ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um.<br>• ... erarbeiten Lösungen sowie Verfahrens- und Vorgehensweisen in ihrem Tätigkeitsfeld und Zuständigkeitsbereich. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden ...<br>• ... arbeiten verantwortlich in Projektteams ihres Arbeitsbereichs und gehen vorausschauend mit Problemen in der Arbeitsgruppe um.<br>• ... vertreten komplexe ingenieurwissenschaftliche Standpunkte, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsansätze im Gespräch mit internen und externen betrieblichen Stakeholdern argumentativ. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden ...<br>• ... definieren Ziele für die eigenen Lern- und Arbeitsprozesse als Ingenieurin bzw. Ingenieur.<br>• ... reflektieren Lern- und Arbeitsprozesse in ihrem Zuständigkeitsbereich.<br>• ... reflektieren die Bedeutung von Fachmodulen, Vertiefungsrichtungen und Spezialisierung für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur 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<br>Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht<br>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Energietechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht<br>Medizinингenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht |

| | |
|---|---|
| | Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht<br>Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>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** | **Onboarding Betrieb**<br>• Zuweisung berufliches Tätigkeitsfeld als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) und dazugehöriger Arbeitsbereiche<br>• Festlegung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.)<br>• Eigenverantwortliches Arbeiten im Team und ausgewählten Projekten - bereichs- und ggf. unternehmensübergreifend<br>• Ablaufplanung des aktuellen Praxismoduls mit klarer Zuordnung zu den Arbeitsstrukturen<br>• Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester<br>**Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten**<br>• 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<br>• Fachliche Spezialisierung (korrespondierend mit dem gewählten Studiengang (M.Sc.) im Tätigkeitsfeld<br>• Systemische Fertigkeiten<br>• Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes<br>**Lerntransfer/-reflexion**<br>• Anlegen E-Portfolio<br>• Bedeutung der Studieninhalte (M.Sc.) für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur<br>• Bedeutung von Entwicklung und Innovation für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur<br>• Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |
| **Literatur** | • Studierendenhandbuch<br>• Betriebliche Dokumente<br>• Hochschulseitige Handlungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |

## Modul M0750: Economics

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Außenwirtschaftslehre (L0700) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Konzepte der Volkswirtschaftstheorie und -politik (L0641) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Volkswirtschaftslehre (L2714) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Timo Heinrich |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basic knowledge of economics is expected.<br><br>The prior knowledge in the field of economics required for successful completion of this module is imparted as an e-learning offering. Students will receive access and further information on the associated online learning module when they enroll.<br><br>By taking an associated online test, the student can acquire points that are added to the result of the final examination of the Economics module. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students know<br><br>• the most important principles of individual decision making in a national and international context,<br>• different market structures,<br>• types of market failure,<br>• the functioning of a single economy (including money market, financial and goods markets, labor market),<br>• the difference between and the interdependence of short and long run equilibria,<br>• the significance of expectations on the effects of economic policy,<br>• the various links between economies and<br>• different economic policies and their effects on the economy. |
| *Fertigkeiten* | The students are able to model analytically or graphically<br><br>• the most important principles of individual decision making in a national and international context,<br>• the market results of different market structures and market failure,<br>• the welfare effects of the market results,<br>• the functioning of an economy (including money market, financial and goods markets, labor market),<br>• links between economies and<br>• the effects of economic policies. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students are able<br><br>• to anticipate expectations and decisions of individuals or groups of individuals. These may be inside or outside of the own firm,<br>• to take these decisions into account while deciding themselves and<br>• to understand the behavior of markets and to assess the opportunities and risks with respect to the own business activities. |
| *Selbstständigkeit* | With the methods taught the students will be able<br><br>• to analyze empirical phenomena in single economies and the world economy and to reconcile them with the studied theoretical concepts and<br>• to design, analyze and evaluate micro- and macroeconomic policies against the background of different models. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** / **Bonus** / **Art der Studienleistung** / **Beschreibung**<br>Ja / 5 % / Übungsaufgaben<br>Nein / 15 % / Referat |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0700: International Economics | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Timo Heinrich |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • International Trade Theory and Policy:<br>  ◦ Comparative Advantage - the Ricardian Model<br>  ◦ The Heckscher-Ohlin Model<br>  ◦ The Standard Trade Model<br>  ◦ Intrasectoral Trade<br>  ◦ International Trade Policy |
| **Literatur** | • Mankiw/Taylor: Economics, Cengage, 5th ed., 2020<br>• Krugman/Obstfeld/Mehlitz: International Economics, Pearson, 11th ed. 2018<br>• The CORE Team: The Economy: Economics for a Changing World, Oxford University Press, 2017 |

| Lehrveranstaltung L0641: Main Theoretical and Political Concepts | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Timo Heinrich |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Introduction: Ten Principles of Economics<br>• Microeconomics:<br>  ◦ Theory of the Household<br>  ◦ Theory of the Firm<br>  ◦ Competitive Markets in Equilibrium<br>  ◦ Market Failure: Monopoly and External Effects<br>  ◦ Government Policies<br>• Macroeconomics:<br>  ◦ A Nation’s Real Income and Production<br>  ◦ The Real Economy in the Long Run: Capital and Labour Market<br>  ◦ Money and Prices in the Long Run<br>  ◦ Aggregate Demand and Supply: Short-Run Economic Fluctuations<br>  ◦ Monetary and Fiscal Policy in the Short and the Long Run |
| **Literatur** | • Mankiw/Taylor: Economics, Cengage, 5th ed., 2020<br>• Pindyck/Rubinfeld: Microeconomics, Prentice Hall International, 7th ed. 2010<br>• The CORE Team: The Economy: Economics for a Changing World, Oxford University Press, 2017 |

| Lehrveranstaltung L2714: Economics | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Timo Heinrich |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Students work in teams on in-depth questions related to the contents of the lectures and present the results. |
| **Literatur** | • Mankiw/Taylor: Economics, Cengage, 5th ed., 2020<br>• Krugman/Obstfeld/Mehlitz: International Economics, Pearson, 11th ed. 2018<br>• Pindyck/Rubinfeld, Microceconomics, Pearson, 9th ed., 2018<br>• The CORE Team: The Economy: Economics for a Changing World, Oxford University Press, 2017 |

## Modul M1734: Organisation und IT von internationalen Unternehmen und Supply Chains

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Logistik und Informationstechnologie (L0065) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Organisation und Prozessmanagement (L1217) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Thorsten Blecker |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre sowie Grundlagen der Logistik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |

**Fachkompetenz**

*Wissen*

Die Studierenden erwerben Wissen über:

- Informationssysteme in Logistik und Supply Chain Management sowie kritische Würdigung von Potenzialen vor dem Hintergrund solider theoretischer Kenntnisse
- Fallbeispiele und neue technische Entwicklungen in der IT aus der Praxis
- Relevanz der Information in internationalen Unternehmen und Supply Chains
- Theoretische Kenntnisse und Anwendung von Radio Frequency Identification (RFID)
- Grundlagen und Beispiele einer prozessorientierten Unternehmensorganisation
- Gestaltungsmöglichkeiten des prozessorientierten Aufbaus von Organisationen zur effizienten Gestaltung der Unternehmensabläufe; Übertragung auf national und international agierende Praxisunternehmen
- Gestaltungsmöglichkeiten unternehmensinterner und unternehmensübergreifender Organisationsformen sowie Übertragung des theoretisch erworbenen Wissens auf Beispiele der internationalen Unternehmenspraxis; Diskussion ihrer Anwendbarkeit im Unternehmen sowie Erfolgsabwägungen
- Mitbestimmungsmöglichkeiten seitens Arbeitnehmer und Arbeitgeber im Unternehmen; kritische Diskussion und Reflexion der gesetzlichen Grundlagen anhand aktueller Beispiele in der Unternehmenspraxis zur Förderung des verantwortungsbewussten Handelns
- Grundlagen zu den Themen Unternehmenskultur und Wissensmanagement sowie Gestaltungsmöglichkeiten in der betrieblichen Praxis
- Digitalisierung und damit verbundene Möglichkeiten und Herausforderungen für Organisation und Prozessmanagement internationaler Unternehmen und Supply Chains

*Fertigkeiten*

Die Studierenden erwerben folgende Fertigkeiten:

- Anwendung von theoretischen Inhalten, Ansätzen und Modellen der Organisationslehre und des Prozessmanagements
- Analysieren von Potenzialen und Herausforderungen der Digitalisierung auf die Organisation internationaler Unternehmen und Supply Chains
- Auswertung von nationalen und internationalen empirischen Studien in Bezug auf Organisation und IT in Unternehmen und ihren Supply Chains
- Bewertung der Relevanz der Verfügbarkeit von Informationen in internationalen Unternehmen und Supply Chains
- Ausgestaltung und Analyse des prozessorientierten Aufbaus von Organisationen zur effizienten Gestaltung der Unternehmensabläufe; Übertragung auf national und international agierende Praxisunternehmen
- Abwägen der Vor- und Nachteile eines Prozessmanagements; Entwicklung von Ansätzen für dessen Optimierung
- Diskussion praktischer Fragestellungen auf Basis theoretischer Erkenntnisse bzw. Herstellung eines Praxisbezugs durch Beispiele und Fallstudien
- Identifikation und Verfolgung technischer Entwicklungen aus der Praxis sowie Beurteilung mit Bezug zu internationalen Unternehmen und Supply Chains
- Eigenständige Analyse vorlesungsrelevanter Fallbeispiele; gemeinsame Erarbeitung und Entwicklung von Problemlösungsvorschlägen im Rahmen der interkulturellen Teamarbeit; Aufbereitung der Ergebnisse mit Hilfe moderner Präsentationsmedien

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz*

Die Studierenden sind in der Lage,

- gemeinsame Problemlösungsvorschläge im Rahmen der interkulturellen Teamarbeit zu erarbeiten und zu entwickeln und die Ergebnisse mit Hilfe moderner Präsentationsmedien aufzubereiten;
- fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen zu führen;
- Arbeitsergebnisse, auch in englischer Sprache, zu vertreten.

*Selbstständigkeit*

Die Studierenden sind in der Lage,

- sich fachspezifische Kenntnisse aus der Literatur selbständig zu erarbeiten, ihre Anwendbarkeit im Unternehmen zu diskutieren und die Erfolgsaussichten abzuwägen.

| | |
|---|---|
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0065: Logistik und Informationstechnologie | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Thorsten Blecker |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Vertiefende Inhalte des Logistik- und Supply Chain Managements<br>• Vertiefende Inhalte des Informationsmanagements<br>• Vertiefende Inhalte der Informationssysteme<br>• Empirische Studien in Bezug auf IT in der Supply Chain<br>• Relevanz der Information in der Supply Chain<br>• Weiterführende Inhalte von Logistikinformationssystemen<br>• Theoretische Kenntnisse und Anwendung von Radio Frequency Identification (RFID)<br>• E-Logistik<br>• Electronic Sourcing<br>• E-Supply Chains<br>• Fallbeispiele und neue technische Entwicklungen aus der Praxis |
| **Literatur** | • Kummer, S./Einbock, M., Westerheide, C.: RFID in der Logistik - Handbuch für die Praxis, Wien 2005.<br><br>Pepels, W. (Hsg.): E-Business-Anwendungen in der Betriebswirtschaft, Herne/Berlin 2002.<br><br>Reindl, M./Oberniedermaier, G.: eLogistics: Logistiksysteme und -prozesse im Internetzeitalter, München et al. 2002.<br><br>Schulte, C.: Logistik, 5. Auflage, München 2009<br><br>Wildemann, H.: Logistik Prozessmanagement, 4. Aufl., München 2009.<br><br>Wildemann H. (Hsg.): Supply Chain Management, München 2000. |

| Lehrveranstaltung L1217: Organisation und Prozessmanagement | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Wolfgang Kersten |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Grundlagen einer prozessorientierten Unternehmensorganisation<br>• Ausgestaltung und Analyse des prozessorientierten Aufbaus von Organisationen zur effizienten Gestaltung der Unternehmensabläufe; Übertragung auf national und international agierende Praxisunternehmen<br>• Darstellung und vergleichende Analyse möglicher Organisationsformen sowie Übertragung des theoretisch erworbenen Wissens auf Beispiele der internationalen Unternehmenspraxis; Diskussion ihrer Anwendbarkeit im Unternehmen sowie Erfolgsabwägungen<br>• Ausgestaltung und Analyse unterschiedlicher zwischenbetrieblicher Kooperationsformen und Einordnung in die betriebliche Praxis<br>• Erarbeitung der Mitbestimmungsmöglichkeiten seitens Arbeitnehmer und Arbeitgeber im Unternehmen; kritische Diskussion und Reflexion der gesetzlichen Grundlagen anhand aktueller Beispiele in der Unternehmenspraxis zur Förderung des verantwortungsbewussten Handelns<br>• Darstellung der Grundlagen zu den Themen Unternehmenskultur und Wissensmanagement sowie Gestaltungsmöglichkeiten in der betrieblichen Praxis<br>• Abwägen der Vor- und Nachteile eines Prozessmanagements; Entwicklung von Ansätzen für dessen Optimierung<br>• Digitalisierung und Prozessmanagement, damit verbundene Anforderungen an das Change Management<br>• Digitalisierung und Unternehmenskultur sowie Analyse der unterschiedlichen internationalen Voraussetzungen<br>• Integration von Problem-Based-Learning Einheiten zur Bearbeitung vorlesungsrelevanter Fallbeispiele; gemeinsame Erarbeitung und Entwicklung von Problemlösungsvorschlägen im Rahmen der interkulturellen Teamarbeit; Aufbereitung der Ergebnisse mit Hilfe moderner Präsentationsmedien |
| **Literatur** | • Becker, J. / Kugeler, M. / Rosemann, M. (2012): Prozessmanagement: Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, 7. Aufl., Berlin.<br>• Bullinger, H.-J. / Warnecke, H. J. (2003): Neue Organisationsformen im Unternehmen, 2. Auflage, Berlin.<br>• Corsten, H., Gössinger, R., Spengler, Th. (Hrsg., 2018): Handbuch Produktions- und Logistikmanagement in Wertschöpfungsnetzwerken, Berlin/Boston<br>• Eversheim, W. (2005): Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung, Heidelberg.<br>• Gaitanides, M. (2007): Prozessorganisation: Entwicklung, Ansätze und Programme des Managements von Geschäftsprozessen, 2. Auflage, München.<br>• Hopfenbeck, W. (2002): Allgemeine Betriebswirtschafts- und Managementlehre - das Unternehmen im Spannungsfeld zwischen ökonomischen, sozialen und ökologischen Interessen, 14. Auflage, München.<br>• Kersten, W.; Koller, H.; Lödding, H. (Hrsg.): Industrie 4.0. Wie intelligente Vernetzung und kognitive Systeme unsere Arbeit verändern. Berlin 2014<br>• Kersten, W. et al. (2017): Chancen der digitalen Transformation. Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management, Bremen<br>• Obermaier, Robert (Hrsg., 2019): Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, Wiesbaden<br>• Porter, M. (1999): Wettbewerbsstrategie (competitive strategy): Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten, 10. Auflage, Frankfurt.<br>• Schreyögg, G. (2008): Organisation. Grundlagen moderner Organisationsgestaltung. 5. Auflage. GWV Fachverlag. Wiesbaden<br>• Wöhe, G. (2020): Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 27. Aufl., München. |

## Modul M1733: Foundations in Organizational Design and Human Resource Management

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Foundations in Organizational Design and Human Resource Management (Seminar) (L2800) | Seminar | 2 | 3 |
| Foundations in Organizational Design and Human Resource Management (Lecture) (L2799) | Vorlesung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Christian Ringle |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basic knowledge on academic writing as well as principles and concepts in business administration. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students will be able to...<br>• Explain the core elements and practices of an effective organizational design;<br>• Describe key components of human resource management (e.g., personnel planning, employee testing, training & development) throughout national and international organizations;<br>• Comprehend the meaning and importance of managing human resources in multinational companies and its relation to organizational designs and strategies;<br>• Use adequate data and quantitative methods for decision making in organizational design and human resource management;<br>• Identify critical success in organizations and conduct human resource analytics. |
| *Fertigkeiten* | Students will be able to...<br>• Apply theoretical knowledge to practical examples;<br>• Write a scientific seminar thesis;<br>• Appropriately present results of their work to others, both in terms of a thesis and oral presentations. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students will be able to...<br>• Respectfully work in teams;<br>• Have fruitful group discussions;<br>• Present their results in written form and oral presentations. |
| *Selbstständigkeit* | The students will be able to...<br>• Independently gather knowledge on specific topics;<br>• Critically evaluate and discuss this information;<br>• Transfer the acquired knowledge to practical applications. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Schriftliche Ausarbeitung mit Präsentation und semesterbegleitenden Aufgaben |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L2800: Foundations in Organizational Design and Human Resource Management (Seminar) | |
|---|---|
| **Typ** | Seminar |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Ringle |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | This course is structured as a lecture and a seminar. The lecture focuses on gaining an understanding of the fundamentals of human resource management and organizational design. The lecture also introduces quantitative and business analytics methods for decision making in the field. In the lecture, the basic theoretical concepts are explained and discussed, whereas they are applied through the preparation of a seminar thesis in the seminar.<br><br>Organizational Design & Human Resource Management<br><br>• The processes of developing organizational structures for small and mid-sized corporations as well as for large multinational enterprises;<br>• The adaptation of organizations and their structures to the competitive environment, with special focus on international operating organizations and global markets;<br><br>• Introduction to human resource management from a strategic and international perspective (incl. the typical challenges of international organizations);<br>• Key elements of human resource management (incl. design of work, employee recruitment, development, separation & retention);<br>• Introduction of methods and models for decision making in organizational design and human resource management.<br><br>Possible Applications of the Theoretical Concepts<br><br>• Big data in organizations and human resource analytics;<br>• Business analytics and machine learning methods (e.g., factor analysis, regression analysis, and structural equation modeling);<br>• Models for the management of organizations and human resource management (e.g., job satisfaction and turnover intention, motivation and organizational commitment). |
| **Literatur** | This course is structured as a lecture and a seminar. The lecture focuses on gaining an understanding of the fundamentals of human resource management and organizational design. The lecture also introduces quantitative and business analytics methods for decision making in the field. In the lecture, the basic theoretical concepts are explained and discussed, whereas they are applied through the preparation of a seminar thesis in the seminar.<br><br>Organizational Design & Human Resource Management<br><br>• The processes of developing organizational structures for small and mid-sized corporations as well as for large multinational enterprises;<br>• The adaptation of organizations and their structures to the competitive environment, with special focus on international operating organizations and global markets;<br><br>• Introduction to human resource management from a strategic and international perspective (incl. the typical challenges of international organizations);<br>• Key elements of human resource management (incl. design of work, employee recruitment, development, separation & retention);<br>• Introduction of methods and models for decision making in organizational design and human resource management.<br><br>Possible Applications of the Theoretical Concepts<br><br>• Big data in organizations and human resource analytics;<br>• Business analytics and machine learning methods (e.g., factor analysis, regression analysis, and structural equation modeling);<br>• Models for the management of organizations and human resource management (e.g., job satisfaction and turnover intention, motivation and organizational commitment). |

| Lehrveranstaltung L2799: Foundations in Organizational Design and Human Resource Management (Lecture) | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Ringle |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | This course is structured as a lecture and a seminar. The lecture focuses on gaining an understanding of the fundamentals of human resource management and organizational design. The lecture also introduces quantitative and business analytics methods for decision making in the field. In the lecture, the basic theoretical concepts are explained and discussed, whereas they are applied through the preparation of a seminar thesis in the seminar.<br><br>Organizational Design & Human Resource Management<br><br>• The processes of developing organizational structures for small and mid-sized corporations as well as for large multinational enterprises;<br>• The adaptation of organizations and their structures to the competitive environment, with special focus on international operating organizations and global markets;<br><br>• Introduction to human resource management from a strategic and international perspective (incl. the typical challenges of international organizations);<br>• Key elements of human resource management (incl. design of work, employee recruitment, development, separation & retention);<br>• Introduction of methods and models for decision making in organizational design and human resource management.<br><br>Possible Applications of the Theoretical Concepts<br><br>• Big data in organizations and human resource analytics;<br>• Business analytics and machine learning methods (e.g., factor analysis, regression analysis, and structural equation modeling);<br>• Models for the management of organizations and human resource management (e.g., job satisfaction and turnover intention, motivation and organizational commitment). |
| **Literatur** | Textbooks<br><br>• Bernardin, H. J. (2006): Human Resource Management: An Experiential Approach, 4e, New York, NY: McGraw-Hill.<br>• Cascio, W. (2015): Managing Human Resources: Productivity, Quality of Work Life, Profits, revised edition, New York, NY: McGraw-Hill.<br>• Dessler, G. (2012): A Framework for Human Resource Management, 7 ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.<br>• French, W., Bell, C. H., Zawacki, R. A. (2004): Organization Development and Transformation: Managing Effective Change, 6e, Chicago, IL: McGraw-Hill.<br>• Gibson, J. L., Ivancevich, J. M., Donnelly, J. H., & Konopaske, R. (2011): Organizations: Behavior, Structure, Processes, 14 ed., New York, NY: McGraw-Hill.<br>• Jones, G. R. (2012): Organizational Theory, Design, and Change, 7 ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.<br>• Noe, R. A., Hollenbeck, J. R., Gerhart, B., Wright, P. M. (2021): Human Resource Management: Gaining a Competitive Advantage, 12 ed., New York, NY: McGraw-Hill.<br><br>Methods<br><br>• Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. and Anderson, R. E. (2018): Multivariate Data Analysis, Mason, OH: Cengage.<br>• Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M. and Sarstedt, M. (2021); A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM), 3 ed., Thousand Oaks, CA: Sage.<br><br>Academic writing<br><br>• Davis, M., Davis K. J., & Dunagan, M. M. (2013): Scientific Papers and Presentations. Academic Press.<br>• Katz, M. J. (2009): From Research to Manuscript: A Guide to Scientific Writing. Dordrecht: Springer. |

## 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** | • Erfolgreicher Abschluss des Praxismoduls 1 im dualen Master<br>• 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** | |
| *Wissen* | Die Studierenden ...<br>• ... 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.<br>• ... verfügen über ein kritisches Verständnis über die praktischen Anwendungsmöglichkeiten ihres ingenieurwissenschaftlichen Faches. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden ...<br>• ... wenden fachtheoretisches Wissen auf komplexe, bereichsübergreifende Problemstellungen des Betriebes an und beurteilen die dazugehörigen Arbeitsprozesse und -ergebnisse unter Einbeziehung von Handlungsoptionen.<br>• ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um.<br>• ... erarbeiten (neue) Lösungen sowie Verfahrens- und Vorgehensweisen in ihrem Tätigkeitsfeld und Zuständigkeitsbereich - auch bei sich häufig ändernden Anforderungen (systemische Fertigkeiten). |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden ...<br>• ... arbeiten verantwortlich in bereichs- und übergreifenden Projektteams und gehen vorausschauend mit Problemen in der Arbeitsgruppe um.<br>• ... vertreten komplexe ingenieurwissenschaftliche Standpunkte, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsansätze im Gespräch mit internen und externen betrieblichen Stakeholdern argumentativ und entwickeln diese gemeinsam weiter. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden ...<br>• ... definieren Ziele für die eigenen Lern- und Arbeitsprozesse als Ingenieurin bzw. Ingenieur.<br>• ... reflektieren Lern- und Arbeitsprozesse in ihrem Zuständigkeitsbereich.<br>• ... reflektieren die Bedeutung von Fachmodulen, Vertiefungsrichtungen und Spezialisierung für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur 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<br>Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht<br>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Energietechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht<br>Medizinингenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht |

| | |
|---|---|
| | Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht<br>Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>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** | **Onboarding Betrieb**<br>• Zuweisung berufliches Tätigkeitsfeld als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) und dazugehöriger Arbeitsbereiche<br>• Festlegung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.)<br>• Eigenverantwortliches Arbeiten im Team und ausgewählten Projekten - im bereichs- und ggf. unternehmensübergreifend<br>• Ablaufplanung des aktuellen Praxismoduls mit klarer Zuordnung zu den Arbeitsstrukturen<br>• Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester<br>**Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten**<br>• 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<br>• Fachliche Spezialisierung (korrespondierend mit dem gewählten Studiengang (M.Sc.) im Tätigkeitsfeld<br>• Systemische Fertigkeiten<br>• Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes<br>**Lerntransfer/-reflexion**<br>• Fortschreiben E-Portfolio<br>• Bedeutung der Studieninhalte (M.Sc.) für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur<br>• Bedeutung von Entwicklung und Innovation für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur<br>• Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |
| **Literatur** | • Studierendenhandbuch<br>• Betriebliche Dokumente<br>• Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |

## Modul M0916: Projektseminar IWI

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Projektseminar IWI (L1064) | Projektseminar | 3 | 6 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Kathrin Fischer |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Betriebswirtschaftliche Pflichtmodule sowie mindestens ein betriebswirtschaftliches Vertiefungsmodul. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Das erworbenen Wissen und die erlernten Fertigkeiten differieren je nach Thema des Projektseminars. Es werden stets vertieftes Wissen und vertiefte Fertigkeiten eines betriebswirtschaftlichen Spezialgebiets vermittelt, so z.B. vertiefte Kenntnisse des Komplexitätsmanagements in der Produktion, vertiefte Kenntnisse der Anwendung von Simulationen im Controlling oder vertiefte Kenntnisse zu speziellen Problemstellungen des Strategischen Managements oder des Marketings, sowie die entsprechenden Fertigkeiten, also z.B. die Fähigkeit, Planungsmethoden oder strategische Vorgehensweisen für verschiedene Planungssituationen kritisch zu bewerten, sie gemäß ihrer Eignung für die jeweilige Situation auszuwählen und erfolgreich zur Anwendung zu bringen. Somit besitzt das Seminar stets eine stark ausgeprägte Forschungskomponente. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind nach dem Absolvieren des Projektseminars insbesondere in der Lage,<br>• sich in eine anspruchsvolle wissenschaftliche und/oder anwendungsorientierte Problemstellung forschend einzuarbeiten<br>• die betreffende Problemstellung zu analysieren und (ggf. in einem Team) erfolgreich einer Lösung zuzuführen,<br>• bei der Bearbeitung der Problemstellung geeignete Literatur heranzuziehen und die relevanten Publikationen kritisch zu bewerten,<br>• zu der betreffenden Problemstellung (ggf. in einem Team) eine wissenschaftlich fundierte schriftliche Ausarbeitung (Projektarbeit) zu erstellen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind nach dem Absolvieren des Projektseminars insbesondere in der Lage,<br>• respektvoll im Team zu arbeiten und sich innerhalb des Teams selbst zu organisieren,<br>• eine Problemstellung im Team zu analysieren und erfolgreich einer Lösung zuzuführen,<br>• die Ergebnisse ihrer Arbeit vor einem größeren (Fach-)Publikum verständlich zu präsentieren und zu verteidigen. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind nach dem Absolvieren des Projektseminars insbesondere in der Lage,<br>• den Rahmen ihres Projektes eigenständig zu definieren und dieses entsprechend zu gestalten;<br>• sich in eine anspruchsvolle wissenschaftliche und/oder anwendungsorientierte Problemstellung erfolgreich eigenständig einzuarbeiten;<br>• ein begrenztes Forschungsprojekt erfolgreich durchzuführen;<br>• eigenständig eine Ergebnispräsentation vorzubereiten und zu halten. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Schriftliche Ausarbeitung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Wird im Seminar bekannt gegeben. |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht |

### Lehrveranstaltung L1064: Projektseminar IWI

| | |
|---|---|
| **Typ** | Projektseminar |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 6 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Kathrin Fischer |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe/SoSe |
| **Inhalt** | Die Inhalte differeren je nach Anbieter und Thema des konkreten Projektseminars. Sie werden jeweils zu Semesterbeginn bekannt gegeben. |
| **Literatur** | Wird je nach Thema angegeben; in der Regel handelt es sich um wissenschaftliche Fachartikel und Publikationen, vorwiegend in englischer Sprache. |

## 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** | • Erfolgreicher Abschluss des Praxismoduls 2 im dualen Master<br>• 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** | |
| *Wissen* | Die Studierenden ...<br>• ... verbinden ihr umfassendes und spezialisiertes ingenieurwissenschaftliches Wissen der bisherigen Studieninhalte mit dem erworbenen strategieorientierten Praxiswissen im aktuellen Arbeits- und Verantwortungsbereich.<br>• ... verfügen über ein kritisches Verständnis über die praktischen Anwendungsmöglichkeiten ihres ingenieurwissenschaftlichen Faches sowie der angrenzenden Bereiche bei der Realisierung von Innovationen. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden ...<br>• ... 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.<br>• ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um.<br>• ... 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).<br>• ... 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** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden ...<br>• ... arbeiten verantwortlich in bereichs- und unternehmensübergreifenden Projektteams und gehen vorausschauend mit Problemen in der Arbeitsgruppe um.<br>• ... sind in der Lage, die fachliche Entwicklung anderer gezielt zu fördern.<br>• ... vertreten komplexe und interdisziplinäre ingenieurwissenschaftliche Standpunkte, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsansätze im Gespräch mit internen und externen betrieblichen Stakeholdern argumentativ und entwickeln diese gemeinsam weiter. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden ...<br>• ... reflektieren Lern- und Arbeitsprozesse in ihrem Zuständigkeitsbereich.<br>• ... definieren Ziele für neue anwendungsorientierte Aufgaben, Projekte und Innovationsvorhaben unter Reflexion möglicher Auswirkungen auf Betrieb und Öffentlichkeit.<br>• ... reflektieren die Bedeutung von Vertiefungsrichtungen, Spezialisierung und Forschung für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur 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<br>Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht<br>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Energietechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht |

| | |
|---|---|
| | Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht<br>Medizinингenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht<br>Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht<br>Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>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** | **Onboarding Betrieb**<br>• Zuweisung zukünftiges berufliches Tätigkeitsfeld als Ingenieurin bzw. Ingenieur (M.Sc.) und dazugehöriger Arbeitsbereiche<br>• Erweiterung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb bis hin zur vorgesehenen Erstverwendung nach dem Studium<br>• Verantwortliches Arbeiten im Team; Projektverantwortung im eigenen Zuständigkeitsbereich ggf. auch bereichs- und unternehmensübergreifend<br>• Ablaufplanung des letzten Praxismoduls mit klarer Zuordnung zu den Arbeitsstrukturen<br>• Betriebsinterne Abstimmung über eine potenzielle Problemstellung oder ein Innovationsvorhaben für die Masterarbeit<br>• Ablaufplanung der Masterarbeit im Betrieb in der Zusammenarbeit mit der TU Hamburg<br>• Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester<br>**Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten**<br>• 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<br>• Fachliche Spezialisierung in einem Arbeitsbereich (Abschlussarbeit)<br>• Systemische Fertigkeiten<br>• Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes<br>**Lerntransfer/-reflexion**<br>• E-Portfolio<br>• Bedeutung von Studieninhalten und der eigenen Spezialisierung für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur<br>• Bedeutung von Forschung und Innovation für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur<br>• Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |
| **Literatur** | • Studierendenhandbuch<br>• betriebliche Dokumente<br>• Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer |

## Fachmodule der Vertiefung I. Management

### Modul M0855: Marketing (Sales and Services / Innovation Marketing)

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Innovationsmarketing (L2009) | Vorlesung | 4 | 4 |
| PBL Innovationsmarketing (L0862) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Christian Lüthje |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Module International Business<br>• Basic understanding of business administration principles (strategic planning, decision theory, project management, international business)<br>• Bachelor-level Marketing Knowledge (Marketing Instruments, Market and Competitor Strategies, Basics of Buying Behavior)<br>• Unerstanding the differences beweetn B2B and B2C marketing<br>• Understanding of the importance of managing innovation in global industrial markets<br>• Good English proficiency; presentation skills |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students will have gained a deep understanding of<br>• Specific characteristics in the marketing of innovative poroducts and services<br>• Approaches for analyzing the current market situation and the future market development<br>• The gathering of information about future customer needs and requirements<br>• Concepts and approaches to integrate lead users and their needs into product and service development processes<br>• Approaches and tools for ensuring customer-orientation in the development of new products and innovative services<br>• Marketing mix elements that take into consideration the specific requirements and challenges of innovative products and services<br>• Pricing methods for new products and services<br>• The organization of complex sales forces and personal selling<br>• Communication concepts and instruments for new products and services |
| *Fertigkeiten* | Based on the acquired knowledge students will be able to:<br>• Design and to evaluate decisions regarding marketing and innovation strategies<br>• Analyze markets by applying market and technology portfolios<br>• Conduct forecasts and develop compelling scenarios as a basis for strategic planning<br>• Translate customer needs into concepts, prototypes and marketable offers and successfully apply advanced methods for customer-oriented product and service development<br>• Use adequate methods to foster efficient diffusion of innovative products and services<br>• Choose suitable pricing strategies and communication activities for innovations<br>• Make strategic sales decisions for products and services (i.e. selection of sales channels)<br>• Apply methods of sales force management (i.e. customer value analysis) |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students will be able to<br>• have fruitful discussions and exchange arguments<br>• develop original results in a group<br>• present results in a clear and concise way<br>• carry out respectful team work |
| *Selbstständigkeit* | The students will be able to<br>• Acquire knowledge independently in the specific context and to map this knowledge on other new complex problem fields.<br>• Consider proposed business actions in the field of marketing and reflect on them. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Schriftliche Ausarbeitung, Übungsaufgaben, Präsentation, mündliche Beteiligung |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Global Technology and Innovation Management & Entrepreneurship: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Medizinigenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Medizinigenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Medizinigenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L2009: Marketing of Innovations | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Lüthje |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | I. Introduction<br>• Innovation and service marketing (importance of innovative products and services, model, objectives and examples of innovation marketing, characteristics of services, challenges of service marketing)<br>II. Methods and approaches of strategic marketing planning<br>• patterns of industrial development, patent and technology portfolios<br>III. Strategic foresight and scenario analysis<br>• objectives and challenges of strategic foresight, scenario analysis, Delphi method<br>IV. User innovations<br>• Role of users in the innovation process, user communities, user innovation toolkits, lead users analysis<br>V. Customer-oriented Product and Service Engineering<br>• Conjoint Analysis, Kano, QFD, Morphological Analysis, Blueprinting<br>VII. Pricing<br>• Basics of Pricing, Value-based pricing, Pricing models<br>VIII. Sales Management<br>• Basics of Sales Management, Assessing Customer Value, Planning Customer Visits<br>IX. Communications<br>• Diffusion of Innovations, Communication Objectives, Communication Instruments |
| **Literatur** | **Mohr, J., Sengupta, S., Slater, S. (2014). Marketing of high-technology products and innovations, third edition, Pearson education. ISBN-10: 1292040335 . Chapter 6 (188-210), Chapter 7 (227-256), Chapter 10 (352-365), Chapter 12 (419-426).**<br>Crawford, M., Di Benedetto, A. (2008). New products management, 9th edition, McGrw Hill, Boston et al., 2008<br>Christensen, C. M. (1997). Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail, Harvard Business Press, Chapter 1: How can great firms fail?,pp. 3-24.<br>Hair, J. F., Bush, R. P., Ortinau, D. J. (2009). Marketing research. 4th edition, Boston et al., McGraw Hill<br>Tidd; J. & Hull, Frank M. (Editors) (2007) Service Innovation, London<br>Von Hippel, E.(2005). Democratizing Innovation, Cambridge: MIT Press |

| Lehrveranstaltung L0862: PBL Marketing of Innovations | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Lüthje |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | This PBL course is seggregated into two afternoon sessions. This cours aims at enhancing the students' practical skills in (1) forecasting the future development of markets and (2) making appropriate market-related decisions (particularly segmentation, managing the marketing mix). The students will be prompted to use the knowledge gathered in the lecture of this module and will be invited to (1) Conduct a scenario analysis for an innovative product category and (2) Engage in decision making wtihin a market simulation game. |
| **Literatur** | |

## Modul M0996: Supply Chain Management

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Supply Chain Management (L1218) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 4 |
| Wertschöpfungsnetzwerke (L1190) | Vorlesung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Thorsten Blecker |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Besuch des Moduls Produktions- und Logistikmanagement |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |

**Fachkompetenz**

*Wissen*

- Die Entwicklung des Welthandels und der Handelsströme sowie die Entwicklung internationaler Geschäftstätigkeiten zu interpretieren.
- **Aktuelle Entwicklungen** internationaler Geschäftsaktivitäten **wie bspw. Outsourcing, Offshoring, Internationalisierung und Globalisierung sowie emerging markets anhand von Beispielen aus der Praxis zu erläutern.**
- Theoretische Ansätze und Methoden in der Logistik und im Supply Chain Management vertiefend aufzuzeigen und in der Praxis einzusetzen.
- Entscheidungsfelder des SCM zu identifizieren.
- **Gründe für die Bildung von Netzwerken anhand verschiedener Theorien aus der Institutionenökonomik (Transaktionskostentheorie, Principal-Agent-Theorie, Property-Right-Theorie) und der Ressourcen-basierten Sicht herzuleiten.**
- Ausgewählte Ansätze zur Erklärung und zur Entwicklung von Netzwerken zu erläutern.
- **Phasen der Netzwerkbildung zu erklären und darzustellen.**
- Funktionsmechanismen interorganisationaler und internationaler Netzwerkbeziehungen zu verstehen.
- **Beziehungen innerhalb von Netzwerken zu erläutern und zu kategorisieren.**
- **Sourcing-Konzepte zu kategorisieren und Motive/Hemmnisse bzw. Vor und Nachteile zu erläutern.**
- **Vor-/Nachteile von Offshoring und Outsourcing bzw. die Unterscheidung beider Begriffe darzustellen.**
- **Kriterien/Faktoren/Parameter, welche Produktionsstandortentscheidungen auf globaler Ebene beeinflussen (Gesamtnetzwerkkosten), zu nennen.**
- **Methoden zur Standortentscheidung/-bewertung zu erläutern.**
- **Produktionsnetzwerkphänotypen zu interpretieren.**
- **Zusammenhänge zwischen F&E und Produktion bzw. deren Standorte zu erkennen bzw. damit zusammenhängende Modelle zu beschreiben.**
- **Teilprobleme bei der Konfiguration logistischer Netzwerke (Distributions- und Ersatzteilnetzwerke) durch die Anwendung adäquater Ansätze zu lösen.**
- **Besonderheiten der Entsorgungslogistik inkl. deren Aufgaben & Ziele zu kategorisieren und praktische Beispiele guter Netzwerke zu nennen und zu beschreiben**

*Fertigkeiten*

- Trends und Herausforderungen in nationalen und internationalen Supply Chains und Logistiknetzwerken sowie ihre Folgen für das Unternehmen einzuschätzen.
- Netzwerke und Netzwerkbeziehungen **auf Basis der in der Vorlesung bearbeiteten Fallbeispiele** zu systematisieren, **zu bewerten und zu analysieren.**
- **Partner und deren Eignung für die Zusammenarbeit in Kooperationen zu bewerten sowie Kooperationsbeziehungen zu analysieren.**
- **Sourcing Konzepte für bestimmte Produkte/Produktbauteile auf Basis der in der Vorlesung besprochenen Vor- und Nachteile der einzelnen Konzepte auszuwählen.**
- Standortentscheidungen für Produktion sowie F&E auch in Abhängigkeit voneinander mit Hilfe erlernter Methoden und **der Kenntnisse aus der Vorlesung** zu bewerten und damit vorzubereiten.
- Zusammenhänge zwischen F&E und Produktion sowie deren Standorte zu erkennen und die Eignung bestimmter Modelle für verschiedene Situationen zu bewerten.
- Übertragung der analysierten Konzepte auf internationale Praxisbeispiele.
- Produktentwicklungsprozesse zu analysieren und daraufhin zu bewerten.
- Konzepte des Informations- und Kommunikationsmanagements in der Logistik zu analysieren.
- Zuliefer-, Beschaffungs-, Produktions- und Entsorgungs- sowie F&E-Netzwerke zu gestalten,
- effiziente und warenflussorientierte Unternehmensnetzwerke zu reorganisieren und zu planen.
- Methoden des Komplexitätsmanagements und Risikomanagements in der Logistik anzuwenden.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz*

- **Interkulturelle und internationale Zusammenhänge auf Basis der bearbeiteten Fallstudien zu bewerten.**
- **Netzwerkbildung auf Basis der Phasen und ihrer Ziele sowie Inhalte, die in der Vorlesung besprochen wurden, voranzutreiben, zu planen und zu gestalten.**
- **Festlegung von Beschaffungsstrategien für einzelne Teile unter Nutzung der gewonnen Kenntnisse bezüglich Beschaffungsnetzwerken.**
- **Gestaltung des Beschaffungsnetzwerks (Fremd-/Eigenbezug, Modular etc.) auf Basis der Sourcing-Konzepte und Kernkompetenzen, sowie den Erkenntnissen der Fallstudien.**
- **Treffen von Standortentscheidungen für Produktionen unter Berücksichtigung globaler Zusammenhänge,**

| | |
|---|---|
| | **Bewertungsmethoden und des Beschaffungs-/Absatzmarktes, welche auch durch Fallstudien besprochen wurden sowie ihrer Abhängigkeit von F&E.**<br>• **Entscheidung für F&E Standorte auf Basis der gewonnen Erkenntnisse aus Fallstudien/Praxisbeispielen** und die Auswahl eines geeigneten Modells. |
| *Selbstständigkeit* | Selbständigkeit: Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Wissen über das Fachgebiet des Supply Chain Management selbstständig zu erarbeiten und das erworbene Wissen auch auf neue Fragestellungen zu transferieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Nein; **Bonus** 15 %; **Art der Studienleistung** Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung; **Beschreibung** im Rahmen der Lehrveranstaltung "Supply Chain Management" |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Management und Controlling: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht |

| **Lehrveranstaltung L1218: Supply Chain Management** | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Thies |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Vermittlung eines tiefgreifenden Verständnisses von Logistik und Supply Chain Management<br>• Vermittlung umfassender theoretischer Ansätze und Methoden in der Logistik und im Supply Chain Management; Übertragung der analysierten Konzepte auf Praxisbeispiele<br>• Ausarbeitung und kritische Diskussion unterschiedlicher Supply Chain Konfigurationen sowie strategischer Supply Chain Ansätze (z.B. Effizienz vs. Reaktionsfähigkeit)<br>• Einführung in die Managementprozesse des SCOR-Modells; Vermittlung von Konzepten der Bereiche Planung, Beschaffung/Einkauf und Distribution<br>• Vermittlung von Grundlagen des Supply Chain Risikomanagements; Übertragung der Konzepte auf Praxisbeispiele<br>• Einführung in die digitale Transformation; Identifikation von Trends und Strategien in der Logistik und Supply Chain Management; Ableitung von Chancen der digitalen Transformation in der Logistik und Supply Chain Management<br>• Einführung in die Datenanalyse und -visualisierung mithilfe eines Tools; Anwenden der Kenntnisse auf Themengebiete in der Logistik und Supply Chain Management; Aufbereitung der Ergebnisse mit Hilfe moderner Präsentationsmedien |
| **Literatur** | Bowersox, D. J., Closs, D. J. und Cooper, M. B. (2010): Supply chain logistics management, 3rd edition, Boston [u.a.]: McGraw-Hill/Irwin.<br><br>Chopra, S. und Meindl, P. (2016): Supply chain management: strategy, planning, and operation, 6th edition, Boston [u.a.]: Pearson.<br><br>Corsten, H., Gössinger, R. (2007): Einführung in das Supply Chain Management, 2. Aufl., München/Wien: Oldenbourg.<br><br>Corsten, H., Gössinger, R., Spengler, Th. (Hrsg., 2018): Handbuch Produktions- und Logistikmanagement in Wertschöpfungsnetzwerken, Berlin/Boston.<br><br>Heiserich O., Helbig, K. und Ullmann, W. (2011): Logistik, 4. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden: Gabler Verlag/ Springer Fachmedien.<br><br>Heizer, J., Render, B., Munson, Ch. (2020): Principles of Operations Management, 11th edition, Boston: Pearson.<br><br>Hugos, M. (2018): Essentials of Supply Chain Management, Wiley.<br><br>Fisher, M. (1997): What is the right supply chain for your product?, Harvard Business Review, Vol. 75, No. pp., S. 105-117.<br><br>Kersten, W. Seiter, M., von See, B, and Hackius, N. und Maurer, T. (2017): Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management: Chancen der digitalen Transformation, DVV Media Group GmbH: Hamburg.<br><br>Kuhn, A. und Hellingrath, B. (2002): Supply Chain Management: optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette, Berlin [u.a.]: Springer.<br><br>Larson, P., Poist, R. and Halldórsson, Á. (2007): Perspectives on logistics vs. SCM: a survey of SCM professionals, in: Journal of Business Logistics, Vol. 28, No. 1, S. 1-24.<br><br>Kummer, S., Grün, O. und Jammernegg, W. (2018): Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik, 4. aktualisierte Auflage, München: Pearson Studium.<br><br>Obermaier, Robert (Hrsg., 2019): Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, Wiesbaden.<br><br>Porter, M. (1986): Changing Patterns of International Competition, California Management Review, Vol. 28, No. 2, S. 9-40.<br><br>Schröder, M./ Wegner, K., Hrsg. (2019): Logistik im Wandel der Zeit - Von der Produktionssteuerung zu vernetzten Supply Chains, Wiesbaden: Springer Gabler<br><br>Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. und Simchi-Levi, E. (2008): Designing and managing the supply chain: concepts, strategies and case studies, 3rd edition, Boston [u.a.]: McGraw-Hill/Irwin.<br><br>Supply Chain Council (2014): Supply Chain Operations Reference (SCOR) model: Overview - Version 11.0.<br><br>Swink, M., Melnyk, S. A., Cooper, M. B. und Hartley, J. L. (2011): Managing Operations - Across the Supply Chain. 2 nd edition, New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.<br><br>Weele , A. J. v. (2005): Purchasing & supply chain management, 4th edition, London [u.a.]: Thomson Learning. |

| **Lehrveranstaltung L1190: Wertschöpfungsnetzwerke** | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Thorsten Blecker |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • **Aktuelle Entwicklungen internationaler Geschäftsaktivitäten wie z.B. Outsourcing, Offshoring, Internationalisierung und Globalisierung sowie emerging markets anhand von internationalen Beispielen aus der Praxis**<br>• **Ausgewählte Ansätze zur Erklärung von Netzwerken einschließlich** von **Gründen für die Bildung von Netzwerken basierend auf verschiedenen Theorien aus der Institutionenökonomik, Transaktionskostentheorie, Principal-Agent-Theorie, Property-Right-Theorie- und der Ressourcen-basierten Sicht**<br>• **Die Organisation der zwischenbetrieblichen Beziehungen, Netzwerktypen und Funktionsweise** unter Berücksichtigung von **Organisationsstrategien, Möglichkeiten der Einteilung sowie Systematisierung von Netzwerkbeziehungen und Funktionsmechanismen in Unternehmensnetzwerken. Zusätzlich werden die Phasen der Netzwerkbildung/Entwicklungszyklus, ihre Ziele sowie Inhalte ausführlich bearbeitet**<br>• **Beschaffungsnetzwerke und Sourcing-Konzepte einschließlich ihrer Kategorisierung, Arten, Motive/Hemmnisse, Vor- und Nachteile, die mit Hilfe von Fallstudien erläutert werden**<br>• **Produktionsnetzwerke: Kriterien, Faktoren/Parameter, welche die Produktionsstandortentscheidungen auch im internationalen Bereich beeinflussen (Gesamtnetzwerkkosten). Zusätzlich wird die Fertigungstiefe erläutert und Ausprägungen intensiv besprochen (Fremd-/Eigenbezug, Modular etc). Es werden internationale Betrachtungen bzgl. Vor-/Nachteile von Offshoring und Outsourcing bzw. die Unterscheidung beider Begriffe getätigt. Ebenso werden Produktionsnetzwerkphänotypen anhand von Beispielen aus der Praxis erarbeitet.**<br>• **F&E Netzwerke: Zusammenhänge zwischen F&E und Produktion, Modelle für F&E Standortbestimmung in Abhängigkeit zur Produktion anhand von internationalen Praxisbeispielen**<br>• **Logistische Distributionsnetzwerke und Ersatzteilnetzwerke: Teilprobleme bei der Konfiguration logistischer Netzwerke (Distributions- und Ersatzteilnetzwerke)**<br>• **Entsorgungsnetzwerke: Besonderheiten der Entsorgungslogistik inkl. Aufgaben & Ziele und Vorteile bestimmter Entsorgungskonzepte sowie die Netzwerkbildung für die Entsorgung auf Basis globaler Beispiele/Fallstudien** |
| **Literatur** | • **Ballou, R.** Business Logistics/Supply Chain Management, Upper Saddle River 2004.<br>• **Bellmann, K.** (Hrsg.): Kooperations- und Netzwerkmanagement, Berlin 2001.<br>• **Bretzke, W.R.**: Logistische Netzwerke, Berlin Heidelberg 2008.<br>• **Blecker, Th. / Gemünden, H. G.** (Hrsg.): Wertschöpfungsnetzwerke, Berlin 2006.<br>• **Kaluza, B. / Blecker, Th.** (Hrsg.): Produktions- und Logistikmanagement in virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken, Berlin et al. 2000.<br>• **Sydow, J. / Möllering**: Produktion in Netzwerken, Berlin 2009.<br>• **Willibald A. G.** (Hrsg.): Neue Wege in der Automobillogistik, Berlin Heidelberg 2007. |

## Modul M1034: Technology Entrepreneuship

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Creation of Business Opportunities (L1280) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 3 |
| Entrepreneurship (L1279) | Vorlesung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Christoph Ihl |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basic knowledge in business economics obtained in the compulsory modules as well as an interest in new technologies and the pursuit of new business opportunities either in corporate or startup contexts. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Wissen (subject-related knowledge and understanding):<br>• develop a working knowledge and understanding of the entrepreneurial perspective<br>• understand the difference between a good idea and scalable business opportunity<br>• understand the process of taking a technology idea and finding a high-potential commercial opportunity<br>• understand the components of business models<br>• understand the components of business opportunity assessment and business plans |
| *Fertigkeiten* | • Fertigkeiten (subject-related skills):<br>◦ identify and define business opportunities<br>◦ assess and validate entrepreneurial opportunities<br>◦ create and verify a business model of how to sell and market an entrepreneurial opportunity<br>◦ formulate and test business model assumptions and hypotheses<br>◦ conduct customer and expert interviews regarding business opportunities<br>◦ prepare business opportunity assessment<br>◦ create and verify a plan for gathering resources such as talent and capital<br>◦ pitch a business opportunity to your classmates and the teaching team |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Sozialkompetenz (Social Competence):<br>• team work<br>• communication and presentation<br>• give and take critical comments<br>• engaging in fruitful discussions |
| *Selbstständigkeit* | Selbständigkeit (Autonomy):<br>• autonomous work and time management<br>• project management<br>• analytical skills |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Drei Referate zum jeweiligen Projektstand |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Global Technology and Innovation Management & Entrepreneurship: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht |

| **Lehrveranstaltung L1280: Creation of Business Opportunities** | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Christoph Ihl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Important note: This course is part of an 6 ECTS module consisting of two courses "Entrepreneurship" & "Creation of Business Opportunities", which have to be taken together in one semester.<br><br>Startups are temporary, team-based organizations, which can form both within and outside of established companies, to pursue one central objective: taking a new venture idea to market by designing a business model that can be scaled to a full-grown company. In this course, students will form startup teams around self-selected ideas and run through the process just like real startups would do in the first three months of intensive work. Startup Engineering takes an incremental and iterative approach, in that it favors variety and alternatives over one detailed, linear five-year business plan to reach steady state operations. From a problem solving and systems thinking perspective, student teams create different possible versions of a new venture and alternative hypotheses about value creation for customers and value capture vis-à-vis competitors. We will draw on recent scientific findings about international success factors of new venture design. To test critical hypotheses early on, student teams engage in scientific, evidence-based, experimental trial-and-error learning process that measures real progress.<br>Upon completion of this course, students will be able to:<br>· Apply a modern innovation toolkit relevant in both the corporate & startup world<br>· Analyze given business opportunities in terms of its constituent elements<br>· Design new business models by gathering and combining relevant ideas, facts and information<br>· Evaluate business opportunities and derive judgment about next steps & decisions<br>Course language is English, but participants can decide to give their graded presentations in German. Students are invited to apply to this course module already with a startup idea and/ or team, but this is not a requirement! We will form teams and ideas in the beginning of the course. Class meetings have alternate intervals of lecture inputs, teamwork, mentoring, and peer feedback. Attendance is mandatory for at least 80% of class time due to large proportion of teamwork sessions.<br>Student teams give three presentations and submit them with backup analyses. Grading scheme:<br>· Startup discovery presentation after 5 weeks: 30%<br>· Startup validation presentation after 10 weeks: 30%<br>· Final startup pitches after 13 weeks: 40% |
| **Literatur** | • Blank, S. & Dorf, B. (2012). The startup owner's manual.<br>• Gans, J. & Stern, S. (2016). Entrepreneurial Strategy.<br>• Osterwalder, A. & Yves, P. (2010). Business model generation.<br>• Maurya, A. (2012). Running lean: Iterate from plan A to a plan that works.<br>• Maurya, A. (2016). Scaling lean: Mastering the Key Metrics for Startup Growth.<br>• Wilcox, J. (2016). FOCUS Framework: How to Find Product-Market Fit. |

| Lehrveranstaltung L1279: Entrepreneurship | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christoph Ihl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Important note: This course is part of an 6 ECTS module consisting of two courses "Entrepreneurship" & "Creation of Business Opportunities", which have to be taken together in one semester.<br><br>Startups are temporary, team-based organizations, which can form both within and outside of established companies, to pursue one central objective: taking a new venture idea to market by designing a business model that can be scaled to a full-grown company. In this course, students will form startup teams around self-selected ideas and run through the process just like real startups would do in the first three months of intensive work. Startup Engineering takes an incremental and iterative approach, in that it favors variety and alternatives over one detailed, linear five-year business plan to reach steady state operations. From a problem solving and systems thinking perspective, student teams create different possible versions of a new venture and alternative hypotheses about value creation for customers and value capture vis-à-vis competitors. We will draw on recent scientific findings about international success factors of new venture design. To test critical hypotheses early on, student teams engage in scientific, evidence-based, experimental trial-and-error learning process that measures real progress.<br>Upon completion of this course, students will be able to:<br>· Apply a modern innovation toolkit relevant in both the corporate & startup world<br>· Analyze given business opportunities in terms of its constituent elements<br>· Design new business models by gathering and combining relevant ideas, facts and information<br>· Evaluate business opportunities and derive judgment about next steps & decisions<br>Course language is English, but participants can decide to give their graded presentations in German. Students are invited to apply to this course module already with a startup idea and/ or team, but this is not a requirement! We will form teams and ideas in the beginning of the course. Class meetings have alternate intervals of lecture inputs, teamwork, mentoring, and peer feedback. Attendance is mandatory for at least 80% of class time due to large proportion of teamwork sessions.<br>Student teams give three presentations and submit them with backup analyses. Grading scheme:<br>· Startup discovery presentation after 5 weeks: 30%<br>· Startup validation presentation after 10 weeks: 30%<br>· Final startup pitches after 13 weeks: 40% |
| **Literatur** | • Blank, S. & Dorf, B. (2012). The startup owner's manual.<br>• Gans, J. & Stern, S. (2016). Entrepreneurial Strategy.<br>• Osterwalder, A. & Yves, P. (2010). Business model generation.<br>• Maurya, A. (2012). Running lean: Iterate from plan A to a plan that works.<br>• Maurya, A. (2016). Scaling lean: Mastering the Key Metrics for Startup Growth.<br>• Wilcox, J. (2016). FOCUS Framework: How to Find Product-Market Fit. |

## Modul M0558: Business Optimization - Vertiefung Operations Research

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Business Optimization und Operations Research (L0155) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Projekt: Modellierung im Operations Research (L1793) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 1 |
| Seminar Operations Research (L0156) | Seminar | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Kathrin Fischer |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Gute Kenntnisse aus dem Modul „Quantitative Methoden“ in den Bereichen Lineare Programmierung, Netzwerkoptimierung und ganzzahlige Optimierung |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |

**Fachkompetenz**

*Wissen*

Wissen: Die Studierenden haben nach Abschluss des Moduls vertiefte Kenntnisse in den folgenden Bereichen erworben: Sie können

- Modellierungskonzepte für komplexe lineare und ganzzahlige Probleme in betrieblichen Entscheidungssituationen - z.B. Produktionsentscheidungen oder Investitionsentscheidungen - erläutern;
- die Dualitätstheorie für lineare Programme verstehen und erklären sowie moderne Lösungsmethoden zur Lösung linearer Programme - z.B. Varianten des Simplexverfahrens (revidierter Simplexalgorithmus, Innere-Punkt-Methoden) darstellen;
- Erweiterungen der linearen Programmierung um mehrfache Zielsetzungen und Datenunsicherheit erkennen und vornehmen;
- Anwendungsgebiete entsprechender Modelle, z.B. in der internationalen humanitären Logistik, beschreiben;
- Ganzzahlige Modelle zur Erfassung logischer Bedingungen und Abhängigkeiten erklären und Anwendungen der ganzzahligen und kombinatorischen Optimierung auf betriebliche Planungsprobleme, insbesondere aus den Bereichen Logistik und internationales Supply Chain Management, beschreiben;
- Methoden der ganzzahligen Optimierung, wie Branch-and-Bound Verfahren, Schnittebenen-Verfahren und Metaheuristiken erläutern;
- Strukturen ausgewählter dynamischer und nicht-linearer betrieblicher Problemstellungen erkennen;
- geeignete Software-Paketen zur Lösung von betrieblichen Optimierungsproblemen einsetzen;
- Forschungsprojekte aus dem Bereich des Operations Research verstehen und in Aufbau und Ergebnissen nachvollziehen.

*Fertigkeiten*

Fertigkeiten: Die Studierenden sind auf Basis des erlernten Wissens in der Lage,

- Komplexe und auch ihnen noch unbekannte betriebswirtschaftliche und technische Planungsprobleme, z.B. im Bereich globaler Produktions- und Wertschöpfungsnetzwerke, geeignet zu modellieren, mit den Methoden des Operations Research zu analysieren und Lösungen zu entwickeln sowie die Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu bewerten;
- Die Dualitätstheorie für lineare Programme bei der Analyse betriebswirtschaftlicher Probleme einzusetzen und duale Programme inhaltlich zu interpretieren sowie verschiedene Lösungsmethoden zur Lösung linearer Programme - z.B. Varianten des Simplexverfahrens, Innere-Punkt-Methoden - erfolgreich zur Problemlösung anzuwenden;
- Lineare Probleme mit mehrfacher Zielsetzung und unter Berücksichtigung von Datenunsicherheiten zu analysieren und zu lösen;
- Betriebliche Fragestellungen, insbesondere unter Verwendung logischer Bedingungen, als ganzzahlige Optimierungsprobleme zu formulieren und solche Probleme mittels geeigneter exakter - z.B. Branch and Bound Verfahren, Schnittebenenverfahren - und heuristischer - z.B. Metaheuristiken - Verfahren zu lösen sowie die erhaltenen Lösungen zu interpretieren;
- Methoden der dynamischen Programmierung für zusammenhängende bzw. abhängige Entscheidungen einzusetzen und ausgewählte Probleme der nicht-linearen Optimierung zu analysieren;
- für eine vorliegende Problemstellung geeignete Methoden des Operations Research zu ihrer Lösung auszuwählen, diese anzuwenden und das theoretische Wissen über einschlägige Methoden somit auch erfolgreich in die Praxis zu übertragen;
- Zur Lösung der jeweiligen Problemstellungen geeignete Software einzusetzen, mittels Software Problemlösungen zu generieren und diese Lösungen zu interpretieren;
- ein begrenztes Forschungsprojekt im Rahmen einer Gruppenarbeit zu durchdringen und eigenständig eine Implementierung für das gegebene Forschungsthema zu entwickeln;
- diese Entwicklung nachvollziehbar zu dokumentieren und zu erläutern.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz*

Sozialkompetenz: Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,

- sich in einem Team von Studierenden erfolgreich selbst zu organisieren und zu koordinieren sowie komplexe betriebliche Planungsaufgaben in vorgegebener Zeit im Team zu lösen;
- strukturiertes Feedback entsprechend anerkannter Feedbackregeln zu geben und selber Feedback von ihren Kommilitonen anzunehmen;
- fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen zu Themen aus dem Feld des Operations Research und zu Gebieten, in denen die Methoden des Operations Research Anwendung finden, zu führen;
- ihre Arbeitsergebnisse in verständlicher Form schriftlich zusammenzufassen und mündlich zu präsentieren sowie diese gegenüber anderen zu vertreten;
- erfolgreich und respektvoll in einem Team zu arbeiten.

*Selbstständigkeit*

Selbständigkeit: Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,

| | |
|---|---|
| | • sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von einschlägiger Fachliteratur (Journal Papers) selbständig zu erarbeiten;<br>• ein ausgewähltes Thema forschend weiterzuentwickeln;<br>• das erworbene Wissen zusammenzufassen und verständlich zu präsentieren und es auch auf komplexe neue Fragestellungen zu übertragen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Ja 5 % Gruppendiskussion |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Prüfungsbestandteile sind: Semesterbegleitende Ausarbeitungen, Hausarbeit und zugehöriges Referat |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Wahlpflicht |

| **Lehrveranstaltung L0155: Business Optimization und Operations Research** | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Kathrin Fischer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Formulierung komplexer quantitativer Modelle („Die Kunst der Modellierung“): Spezielle lineare Modelle, z.B. periodenübergreifende Lagerhaltung, Beschaffung und Produktion, Portfolio-Modelle, Projektplanungsmodelle, Modelle für das Revenue Management<br>• Vertiefung der linearen Programmierung: Dualitätstheorie, Dualitätssätze und ihre Anwendung bei der Interpretation und der Konstruktion von Lösungsverfahren; spezielle Strukturen wie obere und untere Schranken für Variablen; neuere Lösungsverfahren wie revidiertes Simplexverfahren und Innere-Punkt-Methoden<br>• Probleme unter mehrfacher Zielsetzung und unter Unsicherheit: Erweiterungen der linearen Programmierung um praxisnahe Aspekte wie mehrere konkurrierende Ziele und unsichere Daten<br>• Aktuelle Problemstellungen aus der humanitären Logistikforschung, dem Revenue Management und weiteren Forschungsgebieten des Instituts<br>• Vertiefung der ganzzahligen Programmierung: Modellierung komplexer Planungsprobleme, z.B. aus dem Bereich der Tourenplanung, und logischer Bedingungen; strukturelle Analysen, Komplexitätstheorie; Lösungsverfahren für ganzzahlige Probleme wie z.B. Branch and Bound Verfahren, Schnittebenen-Verfahren, Greedy-Verfahren, Metaheuristiken<br>• Dynamische und nicht-lineare Programmierung und ihre Anwendung in der Betriebswirtschaftslehre<br>• Anwendungen der Modelle und Methoden im Bereich Logistik und internationales Supply Chain Management, z.B. bei der Planung neuer Standorte oder von Auslieferungstouren: Modellstrukturen und Lösungsverfahren für ausgewählte Problemstellungen |
| **Literatur** | Bücher:<br>Albright, C., Winston, W.: Management Science Modeling. Revised Third Edition, South-Western 2009.<br>Eiselt, H.A., Sandblom, C.-L.: Linear Programming and its Applications, Springer 2007.<br>Eiselt, H.A., Sandblom, C.-L.: Integer Programming and Network Models, Springer 2000.<br>Eiselt, H.A., Sandblom, C.-L.: Decision Analysis, Location Models, and Scheduling Problems, Springer 2004.<br>Suhl, L., Mellouli, T.: Optimierungssysteme. Springer, Berlin et al., 2. Auflage, 2009.<br>Williams, H.P.: Model Building in Mathematical Programming. 5th edition, Wiley & Sons, 2013.<br>Winston, W., Venkataramanan, M.: Mathematical Programming. Operations Research, Volume 1, 4th Edition, Thomson, London et al. 2003.<br>Sowie ein Skript, das zur Vorlesung herausgegeben wird. |

| Lehrveranstaltung L1793: Projekt: Modellierung im Operations Research | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Kathrin Fischer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Im Rahmen dieser Veranstaltung erarbeiten Studierende in Teams eine Realisierung für ein anwendungsnahes Planungsproblem.<br><br>Dabei sind die Schritte<br><br>• Modellierung der Planungssituation<br>• Implementierung und Dokumentation<br>• Ggf. Generierung geeigneter Testdaten<br>• Tests sowie ggf. Sensitivitätsanalysen bzw. Parametervariationen<br>• Dokumentation der Ergebnisse und deren kritische Analyse<br><br>zu durchlaufen. |
| **Literatur** | Siehe Vorlesung Operations Research |

| Lehrveranstaltung L0156: Seminar Operations Research | |
|---|---|
| **Typ** | Seminar |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Kathrin Fischer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Im Seminar werden durch Hausarbeiten und Vorträge zu speziellen Themen aus Bereichen der Vorlesung „Operations Research“ die Kenntnisse der Teilnehmer in einigen ausgewählten Gebieten, z.B. im Feld der Humanitären Logistik oder des Internationalen Supply Chain Management, weiter vertieft.<br><br>Grundlage der Hausarbeiten und Vorträge bilden dabei in der Regel aktuelle Fachpublikationen aus hochrangigen englischsprachigen Zeitschriften wie dem EJOR, den Annals of Operations Research oder Interfaces, welche eine Anwendung eines bestimmten Modells oder Verfahrens für eine ausgewählte Planungssituation behandeln.<br><br>Die Studierenden erhalten so die Möglichkeit, das in der Vorlesung erworbene Wissen anzuwenden und sich in eigenständiger Arbeit forschungsorientiert mit dem „State-of-the-Art“ in einem Teilgebiet des Faches Operations Research zu befassen. Durch die eigenständige Einarbeitung in aktuelle Forschungsergebnisse und deren Anwendung auf neue Fragestellungen und Beispiele erwerben die Teilnehmer vertiefte Kompetenzen auf dem Gebiet des Operations Research und sammeln erste Erfahrung mit eigenständiger Forschung auf diesem Gebiet.<br><br>Die Teilnehmerzahl im Seminar (und damit im gesamten Modul) ist auf maximal 36 Teilnehmer beschränkt. Sollte es mehr Interessenten geben, so wird ggf. eine Auswahl der Teilnehmer anhand des in dem Pflichtmodul Quantitative Methods / Quantitative Methoden erzielten Ergebnisses getroffen. |
| **Literatur** | Fachartikel (Journal Papers), die zu Beginn des Seminars bekanntgegeben werden. |

## Modul M0866: EIP und Produktivitätsmanagement

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Elemente Integrierter Produktionssysteme (L0927) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 3 |
| Produktivitätsmanagement (L0928) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |
| Produktivitätsmanagement (L0931) | Gruppenübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Hermann Lödding |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagenvorlesung in Produktionsorganisation oder Produktionsmanagement |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | • Verständnis der Produktivität und ihrer Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen;<br>• Wissen über die heterogenen Einflussfaktoren auf die Produktivität und ihre Zusammenhänge;<br>• Kenntnis elementarer Produktionskennzahlen;<br>• Methoden zur Produktivitätsanalyse und -steigerung in der industriellen Produktion;<br>• Kenntnisse in Zeitdatenermittlung und Arbeitsgestaltung;<br>• Elemente und Methoden moderner Produktionssysteme;<br>• interdisziplinäre Zusammenhänge bei der Produktionsgestaltung;<br>• Kenntnisse in der Beurteilung und Gestaltung von Arbeitssystemen, um ergonomische und gesundheitliche Risiken zu minimieren. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind auf Basis des erlernten Wissens in der Lage,<br>• Verschwendung im Produktionsablauf zu identifizieren und zu kategorisieren;<br>• Wertstromanalysen durchzuführen und Soll-Wertströme zu beschreiben;<br>• die vielfältigen Einflüsse auf die Produktivität zu erkennen und ihre Wirkungsweisen zu erläutern;<br>• Produktionsprozesse unter Produktivitätsaspekten zu beurteilen und erforderliche Verbesserungsmaßnahmen zu entwickeln;<br>• Ergebnisse produktivitätsbezogener Datenanalysen praxisgerecht zu visualisieren;<br>• Konzepte, Methoden und Hilfsmittel der schlanken Produktion und des Produktivitätsmanagements zur Analyse und Verbesserung von Produktionsprozessen zu erläutern und anzuwenden;<br>• Fertigungsinseln nach Prinzipien der schlanken Produktion zu gestalten;<br>• schlanke Materialfluss-Systeme zu planen;<br>• das Konzept des Total Productive Maintenance (TPM) zu erläutern;<br>• Methoden der Rüstablaufanalyse und -optimierung anzuwenden. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind in der Lage,<br>• das erlernte Wissen unter industrieähnlichen Bedingungen und unter Zeitdruck umzusetzen, zusammenzufassen und zu präsentieren;<br>• komplexe Aufgaben in der Planung und Steuerung von Produktionssystemen zu übernehmen;<br>• Produktionssysteme zu analysieren und zu optimieren;<br>• sich in Gruppen zu organisieren und praxisbezogene Problemstellungen in Teams zu lösen;<br>• betriebliche Verbesserungspotentiale zu identifizieren und zu quantifizieren;<br>• interdisziplinäre Zusammenhänge bei der Produktionsgestaltung zu analysieren und zu bewerten;<br>• sich Fachwissen anhand ausgewählter Literatur selbständig zu erarbeiten und direkt anzuwenden. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind fähig, sich auch forschungsbezogene Aufgaben zu definieren, hierfür nötiges Wissen zu erschließen und auf eine Problemstellung anzuwenden. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Ja Keiner Übungsaufgaben |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0927: Elemente Integrierter Produktionssysteme | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Hermann Lödding |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Die Vorlesung nähert sich dem Thema integrierter Produktionssysteme am Beispiel der Schlanken Produktion. Sie erläutert dazu zum einen die grundsätzliche Herangehensweise an betriebliche Verbesserungsprozesse. Zum anderen beschreibt sie ausgewählte Methoden der Schlanken Produktion.<br><br>Schwerpunkte der Vorlesung sind u.a. die Themen Wertstromdesign, die Gestaltung von Fertigungsinseln sowie die Planung und Steuerung der Produktion und der zugehörigen Materialflüsse. |
| **Literatur** | Harris, R.; Harris, C.; Wilson, E.: Making Materials Flow, Lean Enterprise Institute, Cambridge, 2003.<br><br>Ohno, T.: Das Toyota-Produktionssystem, Campus-Verlag, Frankfurt et al, 1993.<br><br>Rother, M.: Die Kata des Weltmarktführers. Toyotas Erfolgsmethoden, Campus-Verlag, Frankfurt et al, 2009.<br><br>Rother, M.; Shook, J.: Sehen lernen: Mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen, Lean Management Institut, Aachen, 2006.<br><br>Rother, M.; Harris, R.: Creating Continuous Flow, Lean Enterprise Institute, Brookline, 2001.<br><br>Shingo, S.: A Revolution in Manufacturing. The SMED System, Productivity Press, 2006.<br><br>Womack, J. P. et al: Die zweite Revolution in der Autoindustrie, Frankfurt/New York, Campus Verlag, 1992. |

| Lehrveranstaltung L0928: Produktivitätsmanagement | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Hermann Lödding, Christopher Mundt |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Grundlagen des Produktivitätsmanagements<br>• Stückzahlenmanagement und Standardisierung<br>• Taktanalyse und Gestaltung manueller Arbeit<br>• Grundlagen der Instandhaltung<br>• Total Productive Maintenance (TPM)<br>• Rüstoptimierung<br>• Analyse verketteter Produktionssysteme |
| **Literatur** | Bokranz, R.; Landau, K.:Produktivitätsmanagement von Arbeitssystemen. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2006.<br><br>Takeda, H.: Das synchrone Produktionssystem: Just-in-Time für das ganze Unternehmen. 5. Aufl., mi-Wirtschaftsbuch, FinanzBuch Verlag, München, 2006.<br><br>Nakajima, S.: Management der Produktionseinrichtungen (Total Productive Maintenance). Campus Verlag, New York, 1995.<br><br>Shingo, S.: A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity, Inc., 1985 |

| Lehrveranstaltung L0931: Produktivitätsmanagement | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Hermann Lödding |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0697: Controlling

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Controlling (L0496) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Controllingseminar (L0495) | Seminar | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Matthias Meyer |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Kenntnisse des internen und externen Rechnungswesens |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |

**Fachkompetenz**

*Wissen* Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in den folgenden Bereichen erworben:

- wichtige Konzeptionen der deutschsprachigen Controllingforschung;
- internationale Unterschiede und Traditionen in der Unternehmenssteuerung;
- zentrale Controllingaufgaben wie Informationsbereitstellung, Planung und Kontrolle sowie Koordination;
- Unterschiede zwischen Daten, Informationen und Wissen, und sie können diese erläutern;
- Digitalisierung und Auswirkung auf das Controlling
- Instrumente der operativen, taktischen und strategischen Planung;
- ausgewählte Konzepte der Spieltheorie, der Informationsökonomik und der Prinzipal-Agenten-Theorie;
- Kennzahlen zur sachlichen und personellen Koordination;
- das Konzept der wertorientierten Unternehmenssteuerung und wesentliche wertorientierte Kennzahlen;
- Funktionen und Methoden zur Ermittlung von Verrechnungspreisen, und sie können diese erläutern;
- Instrumente und Konzepte des Risiko- und Projektcontrollings;
- Methode der Monte-Carlo-Simulation, auch als Forschungsmethode;
- ausgewählte psychologische Theorien und Biases.

*Fertigkeiten* Die Studierenden sind auf Basis des erlernten Wissens in der Lage,

- die Entstehung und das Wesen des Controllings in der Praxis zu erklären und international zu verorten;
- wichtige Konzeptionen der deutschsprachigen Controllingforschung zu erläutern;
- (wesentliche) Aufgabenbereiche von und Anforderungen an Controller einzuschätzen;
- verschiedene Kennzahlen und -systeme zu erläutern und deren Vor- und Nachteile einzuordnen;
- Stellhebel der Gestaltung des Berichtswesen zu erläutern und anzuwenden;
- Gestaltungsempfehlungen zur Informationsversorgung abzuleiten;
- wesentliche (Planungs-) Instrumente des Controllings anzuwenden und bewerten zu können;
- taktische und strategische Sachverhalte innerhalb von Unternehmen nachvollziehen zu können;
- eine spieltheoretische Modellierung und Auswertung betrieblicher Entscheidungsprobleme vorzunehmen;
- eine Monte-Carlo-Simulation durchzuführen und deren Ergebnisse zu interpretieren
- Verrechnungspreise nach unterschiedlichen Verfahren zu gestalten und zu beurteilen;
- den Prozess des Risikomanagements mitzugestalten und aggregierte Risikomaße berechnen und interpretieren zu können;
- psychologische Theorien einzelnen Controllingproblemen zuzuordnen und daraus Gestaltungsempfehlungen abzuleiten.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz* Die Studierenden sind in der Lage,

- Controllingaufgaben zu übernehmen und dabei das theoretische Wissen erfolgreich in die betriebliche Praxis zu übertragen und dort anzuwenden;
- eigenständig zu entscheiden, für welche Problemstellung welche Controllinginstrumente eingesetzt werden können und müssen;
- mit anderen Teammitgliedern zusammenzuarbeiten, zu diskutieren und gemeinsam zu einem Ergebnis zu kommen;
- Konzepte aus der Psychologie, der Spieltheorie, der Informationsökonomik und der Prinzipal-Agenten-Theorie auf neuartige Fragestellungen anwenden zu können;
- die Ergebnisse ihrer Analysen auch in englischer Sprache verständlich darzustellen;
- betriebswirtschaftliche Problemstellungen innerhalb des Controlling und seiner Teilbereiche eigenständig und im Team zu lösen;
- komplexe Planungsaufgaben in internationalen Unternehmen auch in leitender Funktion zu übernehmen.

*Selbstständigkeit* Die Studierenden sind in der Lage,

- sich Wissen selbstständig zu erarbeiten und das erworbene Wissen auch auf neue Fragestellungen zu übertragen.
- ihre Arbeitsergebnisse (auch in englischer Sprache) zu vertreten.
- eingeständig Forschungsergebnisse zu interpretieren

| | |
|---|---|
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |

| | |
|---|---|
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Nein 8.3 % Übungsaufgaben |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht |

| **Lehrveranstaltung L0496: Controlling** | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Matthias Meyer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Informationsbereitstellung: Kennzahlen und Kennzahlensysteme, Balanced Scorecard, Berichtswesen, Gestaltung der Informationsversorgung<br>• Operative Planung: Budgetierung, operative Produktionsplanung<br>• Operative Kontrolle: Abweichungsanalysen und Forecasting<br>• Taktische Planung: Quantitative und qualitative Business-Planung<br>• Strategische Planung: Portfolioanalyse, SWOT-Analyse, Resource-based view, Erfahrungskurvenkonzept<br>• Koordination: Verbundeffekte, wertorientierte Kennzahlen, Verrechnungspreise, Anreizsysteme, Prinzipal-Agenten Theorie<br>• Risikocontrolling: Value at Risk, Risikoanalyse, -aggregation, -steuerung, -kontrolle<br>• Projektcontrolling |
| **Literatur** | 1. Skript und Unterlagen, die zur Vorlesung und Übung herausgegeben werden.<br>2. Ausgewählte Bücher:<br>3. Balakrishnan, R./Sivaramakrishnan, K./Sprinkle, G. (2009): Managerial Accounting, Hoboken.<br>4. Ewert, R./Wagenhofer, A. (2008): Interne Unternehmensrechnung, 7. Aufl., Berlin.<br>5. Merchant, K./Van der Stede, W. (2012): Management Control Systems: Performance Measurement, Evaluation, and Incentives, London.<br>6. Weber, J./Schäffer, U. (2011): Einführung in das Controlling, 13. Aufl., Stuttgart. |

| **Lehrveranstaltung L0495: Controllingseminar** | |
|---|---|
| **Typ** | Seminar |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Matthias Meyer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | **Die Themen im Seminar werden in jedem Semester anhand aktueller Literatur festgelegt. Die Studierenden fertigen Referate/ Ausarbeitungen an.**<br>**Zudem gibt es**<br>• Diskussionen zu aktuellen Themen und Methoden des Controlling in Theorie und Praxis (z.B. Simulation, Prognosemärkte, Roadmapping etc.) |
| **Literatur** | 1. Skript und Aufgaben, die zur Vertiefung herausgegeben werden.<br>2. Weiterführende Literatur, die jeweils mit Blick auf die gesetzten Themenschwerpunkte spezifiziert wird |

## Modul M0543: Advanced Topics in Management, Organization, and Human Resource Management

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Advanced Topics in Management, Organization, and Human Resource Management (L0110) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Advanced Topics in Management, Organization, and Human Resource Management (L0111) | Seminar | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Christian Ringle |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Foundations in Organizational Design and Human Resource Management<br><br>Basic knowledge on academic writing as well as principles and concepts in business administration and foundations in organizational design and human resource management. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students are able to...<br><br>• Explain the different organizational designs and strategies in an international environment with a focus on selected forms of cooperation (e.g., virtual organizations or strategic alliances) to compete in global business;<br>• Map the need of organizational changes in light of new business lines, strategies, altering employees' attitudes, and international competition;<br>• Explain the models and approaches for appropriately measuring employee relations (e.g., job satisfaction models), incl. the development and estimation of causal models. |
| *Fertigkeiten* | The students are able to...<br><br>• Work with empirical data, apply business process management and multivariate techniques to the data collected using standard software, and critically evaluate and interpret the results;<br>• Critically rethink theoretical concepts and gain analytical abilities in organization management and human resource management;<br>• Use their practical knowledge of the analytical toolset to successfully tackle the management challenges in organization and human resource management in internationally acting companies;<br>• Present their results in written and oral form. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students are able to...<br><br>• Respectfully work in teams;<br>• Have fruitful group discussions;<br>• Present their results in written form and oral presentations. |
| *Selbstständigkeit* | The students are able to...<br><br>• Acquire further relevant information independently;<br>• Critically reflect and evaluate this information;<br>• Transfer the acquired knowledge to practical applications. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Ja 20 % Referat |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Schriftliche Ausarbeitung mit Präsentation und semesterbegleitenden Aufgaben |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0110: Advanced Topics in Management, Organization, and Human Resource Management | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Ringle |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | This lecture focuses on multinational firms and advanced issues of management, organizations, and human resource management. This course is structured as a lecture and a seminar. In the lecture, the advanced theoretical concepts are explained and discussed, whereas they are applied in the seminar through the preparation of a seminar thesis. The students learn about the process and structure of a scientific article, and further deepen their knowledge, while working in groups.<br><br>Example topics:<br><br>• Management: change management and corporate social responsibility;<br>• Organization: exploration & exploitation, networks, and organizational identity;<br>• Human Resource Management: human resource metrics & analytics and recruitment & selection. |
| **Literatur** | The students will be provided with selected journal articles.<br><br>Bernardin, H.J. (2006): Human Resource Management: An Experiential Approach, 4e, New York: McGraw-Hill.<br><br>Cascio, W. (2015): Managing Human Resources: Productivity, Quality of Work Life, Profits, revised edition, New York: McGraw-Hill.<br><br>French, W./Bell, C.H./Zawacki, R.A. (2004): Organization Development and Transformation: Managing Effective Change, 6e, Chicago: McGraw-Hill.<br><br>Hitt, M.A./Ireland, R.D./Hoskisson, R.E. (2014): Strategic Management: Competitiveness and Globalization, 11e, Ohio: Cengage Learning.<br><br>Lynch, R. (2015): Strategic Management, 7e, Harlow: Prentice Hall. |

| Lehrveranstaltung L0111: Advanced Topics in Management, Organization, and Human Resource Management | |
|---|---|
| **Typ** | Seminar |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Ringle |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | This course focuses on multinational firms and advanced issues of management, organizations, and human resource management. The students learn about the process and structure of a scientific article and deepen their knowledge while working in groupds. Selected topics focus, for example, on:<br><br>• Human Resource Management: aging workforce, e-human resource management, generation X, Y, Z, human resource metrics/ analytics, recruitment/ selection/ hiring<br>• Organisation: employee voice, exploration/ exploitation, networks, organisational identity, trust measurement<br>• Management: change management, corporate social responsibility, firm performance measurement, gender, innovation management |
| **Literatur** | The students will be provided with selected journal articles.<br><br>Bernardin, H.J. (2006): Human Resource Management: An Experiential Approach, 4e, New York: McGraw-Hill.<br><br>Cascio, W. (2015): Managing Human Resources: Productivity, Quality of Work Life, Profits, revised edition, New York: McGraw-Hill.<br><br>French, W./Bell, C.H./Zawacki, R.A. (2004): Organization Development and Transformation: Managing Effective Change, 6e, Chicago: McGraw-Hill.<br><br>Hitt, M.A./Ireland, R.D./Hoskisson, R.E. (2014): Strategic Management: Competitiveness and Globalization, 11e, Ohio: Cengage Learning.<br><br>Lynch, R. (2015): Strategic Management, 7e, Harlow: Prentice Hall. |

## Modul M0559: Strategisches Management

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Strategisches Management (L0158) | Vorlesung | 4 | 6 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Thomas Wrona |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Kenntnisse aus dem Modul „Management, Marketing und Logistik“ |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |

**Fachkompetenz**

*Wissen*

Die Studierenden besitzen nach Absolvieren des Moduls umfassende Kenntnisse über verschiedenste Aspekte des Strategischen Managements. Neben der Gestaltung klassischer Planungsprozesse, sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Arten von Einflussfaktoren in den jeweiligen Entscheidungsprozessen zu identifizieren und können im Bereich der Unternehmensstrategien eine Vielzahl von Strategiearten differenziert beschreiben und konzeptionell anwenden.

Die Studierenden erwerben insbesondere die folgenden Kenntnisse:

a) Theoretische Kenntnisse über

- theoretische Grundlagen des Strategischen Managements
- die wesentlichen Merkmale und verschiedene Evolutionsprozesse von Strategien
- die Inhalts- und Prozessperspektive im Strategischen Management
- verschiedene Strategiearten, ihre Unterschiede und Interdependenzen
- **Internationalisierungsstrategien als Bestandteil der Unternehmensgesamtstrategie**
- weitere Gegenstandsbereiche des strategischen Managements wie insbesondere Managementsysteme und ihre Interdependenzen zu Strategien
- Möglichkeiten der Beschreibung von Wettbewerbsvorteilen aus der Analyse der internen und externen Unternehmenssituation
- **Strategische Positionierung auf unterschiedlichen Ländermärkten**
- **Handhabung von Multimarket Competition**
- Formulierung und Implementierung von verschiedenen strategischen Optionen
- Kontrollmöglichkeiten zur Evaluierung von realisierten Strategien

b) **Technologische (methodische) Kenntnisse über**

- **verschiedene Konzepte in den jeweiligen Phasen im Strategischen Planungsprozess, sowie deren theoretische Herleitung aus der Managementforschung**
- **Methoden der Analyse externer Rahmenbedingungen (Konkurrenzanalysen, Branchenstrukturanalyse nach Porter, Analyse der globalen Umwelt im Rahmen der PESTEL-Analyse)**
- **Methoden zur Analyse interner Stärken und Schwächen (Aufbau und Analyse der Wertkette nach Porter, Analyse von Ressourcen und deren Bündelung zur Entwicklung von Kernkompetenzen)**

**c) Kenntnisse über den verschiedenen Ansätzen, Theorien und Methoden zugrunde liegende Annahmen**

**d) Kenntnisse über empirische Befunde zu den o.g. inhaltlichen Themenfeldern**

**e) Einblicke in aktuelle Forschungsthemen des strategischen Managements**

**e) Kenntnisse über die Implikationen für das Management**

*Fertigkeiten*

Die Studierenden sind auf Basis der erlangten Kenntnisse in der Lage, die externen und internen Einflüsse von Unternehmungen beschreiben und bewerten zu können. Hierzu gehört insbesondere auch die Fähigkeit, ausgewählte Unternehmensstrategien, unter Berücksichtigung verschiedener kontextueller Einflussfaktoren, in praxisnahen Fallstudien beurteilen und anwenden zu können.

- Die Studierenden können externe und interne Informationen für die Wahl verschiedener strategischer Optionen interpretieren und zielgerichtet für die strategische Entscheidungsfindung entlang des Strategischen Planungsprozesses systematisch einsetzen
- Die Studierenden können verschiedene Risiken und andere Einflussfaktoren im Rahmen der Umweltanalyse erkennen und anschließend bewerten
- Die Studierenden kennen typische Probleme im Strategischen Management und können in ähnlichen Unternehmungskontexten situationsadäquat Lösungsvorschläge hierzu entwickeln
- Die Studierenden sind bspw. in der Lage, die Branchenstrukturanalyse anzuwenden und diese auf beliebig andere Industrien zu transferieren, um so die Attraktivität von Branchen bestimmen zu können
- Zudem können die Studierenden Merkmale verschiedener Branchen differenzieren und sind in der Lage, diese im Rahmen der Strategieformulierung zu berücksichtigen (globale Wettbewerber, regionale Konsumenten, lokale und globale Zulieferer etc.)
- Die Studierenden kennen des Weiteren die Vor- und Nachteile verschiedener strategischer Optionen und können auf diese im Zuge der Strategieimplementierung zurückgreifen, um ggf. alternative Lösungskonzeptionen zu erarbeiten
- Die Studierenden sind nach Absolvieren des Moduls in der Lage, strategische Entscheidungsprozesse methodisch und theoretisch fundiert aktiv zu begleiten sowie die branchenspezifischen Besonderheiten in konkrete Planungsprozesse umzusetzen

Allgemein werden somit Fertigkeiten im Bereich der Informations- bzw. Datenbeschaffung und -auswertung, die Zusammenfassung der gesammelten Daten, Teamarbeit und Diskussionskultur gefördert. Überdies sind die Studierenden in der Lage,

| | |
|---|---|
| | • Methoden der internen Unternehmensanalyse und der externen Umweltanalyse anzuwenden, um betriebswirtschaftliche Problemstellungen zu analysieren und die Ergebnisse zu interpretieren sowie kritisch zu bewerten<br>• das theoretische Wissen in ausgewählten Fallstudien anzuwenden oder anhand aktueller Unternehmungsbeispiele zu diskutieren (z.B. M&A-Strategien in der Automobilindustrie, Rückzugsstrategien in der PC-Branche, etc.)<br>• zu entscheiden, für welche Problemstellungen und unter welchen Voraussetzungen welche Methoden und Systeme angewendet werden können bzw. müssen<br>• komplexe Datenanalysen eigenständig und in einem Team von Studierenden durchzuführen, konsolidiert aufzubereiten und in der Gruppe eigenständig zu präsentieren<br>• im Rahmen von Case Studies unternehmerische Chancen zu identifizieren, Handlungsalternativen zu entwickeln, Prioritäten zu setzen und erforderliche Aktivitäten zu planen<br>• im Rahmen von Fallstudienlösungen „Mut zum Handeln“ zu entwickeln<br>• **die Besonderheiten verschiedener Ländermärkte bei der Strategieformierung zu berücksichtigen**<br>• komplexe Systeme zu verstehen, mit Ambiguitäten zurechtzukommen und Handlungen hierauf auszurichten<br>• eigene Annahmen und Einstellungen über den Menschen im Unternehmen, den Unternehmenszweck sowie über Führungsverantwortung zu entwickeln. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,<br>• im Rahmen ihrer Fallstudienlösungen und strategischen Rollenspielen mit anderen Studierenden zusammenzuarbeiten, mit ihnen zu interagieren, andere Meinungen ggf. zu integrieren und auch Gruppenmitglieder von eigenen Ideen zu überzeugen<br>• fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen zu führen<br>• ihre Arbeitsergebnisse mündlich und schriftlich zu vertreten<br>• respektvoll in einem Team zu arbeiten. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,<br>• sich Wissen über das Fachgebiet selbstständig zu erarbeiten und das erworbene Wissen auch auf neue Fragestellungen zu transferieren<br>• gezielt fachspezifische Literatur für ausgewählte strategische Problembereiche zu identifizieren und argumentativ in die Lösungskonzeption einfließen zu lassen<br>• vorhandenes und neues Wissen zu strategischen Phänomenen (bspw. Internationalisierungsstrategien) konzeptionell zu fassen und eigenständig schematisch klar darzustellen |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** / **Bonus** / **Art der Studienleistung** / **Beschreibung**<br>Nein / 20 % / Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung / |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0158: Strategisches Management | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **LP** | 6 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Dozenten** | Prof. Thomas Wrona |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Einführung - Begriffe und Gegenstandsbereiche des Strategischen Managements<br>• Ziele, Unternehmensstrategien, Leitbilder und Managementsysteme als Gegenstand strategischer Unternehmensführung<br>• Grundlegende theoretische Perspektiven des strategischen Managements<br>• Die Analyse und Gestaltung ausgewählter Strategien<br>• Strategische (Planungs-) Prozesse<br>• Problematisierung der Internationalisierung hinsichtlich strategischer Prozesse<br>• Integrative Anwendung des Wissens anhand einer Reihe ausgewählter Fallstudien<br><br>Theoretische, konzeptionelle Teile widmen sich der Bearbeitung und Diskussion von theoretischen Fachbeiträgen aus der aktuellen Managementforschung, die anschließend in Fallstudien und Simulationen handlungspraktisch anzuwenden sind.<br><br>Bei der Fallauswahl der zu bearbeitenden Fallstudien wird insbesondere auch darauf geachtet, dass diese die vielfältigen Besonderheiten des strategischen Managements im internationalen Kontext widerspiegeln. Studierenden wird bei der Bearbeitung ein großer Freiheitsgrad eingeräumt, welcher der Komplexität der Problemstellung gerecht wird und bei der Entwicklung eines entsprechenden Problembewusstseins hilfreich ist.<br><br>Auch neben den Fallstudien werden im Rahmen der Vorlesungen die Inhalte sowohl aus theoretischer als auch aus praktischer Sicht jeweils am Beispiel verschiedener Unternehmen vermittelt. Die Vorlesung „Strategisches Management“ wird um Gastvorträge von Vertretern namhafter internationaler Unternehmen und z.T. Unternehmensbesichtigungen ergänzt, sodass neben der theoretischen Fundierung auch ein Praxisbezug gewährleistet werden kann.<br><br>Anhand aktueller Fragestellungen des strategischen Managements wird exemplarisch die Anwendung zuvor gelernter Inhalte innerhalb des wissenschaftlichen Forschungsprozesses aufgezeigt. Dabei wird sich entsprechend der Ausrichtung des Studiengangs auf die Veränderung strategischer Prozesse durch technologischen Wandel, welcher beispielsweise durch die Digitalisierung oder die Anwendung von Big Data Analysis hervorgerufen wird, konzentriert. |
| **Literatur** | Bamberger, I./Wrona, T. (2012): Strategische Unternehmensführung. Strategien - Systeme - Prozesse, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, München 2012<br><br>Bamberger, I./Wrona, T. (2012): Strategische Unternehmensberatung, 6. erweiterte Auflage, Wiesbaden 2012<br><br>Bamberger, I./Wrona, T. (1996): Der Ressourcenansatz und seine Bedeutung für die Strategische Unternehmensführung, in: Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (zfbf), 2/1996, S. 130-153<br><br>Bowman, E.H./Singh, H./Thomas, H. (2006): The domain of strategic management: History and evolution, in: Pettigrew, A./Thomas, H./Whittington, R. (Hrsg.): Handbook of strategy and management, London u.a. 2006, S. 31-54<br><br>Johnson, G./Whittington, R./Scholes, K./Angwin, D./Regnér, D. (2017): Exploring strategy. Text and Cases, 11. Aufl., Harlow 2017<br><br>Kreikebaum, H./Gilbert, D. U./Behnam, M. (2018): Strategisches Management, Stuttgart.<br><br>Mintzberg, H./Ahlstrand, B./Lampel, J. (2002): Strategy Safari, New York 2002 (in deutscherSprache: Dies. (2012): Strategy Safari: Der Wegweiser durch den Dschungel des strategischen Managements, 2. Aufl., München 2012)<br><br>Porter, M. E. (2013): Wettbewerbsstrategie. Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten, 12. Aufl., Frankfurt 2013<br><br>zu Knyphausen-Aufseß, D. (2012): Theoretische Perspektiven des strategischen Managements, in: Welge, M.K./Al-Laham, A./Kajüter, P. (Hrsg.): Praxis des strategischen Managements, Wiesbaden 2012, S. 39-70<br><br>Skripte und Textdokumente, die während der Vorlesung herausgegeben werden: |

## Modul M0815: Product Planning

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Produktplanung (L0851) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Produktplanung Seminar (L0853) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Cornelius Herstatt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Good basic-knowledge of Business Administration |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students will gain insights into:<br>• Product Planning<br>  ◦ Process<br>  ◦ Methods<br>• Design thinking<br>  ◦ Process<br>  ◦ Methods<br>  ◦ User integration |
| *Fertigkeiten* | Students will gain deep insights into:<br>• Product Planning<br>  ◦ Process-related aspects<br>  ◦ Organisational-related aspects<br>  ◦ Human-Ressource related aspects<br>  ◦ Working-tools, methods and instruments<br>  ◦ |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | • Interact within a team<br>• Raise awareness for globabl issues |
| *Selbstständigkeit* | • Gain access to knowledge sources<br>• Interpret complex cases<br>• Develop presentation skills |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |

**Studienleistung**

| Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
|---|---|---|---|
| Ja | 20 % | Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung | |

| | |
|---|---|
| **Prüfung** | Abschlussarbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Global Innovation Management: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0851: Product Planning | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Cornelius Herstatt |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Product Planning Process<br><br>This integrated lecture is designed to understand major issues, activities and tools in the context of systematic product planning, a key activity for managing the front-end of innovation, i.e.:<br>• Systematic scanning of markets for innovation opportunities<br>• Understanding strengths/weakness and specific core competences of a firm as platforms for innovation<br>• Exploring relevant sources for innovation (customers, suppliers, Lead Users, etc.)<br>• Developing ideas for radical innovation, relying on the creativeness of employees, using techniques to stimulate creativity and creating a stimulating environment<br>• Transferring ideas for innovation into feasible concepts which have a high market attractively<br><br>Voluntary presentations in the third hour (articles / case studies)<br><br>- Guest lectures by researchers<br><br>- Lecture on Sustainability with frequent reference to current research<br><br>- Permanent reference to current research<br><br>Examination:<br><br>In addition to the written exam at the end of the module, students have to attend the PBL-exercises and prepare presentations in groups in order to pass the module. Additionally, students have the opportunity to present research papers on a voluntary base. With these presentations it is possible to gain a bonus of max. 20% for the exam. However, the bonus is only valid if the exam is passed without the bonus. |
| **Literatur** | Ulrich, K./Eppinger, S.: Product Design and Development, 2nd. Edition, McGraw-Hill 2010 |

| Lehrveranstaltung L0853: Product Planning Seminar | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Cornelius Herstatt |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Seminar is integrative part of the Module Product Planning (for content see lecture) and can not be choosen independantly. |
| **Literatur** | See lecture information "Product Planning". |

## Modul M0994: Informationstechnologie in der Logistik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Labor: Informationstechnologie in der Logistik (L1197) | Laborpraktikum | 6 | 6 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Thorsten Blecker |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Kenntnisse aus dem Modul "Produktions- und Logistikmanagement";<br>Interesse an neuen Technologien und deren Anwendung in der Logistik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | • über die Zusammenhänge zwischen Logistik und IT, und sie können diese darstellen und vertiefend beschreiben;<br>• über Informationssysteme und das Informationsmanagement und die Anwendung von Informationssystemen und Informationsmanagement auf logistische Fragestellungen;<br>• über Informationstechnologien, die in der Logistik aktuell zum Einsatz kommen, wie z.B. RFID, E-Logistik und Electronic Sourcing. |
| *Fertigkeiten* | • den Einsatz von Informationstechnologien in logistischen Fragestellungen zu beurteilen und entsprechende Technologien zu implementieren;<br>• sich kritisch mit den aktuellen Entwicklungen in der IT und in der Logistik auseinandersetzen und diese kritisch beurteilen zu können;<br>• relevante Fragestellungen aus dem Themenfeld der "IT in der Logistik" auf wissenschaftlichem Niveau vertiefend zu bearbeiten;<br>• eigenständig aktuelle Themenstellungen aus dem Themenfeld "IT in der Logistik" zu bearbeiten;<br>• die Zusammenhänge zwischen Logistik und IT zu analysieren;<br>• Informationstechnologien in der Logistik erfolgreich zu implementieren;<br>• das theoretische Wissen über Informationstechnologien situationsadäquat in die logistische Praxis zu übertragen und Handlungsempfehlungen zur Lösung neuartiger Aufgabenstellungen auszusprechen;<br>• logistische Problemstellungen unter Anwendung informationstechnologischer Lösungen zu bearbeiten und einer Lösung zuzuführen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | • fachspezifische und fachübergreifende Diskussionen zu führen;<br>• ihre Arbeitsergebnisse mündlich und schriftlich darzustellen und zu vertreten;<br>• respektvoll in einem Team zu arbeiten. |
| *Selbstständigkeit* | • sich Wissen über das Fachgebiet selbstständig zu erarbeiten und das erworbene Wissen auch auf neue Fragestellungen zu transferieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Schriftliche Ausarbeitung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | schriftliche Gruppenarbeit |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L1197: Labor: Informationstechnologie in der Logistik

| | |
|---|---|
| **Typ** | Laborpraktikum |
| **SWS** | 6 |
| **LP** | 6 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Dozenten** | Prof. Thorsten Blecker |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Zu Beginn der Veranstaltung erhalten die Studenten anhand eines Beispielszenarios einen Einblick in die Funktionsweise einer Serviceorientierten Architektur.<br>• Anknüpfend werden die Studenten eine logistische Fragestellung in Kleingruppen bearbeiten.<br>• Das Ergebnis der Ausarbeitung sollen ein oder mehrere programmierte Services/Module sein die sich –zusammen mit den Modulen der anderen Kleingruppen – zu einem Gesamtapplikation ergänzen.<br><br>max. 25 Studierende! |
| **Literatur** | Skripte und Textdokumente, die während der Vorlesung herausgegeben werden |

## Modul M1003: Produktionscontrolling

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Produktionscontrolling (L1219) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Produktionscontrolling (Seminar) (L2967) | Seminar | 2 | 3 |
| Produktionscontrolling (Übung) (L1224) | Gruppenübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Wolfgang Kersten |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in den folgenden Bereichen erworben und können:<br>• die Funktionen und neuen Anforderungen an das heutige Controlling erläutern,<br>• die Aufgaben und Ziele des Produktions- bzw. Supply Chain-Controllings wiedergeben,<br>• Supply Chain Controlling in einen internationalen Kontext einordnen,<br>• die wesentlichen Aspekte der Investitionsplanung, -realisierung und -kontrolle darstellen,<br>• die wesentlichen Aspekte des umfassenden Kostenmanagements (Kostenarten, Kostenstellen, Kostenträger) in eigenen Worten wiedergeben,<br>• die in der Praxis angewandten Methoden zur Budgetierung erläutern und nachvollziehen,<br>• die verschiedenen Methoden und Konzepte des Produktions- und Supply Chain Controllings wiedergeben und umfassend erläutern,<br>• Chancen und Risiken der Digitalisierung für die Gestaltung des Produktions- und Supply Chain Controllings beschreiben,<br>• einen Überblick über relevante Forschungsthemen des Produktions- und Supply Chain Controllings geben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind auf Basis des erlernten Wissens in der Lage,<br>- Methoden des Produktionscontrollings in einem internationalen Kontext anzuwenden,<br>- für die Lösung praktischer Probleme geeignete Produktionscontrolling-Methoden und -Werkzeuge auszuwählen,<br>- geeignete Vorgehensweisen des Produktionscontrollings auch für nicht standardisierte Fragestellungen auszuwählen,<br>- Entscheidungsfelder im Produktionscontrolling sowie zugehörige Einflussgrößen ganzheitlich zu beurteilen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,<br>- Diskussionen und Teamsitzungen anzuleiten,<br>- in Gruppen zu Arbeitsergebnissen zu kommen und diese zu dokumentieren,<br>- in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen zu erarbeiten und diese vor anderen zu vertreten,<br>- Probleme und Lösungen vor Fachpersonen zu vertreten und Ideen weiterzuentwickeln. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage,<br>- mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns einzuschätzen,<br>- sich eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen zu erschließen sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen<br>- Forschungsaufgaben unter Reflexion möglicher gesellschaftlicher Auswirkungen zu definieren und durchzuführen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Ja; **Bonus** 20 %; **Art der Studienleistung** Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung; **Beschreibung** |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Management und Controlling: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1219: Produktionscontrolling | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Wolfgang Kersten |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Identifikation von Funktionen und neuen Anforderungen an das Controlling (Controlling im Wandel)<br>• Abgrenzung von Controlling sowie Produktions-, Logistik- und Supply Chain-Controlling<br>• Berücksichtigung global verteilter Wertschöpfungsstrukturen im Produktions-und Supply Chain-Controlling<br>• Analyse von Investitionsprojekten und ihren wesentlichen Auswirkungen (Investitionscontrolling, Risikobeurteilung von Investitionen)<br>• Vermittlung vertiefender Kenntnisse der Investitionsplanung, -realisierung und -kontrolle<br>• Erarbeitung von Differenzierungsmerkmalen des betrieblichen Rechnungswesens, der Kosten- und Leistungsrechnung (Ziele, Zweck, Strukturierungsmöglichkeiten etc.)<br>• Vermittlung umfassender Kenntnisse des Kostenmanagements (Kostenarten, Kostenstellen, Kostenträger)<br>• Budgetierung in der Praxis; Analyse existierender Verfahren<br>• Entwicklung einer Vorgehensweise zur Prozesskostenrechnung unter Berücksichtigung von Praxisbeispielen<br>• Darstellung der Methode des Target Costing<br>• Vermittlung von Relevanz und Verfahren der Lebenszykluskostenberücksichtigung eines Produkts<br>• Anwendung und Praxisbeispiele für Kennzahlen in Produktion und Logistik<br>• Diskussion von Chancen und Risiken der Digitalisierung für die Gestaltung des Produktions- und Supply Chain Controllings<br>• Integration umfangreicher forschungsorientierter Problem-Based-Learning Einheiten zur Bearbeitung aktueller vorlesungsrelevanter Themen und Fallstudien; gemeinsame Erarbeitung und Entwicklung von Problemlösungsvorschlägen im Rahmen der interkulturellen Teamarbeit; Aufbereitung der Ergebnisse mit Hilfe moderner Präsentationsmedien |
| **Literatur** | Altrogge, G. (1996): Investition, 4. Aufl., Oldenbourg, München<br><br>Arvis, J.-F. et al. (2018): Connecting to Compete - Trade Logistics in the Global Economy, The World Bank Group, Washington, DC, USA; Download: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29971<br><br>Betge, P. (2000): Investitionsplanung: Methoden, Modelle, Anwendungen, 4. Aufl., Vahlen, München.<br><br>Christopher, M. (2005): Logistics and Supply Chain Management, 3. Aufl., Pearson Education, Edinburgh.<br><br>Corsten, H., Gössinger, R., Spengler, Th. (Hrsg., 2018): Handbuch Produktions- und Logistikmanagement in Wertschöpfungsnetzwerken, Berlin/Boston.<br><br>Eversheim, W., Schuh, G. (2000): Produktion und Management. Betriebshütte: 2 Bde., 7. Aufl., Springer Verlag, Berlin.<br><br>Friedl, G., Hofmann, C., Pedell, B. (2017): Kostenrechnung - Eine entscheidungsorientierte Einführung, 3. Aufl., Vahlen, München.<br><br>Günther, H.-O., Tempelmeier, H. (2005): Produktion und Logistik, 6. Aufl., Springer Verlag, Berlin.<br><br>Hahn, D. Horváth, P., Frese, E. (2000): Operatives und strategisches Controlling, in: Eversheim, W., Schuh, G. (Hrsg.): Produktion und Management. Betriebshütte: 2 Bde. Springer Verlag, Berlin.<br><br>Hansmann, K.-W. (1987): Industriebetriebslehre, 2. Aufl., Oldenbourg, München.<br><br>Hoitsch, H.-J. (1993): Produktionswirtschaft: Grundlagen einer industriellen Betriebswirtschaftslehre, 2. Aufl., Vahlen, München.<br><br>Horváth, P./ Gleich, R./ Seiter, M. (2020): Controlling, 14. Aufl., Vahlen, München.<br><br>Kersten, W. et al. (2017): Chancen der digitalen Transformation. Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management, DVV Media Group, Hamburg.<br><br>Kruschwitz, L. (2009): Investitionsrechnung, 12. Aufl., Oldenbourg, München.<br><br>Obermaier, Robert (Hrsg., 2019): Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, Wiesbaden<br><br>Preißler, P. R. (2000): Controlling. 12. Aufl., Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.<br><br>Weber, J./ Wallenburg, C. M. (2010): Logistik- und Supply Chain Controlling, 6. Auflage, Schaeffer Poeschel Verlag, Stuttgart.<br><br>Wildemann, H. (1987): Strategische Investitionsplanung, Methoden zur Bewertung neuer Produktionstechnologien, Gabler, Wiesbaden.<br><br>Wildemann, H. (2001): Produktionscontrolling: Systemorientiertes Controlling schlanker Produktionsstrukturen, 4. Aufl. TCW, München. |

| Lehrveranstaltung L2967: Produktionscontrolling (Seminar) | |
|---|---|
| **Typ** | Seminar |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Wolfgang Kersten |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Im Seminar werden aktuelle Themen und Trends aus dem Produktionscontrolling weiter vertieft. In Form von Hausarbeiten und (Poster-)Präsentationen werden Themen aus ausgewählten Bereichen wie z.B. Industrie 4.0 oder Nachhaltigkeit in Kleingruppen bearbeitet.<br><br>Die Studierenden erhalten so die Möglichkeit, sich in eigenständiger Arbeit forschungsorientiert mit dem „State-of-the-Art“ in einem Teilgebiet des Produktionscontrollings zu befassen. Durch die selbstständige Ausarbeitung können Studierende erste Erfahrung mit eigenständiger Forschung auf diesem Gebiet sammeln. Darüber hinaus können Studierende auch ihre Soft Skills (z. B. Präsentationsfähigkeiten, Teamarbeit) stärken, die für alle Arten von Controlling-bezogenen Tätigkeiten in einem internationalen Geschäftskontext benötigt werden. |
| **Literatur** | Die angewandte Fachliteratur ist von den jeweils gewählten Themen abhängig und wird passend zu den Semesterthemen aktualisiert. Darüberhinaus steht die Fachliteratur der korrespondierenden Vorlesung zur Verfügung. |

| Lehrveranstaltung L1224: Produktionscontrolling (Übung) | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Wolfgang Kersten |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Identifikation von Funktionen und neuen Anforderungen an das Controlling (Controlling im Wandel)<br>• Abgrenzung von Controlling sowie Produktions-, Logistik- und Supply Chain-Controlling<br>• Berücksichtigung global verteilter Wertschöpfungsstrukturen im Produktions-und Supply Chain-Controlling<br>• Analyse von Investitionsprojekten und ihren wesentlichen Auswirkungen (Investitionscontrolling, Risikobeurteilung von Investitionen)<br>• Vermittlung vertiefender Kenntnisse der Investitionsplanung, -realisierung und -kontrolle<br>• Erarbeitung von Differenzierungsmerkmalen des betrieblichen Rechnungswesens, der Kosten- und Leistungsrechnung (Ziele, Zweck, Strukturierungsmöglichkeiten etc.)<br>• Vermittlung umfassender Kenntnisse des Kostenmanagements (Kostenarten, Kostenstellen, Kostenträger)<br>• Budgetierung in der Praxis; Analyse existierender Verfahren<br>• Entwicklung einer Vorgehensweise zur Prozesskostenrechnung unter Berücksichtigung von Praxisbeispielen<br>• Darstellung der Methode des Target Costing<br>• Vermittlung von Relevanz und Verfahren der Lebenszykluskostenberücksichtigung eines Produkts<br>• Anwendung und Praxisbeispiele für Kennzahlen in Produktion und Logistik<br>• Integration umfangreicher Problem-Based-Learning Einheiten zur Bearbeitung vorlesungsrelevanter Fallbeispiele; gemeinsame Erarbeitung und Entwicklung von Problemlösungsvorschlägen im Rahmen der interkulturellen Teamarbeit; Aufbereitung der Ergebnisse mit Hilfe moderner Präsentationsmedien |
| **Literatur** | Altrogge, G. (1996): Investition, 4. Aufl., Oldenbourg, München<br><br>Betge, P. (2000): Investitionsplanung: Methoden, Modelle, Anwendungen, 4. Aufl., Vahlen, München.<br><br>Christopher, M. (2005): Logistics and Supply Chain Management, 3. Aufl., Pearson Education, Edinburgh.<br><br>Eversheim, W., Schuh, G. (2000): Produktion und Management. Betriebshütte: 2 Bde., 7. Aufl., Springer Verlag, Berlin.<br><br>Günther, H.-O., Tempelmeier, H. (2005): Produktion und Logistik, 6. Aufl., Springer Verlag, Berlin.<br><br>Hahn, D. Horváth, P., Frese, E. (2000): Operatives und strategisches Controlling, in: Eversheim, W., Schuh, G. (Hrsg.): Produktion und Management. Betriebshütte: 2 Bde. Springer Verlag, Berlin.<br><br>Hansmann, K.-W. (1987): Industriebetriebslehre, 2. Aufl., Oldenbourg, München.<br><br>Hoitsch, H.-J. (1993): Produktionswirtschaft: Grundlagen einer industriellen Betriebswirtschaftslehre, 2. Aufl., Vahlen, München.<br><br>Horváth, P. (2011): Controlling, 12. Aufl., Vahlen, München.<br><br>Kruschwitz, L. (2009): Investitionsrechnung, 12. Aufl., Oldenbourg, München.<br><br>Martinich, J. S. (1997): Production and operations management: an applied modern approach. Wiley.<br><br>Preißler, P. R. (2000): Controlling. 12. Aufl., Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.<br><br>Weber, J. (2002): Logistik- und Supply Chain Controlling, 5. Auflage, Schaeffer-Poeschel Verlag, Stuttgart.<br><br>Wildemann, H. (1987): Strategische Investitionsplanung, Methoden zur Bewertung neuer Produktionstechnologien, Gabler, Wiesbaden.<br><br>Wildemann, H. (2001): Produktionscontrolling: Systemorientiertes Controlling schlanker Produktionsstrukturen, 4. Aufl. TCW, München. |

## Modul M1035: Entrepreneurial Finance

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Entrepreneurial Finance: Case Studies (L1282) | Seminar | 3 | 4 |
| Entrepreneurial Finance: Lecture (L1281) | Vorlesung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Christoph Ihl |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basic knowledge in business economics and finance obtained in the compulsory modules and participation in the module "Technology Entrepreneurship" is highly recommended. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Wissen (subject-related knowledge and understanding):<br>• understand the structure of a financial plan for a new venture<br>• understand the procedures, pros and cons of different valuation methods<br>• understand the design of financial contracts and term sheets<br>• understand the interests of venture capital funds<br>• understand the pros and cons of different growth and exit options |
| *Fertigkeiten* | Fertigkeiten (subject-related skills):<br>• prepare a financial plan for a new venture<br>• value a new venture in financial terms<br>• apply different valuation methods<br>• evaluate the attractiveness of financial contracts<br>• design VC term sheets<br>• design employee contracts in terms of financial compensation<br>• design financial contracts and conduct financial negotiations<br>• assess and justify possible growth and exit options |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Sozialkompetenz (Social Competence):<br>• team work<br>• communication and presentation<br>• give and take critical comments<br>• engaging in fruitful discussions |
| *Selbstständigkeit* | Selbständigkeit (Autonomy):<br>• autonomous work and time management<br>• project management<br>• analytical skills |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Ja 20 % Gruppendiskussion |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Präsentationen und Fallstudienbearbeitung |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Global Innovation Management: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Global Technology and Innovation Management & Entrepreneurship: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1282: Entrepreneurial Finance: Case Studies | |
|---|---|
| **Typ** | Seminar |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Christoph Ihl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Entrepreneurial finance is at the center of a clash of two very distant worlds: that of entrepreneurship and that of finance. Finance is disciplined, based on numbers and logical thinking and looking for proven track records. Entrepreneurship is messy, based on intuition and experimentation and treading off the beaten track. Entrepreneurial finance is the provision of funding to young, innovative, growth-oriented companies. Entrepreneurial companies are young, typically less than ten years old, and introduce innovative products or business models. The younger are called “startups,” and are typically less than five years old.<br><br>There is a variety of investors who can finance entrepreneurial companies: family and friends, business angels, accelerators and incubators, crowdfunding platforms, venture capital firms, corporate investors, etc. The course provides a thorough understanding of what motivates them, of the way they invest, and of what support they can provide to a company at what stage in the fundraising cycle. The course addresses the following key questions: How much money can and should be raised? When should it be raised and from whom? What is a reasonable valuation of the company? How should funding, employment contracts and exit decisions be structured?<br><br>Thus, the course provides an understanding of the whole fundraising cycle, from the moment the entrepreneur conceived her idea to the moment investors exit the company and move on. We examine the entrepreneur's signalling to investors of the qualities of the venture, the investors' evaluation of the venture, the various dimensions of contracting (cash flow rights, control rights, compensation, and other clauses), the negotiation of a deal and the provision of corporate governance, the process of staged financing, the financing through debt, and the exit process though liquidity events such as initial public offering, sale or merger.<br><br>The following topics will be covered with specific case studies:<br><br>1. Introduction: Evaluating Venture Opportunities<br><br>2. Financial Planning<br><br>3. Ownership and Returns<br><br>4. Valuation Methods<br><br>5. Term Sheets<br><br>6. Structuring Deals<br><br>7. Corporate Governance<br><br>8. Staged Financing<br><br>9. Debt Financing<br><br>10. Exits<br><br>11. Early Stage & Venture Capital Investors<br><br>12. Ecosystems |
| **Literatur** | Da Rin, Marco, and Thomas Hellmann. Fundamentals of Entrepreneurial Finance. Oxford University Press, 2020. |

| Lehrveranstaltung L1281: Entrepreneurial Finance: Lecture | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christoph Ihl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Entrepreneurial finance is at the center of a clash of two very distant worlds: that of entrepreneurship and that of finance. Finance is disciplined, based on numbers and logical thinking and looking for proven track records. Entrepreneurship is messy, based on intuition and experimentation and treading off the beaten track. Entrepreneurial finance is the provision of funding to young, innovative, growth-oriented companies. Entrepreneurial companies are young, typically less than ten years old, and introduce innovative products or business models. The younger are called “startups,” and are typically less than five years old.<br><br>There is a variety of investors who can finance entrepreneurial companies: family and friends, business angels, accelerators and incubators, crowdfunding platforms, venture capital firms, corporate investors, etc. The course provides a thorough understanding of what motivates them, of the way they invest, and of what support they can provide to a company at what stage in the fundraising cycle. The course addresses the following key questions: How much money can and should be raised? When should it be raised and from whom? What is a reasonable valuation of the company? How should funding, employment contracts and exit decisions be structured?<br><br>Thus, the course provides an understanding of the whole fundraising cycle, from the moment the entrepreneur conceived her idea to the moment investors exit the company and move on. We examine the entrepreneur's signalling to investors of the qualities of the venture, the investors' evaluation of the venture, the various dimensions of contracting (cash flow rights, control rights, compensation, and other clauses), the negotiation of a deal and the provision of corporate governance, the process of staged financing, the financing through debt, and the exit process though liquidity events such as initial public offering, sale or merger.<br><br>The following topics will be covered in lectures:<br><br>1. Introduction: Evaluating Venture Opportunities<br><br>2. Financial Planning<br><br>3. Ownership and Returns<br><br>4. Valuation Methods<br><br>5. Term Sheets<br><br>6. Structuring Deals<br><br>7. Corporate Governance<br><br>8. Staged Financing<br><br>9. Debt Financing<br><br>10. Exits<br><br>11. Early Stage & Venture Capital Investors<br><br>12. Ecosystems |
| **Literatur** | Da Rin, Marco, and Thomas Hellmann. Fundamentals of Entrepreneurial Finance. Oxford University Press, 2020. |

## Modul M1683: Project and Negotiation Management

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Open Project Gruppenübung (L2798) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Projektmanagement (L0709) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Verhandlungsmanagement (L2669) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Christian Lüthje |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |

**Fachkompetenz**

*Wissen*

Students will be familiar with...

Project management

- characteristics and critical success factors of projects,
- typical phases in projects, corresponding tasks and challenges,
- advanced methods and tools, which can be applied in special phases of a project (such as cost-benefit analyses, scheduling techniques, business process modeling techniques, change management approaches),
- important soft factors influencing a project's success (such as cultural aspects, team dynamics, and leadership approaches),
- different project management approaches (classic vs. agile vs. hybrid),
- practical cases of international project management,
- theories, strategies, and advanced methods of negotiation (such as game theory, decision theory, and negotiation analysis).

Negotiation management

- the theory basics of negotiations (e.g. game theory, behavioral theories)
- the types and the pros and cons of different negotiation strategies
- the process of negotiation including goal formulation, preparation/planning, execution and evaluation
- about some key issues impacting negotiations (e.g. team building and roles, barriers to reaching a deal, cognitive biases, multi-phase negotiations)

*Fertigkeiten*

Students will be able to...

Project Management

- conduct stakeholder and industry analyses,
- critically analyze industries and multinational firms (e.g., in terms of their competitive situation and their strengths and weaknesses),
- systematically implement project management techniques to international projects (e.g., plan international projects, deal with uncertainty, and establish, harmonize and track quality, time, and cost objectives),
- apply project management techniques to complex business cases (e.g., optimize the target setting process, develop work breakdown structures, schedules and action plans, monitor project progress, manage risk throughout the project, and do the project controlling),
- apply strategies and methods of negotiation to complex business cases,
- internalize the components of an effective negotiation and practice their use,
- successfully apply strategies and methods of negotiation in business practice in an international context (e.g., expose and overcome typical barriers to an agreement, deal with typical hardball tactics, and avoid cognitive traps),
- work target-oriented on exercises to solve case studies,
- apply scientific standards to academic writing,
- appropriately present results of their work to others.

Negotiation Management

- simultaneously considering multiple factors in negotiation situations and taking reasoned actions when preparing and conducting negotiations.
- Analyzing and handling the key challenges of uncertainty, risk, intercultural differences, and time pressure in realistic negotiation situations.
- assessing the typical barriers to an agreement (e.g. lack of trust), dealing with hardball tactics (e.g. good cop, bad cop; lowball, highball; intimidation), and avoiding cognitive traps (e.g. unchecked emotions, overconfidence).
- reflecting on their decision-making in uncertain negotiation situations and derive actions for future decisions.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz*

The students will be able to...

- lead fruitful group discussions,
- provide appropriate feedback,
- present their results in written form and by oral presentations,
- collaborate respectfully in multicultural teams,
- be reflective on their own behavior in negotiations.

*Selbstständigkeit*

The students will be able to...

| | |
|---|---|
| | • independently acquire further relevant information and critically evaluate this information,<br>• independently gather knowledge,<br>• improve management techniques and adapt these to new situations in international business practice. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Verhandlungsstrategien: Vor- und Nachbereitung der drei PBL Sessions; Projektmanagement: tbd |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht |

| **Lehrveranstaltung L2798: Open Project Exercise** | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Carlos Jahn |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | In the lecture Project Management, the most important phases of a project and the use of the project management software Open Project are taught. In the group exercise, example projects are worked on in small groups and these project phases are run through. The project is planned and documented with Open Project. |
| **Literatur** | |

| **Lehrveranstaltung L0709: Project Management** | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Carlos Jahn |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | The lecture “project management” aims at characterizing typical phases of projects. Important contents are: possible tasks, organization, techniques and tools for initiation, definition, planning, management and finalization of projects. This will also be deepened by exercises within the framework of the event.<br><br>The following topics will be covered in the lecture:<br><br>• SMART, Work Breakdown Structure, Operationalization, Goals relation matrix<br>• Metra-Potential Method (MPM), Critical-Path Method (CPM), Program evaluation and review technique (PERT)<br>• Milestone Analysis, Earned Value Analyis (EVA)<br>• Progress reporting, Tracing of project goals, deadlines and costs, Project Management Control Loop, Maturity Level Assurance (MLA)<br>• Risk Management, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Risk Matrix |
| **Literatur** | Project Management Institute (2017): A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) 6. Aufl. Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute.<br><br>DeMarco, Tom (1997). The Deadline: A Novel About Project Management.<br><br>DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2009). Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 5: Begriffe. (DIN 69901-5)<br><br>Frigenti, Enzo and Comninos, Dennis (2002). The Practice of Project Management.<br><br>Haberfellner, Reinhard (2015). Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung<br><br>Harrison, Frederick and Lock, Dennis (2004). Advanced Project Management: A Structured Approach.<br><br>Heyworth, Frank (2002). A Guide to Project Management.<br><br>ISO - International Organization for Standardization (2012). Guidance on Project Management. (21500:2012(E))<br><br>Kerzner, Harold (2013). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling.<br><br>Lock, Dennis (2018). Project Management.<br><br>Martinelli, Russ J. and Miloševic, Dragan (2016). Project Management Toolbox: Tools and Techniques for the Practicing Project Manager.<br><br>Murch, Richard (2011). Project Management: Best Practices for IT Professionals.<br><br>Patzak, Gerold and Rattay, Günter (2009). Projektmanagement: Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios, Programmen und projektorientierten Unternehmen. |

| **Lehrveranstaltung L2669: Negotiation Management** |
|---|

| | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Lüthje |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |

**Inhalt**

**General description of course content and course goals**

We negotiaate everday in privat and professional contexts. Leading negotiations successfully has a significant impact on future careers. Yet, we tend to have limited knowledge about the theory and empirical evidence regarding successful negotiating. Many people approach negotiations in a rather intuitive and unplanned way which often results in sub-optimal negotiation outcomes.

The purpose of this interactive and problem-based course is to theortically understand the strategies and process of negotiation as practiced in a variety of business-related settings (e.g. negotiations about working conditions, negotiations with customers and suppliers). The course will highlight the components of an effective negotiation (strategy, perparation, execution, evaluation) and offer the students the opportunity to analyze their own behavior in negotiations in order to improve.

The course structure is experiential and problem-based, combining lectures, class discussion, mini-cases and small erxercises, and more comprehensive negotiation practices in longer sessions. Through participation in negotiation exercises, students will have the opportunity to practice their communication and persuasion skills and to experiment with a variety of negotiating strategies and tactics. Students will apply the lessons learned to ongoing, real-world negotiations.

**Content:**

The students will find answers to the following fundamental questions of negotiation strategies in theory and practice:

- How do negotiations influence everyday life and business processes?
- What are key features of negotiations?
- What are different forms of negotiations? What kinds of negotiation can be distinguished?
- Which theoretical approaches to a theory of negotiation can be distinguished?
- How can game theory be applied to negotiation?
- What makes an effective negotiator?
- Which factors should be considered when planning negotiations?
- What steps must be followed to reach a deal?
- Are there specific negotiation tactics?
- What are the typical barriers to an agreement and how to deal with them?
- What are possible cognitive (mental) errors and how to correct them?

**Knowledge**

Students know...

- the theory basics of negotiations (e.g. game theory, behavioral theories)
- the types and the pros and cons of diffrent negotiation strategies
- the process of negotiation, inlcuding goal formulation, preparation/planning, execution and evaluation
- about some key issues impacting negotiations (e.g. team building and roles, barriers to reaching a deal, cognitive biases, multi-phase negotiations)

**Skills**

Students are capable of...

- simultaneously considering multiple factors in negotiation situations and taking reasoned actions when preparing and conducting negotiations.
- Analyzing and handling the key challenges of uncertainty, risk, intercultural differences, and time pressure in realistic negotiation situations.
- assessing the typical barriers to an agreement (e.g. lack of trust), dealing with hardball tactics (e.g. good cop, bad cop; lowball, highball; intimidation), and avoiding cognitive traps (e.g. unchecked emotions, overconfidence).
- reflecting on their decision-making in uncertain negotiation situations and derive actions for future decisions.

**Social Competence**

Students can...

- provide appropriate feedback and handle feedback on their own performance constructively.
- constructively interact with their team members in role playing in negotiations sessions
- develop joint solutions in mixed teams and present them to others in real-world negotiation situatio

  **Self-Reliance**

  Students are able to...

  - assess possible consequences of their own negotiation behavior
  - define own positions and tasks in the negotiation preparation process.
  - justify and make elaborated decisions in authentic negotiation situations.

| | |
|---|---|
| **Literatur** | R.J. Lewicki / B. Barry / D.M. Saunders: Negotiation. Sixth Edition, McGraw-Hill, Boston, 2010.<br>H. Raiffa: Negotiation analysis. Belknap Press of Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass, 2007.<br>R. Fisher / W. Ury: Getting to yes. Third edition. Penguin, New York, 2011.<br>M. Voeth / U. Herbst: Verhandlungsmanagement: Planung, Steuerung und Analyse. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2009. |

## Modul M1701: Digital Economics

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Digital Economics (L2715) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Digital Economics (L2716) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Timo Heinrich |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Knowledge of economics as taught in the Economics module is expected. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students know<br>• basic concepts of game theory, auction theory and mechanism design,<br>• the properties of online advertising markets and matching markets,<br>• basic concepts of social choice,<br>• models of belief formation,<br>• how trust is established in online interactions,<br>• current models of behavioral economics as well as<br>• empirical results concerning these topics. |
| *Fertigkeiten* | On the basis of the knowledge acquired, students will be able to<br>• analyze and model behavior in digital networks and markets,<br>• understand and discuss current empirical research on the topic and<br>• develop their own empirical research questions. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students will be able to<br>• participate in subject-specific and interdisciplinary discussions on the topics of the course,<br>• present and discuss their work results from empirical studies and<br>• cooperate successfully and respectfully in a team. |
| *Selbstständigkeit* | Students will be able to<br>• identify empirical research questions from the areas of the courses and analyze and answer them independently and in a team,<br>• acquire knowledge about the subject area independently and transfer the acquired knowledge to new questions as well as<br>• critically evaluate the results of their work. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 10- bis 15-seitige Ausarbeitung |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L2715: Digital Economics | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Timo Heinrich |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Experimental economics<br>• Game theory<br>• Auction theory<br>• Mechanism design<br>• Online advertising markets<br>• Matching markets<br>• Social choice<br>• Belief formation<br>• Reputation systems |
| **Literatur** | • Parkes/Seuken: Algorithmic Economics: A Design Approach, Unpublished, 2020<br>• Easley/Kleinberg: Networks, Crowds and Markets, Cambridge University Press, 2010<br>• Weimann/Brosig-Koch: Methods in Experimental Economics, Springer, 2019<br>• Pass: A Course in Networks and Markets: Game-theoretic Models and Reasoning, MIT Press, 2019 |

| Lehrveranstaltung L2716: Digital Economics | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Timo Heinrich |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Students examine existing empirical studies on topics covered in the lecture and develop their own research questions and study designs. |
| **Literatur** | • Parkes/Seuken: Algorithmic Economics: A Design Approach, Unpublished, 2020<br>• Easley/Kleinberg: Networks, Crowds and Markets, Cambridge University Press, 2010<br>• Weimann/Brosig-Koch: Methods in Experimental Economics, Springer, 2019<br>• Pass: A Course in Networks and Markets: Game-theoretic Models and Reasoning, MIT Press, 2019 |

## Modul M0814: Technology Management

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Technologiemanagement (L0849) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Technologiemanagement Seminar (L0850) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Cornelius Herstatt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Bachelor knowledge in business management |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students will gain deep insights into:<br>• International R&D-Management<br>• Technology Timing Strategies<br>  ◦ Technology Strategies and Lifecycle Management (I/II)<br>  ◦ Technology Intelligence and Planning<br>• Technology Portfolio Management<br>  ◦ Technology Portfolio Methodology<br>  ◦ Technology Acquisition and Exploitation<br>  ◦ IP Management<br>• Organizing Technology Development<br>  ◦ Technology Organization & Management<br>  ◦ Technology Funding & Controlling |
| *Fertigkeiten* | The course aims to:<br>• Develop an understanding of the importance of Technology Management - on a national as well as international level<br>• Equip students with an understanding of important elements of Technology Management (strategic, operational, organizational and process-related aspects)<br>• Foster a strategic orientation to problem-solving within the innovation process as well as Technology Management and its importance for corporate strategy<br>• Clarify activities of Technology Management (e.g. technology sourcing, maintenance and exploitation)<br>• Strengthen essential communication skills and a basic understanding of managerial, organizational and financial issues concerning Technology-, Innovation- and R&D-management. Further topics to be discussed include:<br>• Basic concepts, models and tools, relevant to the management of technology, R&D and innovation<br>• Innovation as a process (steps, activities and results) |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | • Interact within a team<br>• Raise awareness for globabl issues |
| *Selbstständigkeit* | • Gain access to knowledge sources<br>• Discuss recent research debates in the context of Technology and Innovation Management<br>• Develop presentation skills<br>• Discussion of international cases in R&D-Management |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Global Innovation Management: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung I. Management: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L0849: Technology Management | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Cornelius Herstatt |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | The role of technology for the competitive advantage of the firm and industries; Basic concepts, models and tools for the management of technology; managerial decision making regarding the identification, selection and protection of technology (make or buy, keep or sell, current and future technologies). Theories, practical examples (cases), lectures, interactive sessions and group study.<br><br>This lecture is part of the Module Technology Management and can not separately choosen. |
| **Literatur** | Leiblein, M./Ziedonis, A.: Technology Strategy and Inoovation Management, Elgar Research Collection, Northhampton (MA) 2011 |

| Lehrveranstaltung L0850: Technology Management Seminar | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Cornelius Herstatt |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Beside the written exam at the end of the module, students have to give one presentation (RE) on a research paper and two presentations as part of a group discussion (GD) in the seminar in order to pass. With these presentations it is possible to gain a bonus of max. 20% for the exam. However, the bonus is only valid if the exam is passed without the bonus. |
| **Literatur** | see lecture Technology Management. |

## Fachmodule der Vertiefung II. Bauingenieurwesen

### Modul M0998: Baustatik und Baudynamik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Baudynamik (L1202) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Baudynamik (L1203) | Hörsaalübung | 2 | 2 |
| Bruchmechanik und Betriebsfestigkeit im Stahlbau (L0564) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Bruchmechanik und Betriebsfestigkeit im Stahlbau (L0565) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Bastian Oesterle |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Kenntnisse der linearen Statik der statisch bestimmten und unbestimmten Stabtragwerke; Mechanik I/II, Mathematik I/II, Differentialgleichungen I |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Nach erfolgreichem Absolvieren dieses Moduls können die Studierenden die grundlegenden Aspekte der dynamischen Wirkungen auf Tragwerke und die entsprechenden Berechnungsverfahren erläutern. |
| *Fertigkeiten* | Nach erfolgreichem Absolvieren dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, das Verhalten von Tragwerken unter dynamischer Belastung mittels rechnerischer Verfahren vorherzusagen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können<br>• wissenschaftliche Aufgabenstellungen fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren,<br>• ihre eigenen Ergebnisse und Ideen vor Kommilitonen und Dozenten vertreten<br>• fachlich konstruktives Feedback geben und<br>• mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen umgehen |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich gegebene und fremde Quellen über das Fachgebiet erschließen sich das darin enthaltene Wissen aneignen und auf neue Fragestellungen anwenden. Sie sind in der Lage , für die Lösung von Fragestellungen aus den Bereichen der Baustatik und Baudynamik die notwendigen Arbeitsschritte zu definieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 150 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1202: Baudynamik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Bastian Oesterle |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Mechanische Grundlagen der Dynamik<br>• Hamonische Schwingungen, ungedämpfte und gedämpfte freie und erzwungene Schwingungen<br>• Darstellung im Zeitbereich und Frequenzbereich, Antwortspektren<br>• Modellbildung<br>• Prinzip von d'Alembert<br>• Systeme mit mehreren Freiheitsgraden<br>• konsistente und konzentrierte Massenmethode<br>• finite Elemente für dynamische Probleme<br>• Stoßvorgänge<br>• Eigenwertprobleme und modale Analyse<br>• damping and isolation of vibrations<br>• direkte Zeitintegrationsverfahren, transiente Analyse |
| **Literatur** | • Vorlesungsmanuskript<br>• Clough, R.W., Penzien, J.: Dynamics of Structures. 2. Aufl., McGraw-Hill, New York, 1993. |

| Lehrveranstaltung L1203: Baudynamik | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Bastian Oesterle |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0564: Bruchmechanik und Betriebsfestigkeit im Stahlbau | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Jürgen Priebe |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Grundlagen von Ermüdungsbeanspruchung und Ermüdungsbeanspruchbarkeit sowie verschiedene Nachweisverfahren der Betriebsfestigkeit,<br>• Ermittlung und Anwendung von S-N-Kurven sowie Klassifikation von Kerbfällen<br>• Durchführung von Betriebsfestigkeitsnachweisen bei ein- und mehrstufigen Belastungen unter Anwendung der linearen Schadensakkumulation nach Palmgren-Miner<br>• Durchführung von Betriebsfestigkeitsberechnungen anhand verschiedener Beispiele<br>• Konstruktive Maßnahmen zur Verminderung der Ermüdungsbeanspruchung<br>• Grundlagen der linear-elastischen Bruchmechanik bei statischer und dynamischer Beanspruchung<br>• Praktische Anwendung der linear-elastischen Bruchmechanik zur Restlebensdauerberechnung anhand verschiedener Beispiele |
| **Literatur** | • Seeßelberg, C.; Kranbahnen - Bemessung und konstruktive Gestaltung; 3. Auflage; Bauwerk-Verlag; Berlin 2009<br>• Kuhlmann, Dürr, Günther; Kranbahnen und Betriebsfestigkeit; in Stahlbau Kalender 2003; Verlag Ernst & Sohn; Berlin 2003<br>• Deutscher Stahlbau-Verband (Hrsg.); Stahlbau Handbuch Band 1 Teil B; 3. Auflage; Stahlbau-Verlagsgesellschaft; Köln 1996<br>• Petersen, C.; Stahlbau; 3. überarb. und erw. Auflage; Vieweg-Verlag; Braunschweig 1993<br>• DIN V ENV 1993-1-1: Eurocode 3; Bemessung und Konstruktion von Stahlbauwerken; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau; 1993<br>• DIN V ENV 1993-6: Eurocode 3; Bemessung und Konstruktion von Stahlbauwerken; Teil 6: Kranbahnen; 2001<br>• DIN-Fachbericht 126. Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1993-6; Nationales Anwendungsdokument (NAD); Berlin 2002 |

| Lehrveranstaltung L0565: Bruchmechanik und Betriebsfestigkeit im Stahlbau | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Jürgen Priebe |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0723: Spannbeton- und Massivbrückenbau

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Spannbeton- und Massivbrückenbau (L0603) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Spannbeton- und Massivbrückenbau (L0604) | Hörsaalübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Günter Rombach |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Vertiefte Kenntnisse der Bemessung und Konstruktion von Stahlbetontragwerken sowie Grundlagenwissen in der Berechnung von Stahlbetonkonstruktionen.<br><br>Module: Massivbau I + II, Baustatik I + II, Mechanik I+II, Betontragwerke |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden kennen die Einsatzgebiete der wesentlichen Brückentypen sowie die anzusetzenden Einwirkungen. Sie können die wesentlichen Berechnungsverfahren erläutern. Die Studierenden können die Bemessung einer Spannbetonkonstruktion erläutern. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können vorgespannte Massivbrücken nach den einschlägigen Vorschriften und Verfahren berechnen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind in der Lage, in Gruppen eine reale Brücke zu entwerfen und zu bemessen. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können eine Spannbetonbrücke eigenständig berechnen sowie die Ergebnisse kritisch analysieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0603: Spannbeton- und Massivbrückenbau | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Günter Rombach |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Spannbetonbau<br>• Grundgedanke der Vorspannung, Anwendungsgebiete<br>• Unterschiede zwischen Stahl- und Spannbetonkonstruktionen<br>• Entwicklung des Spannbetonbaus<br>• Baustoffe: Beton, Spannstahl, Hüllrohr, Ankerkonstruktionen<br>• Bauausführung: Spannverfahren<br>• Spannkräfte und Schnittgrößen infolge Vorspannung: statisch bestimmte Tragwerke (Reibung, Spannfolge, Spannweg) und statisch unbestimmte Tragwerke (Schnittgrößenermittlung)<br>• Spanngliedführung<br>• Zeitabhängige Spannkraftverluste<br>• Bemessung vorgespannter Konstruktionen: Einwirkungen sowie Nachweise in Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit<br>• Verankerung un Kopplung<br>• Vorspannung ohne Verbund und externe Vorspannung: Vor- und Nachteile, Tragverhalten, Schnittgrößenermittlung, Bemessung<br>• Vorgespannte Flachdecken<br><br>Brückenbau<br>• Geschichte des Brückenbaus<br>• Entwurf von Brücken<br>• Einwirkungen<br>• Schnittgrößenermittlung und Bemessung von Platten-, Balken-, Hohlkasten-, Rahmen- und Bogenbrücken<br>• Fertigteilbrücken - Segmentbrücken<br>• Brückenlager<br>• Unterbau: Widerlager, Pfeiler und Stützen<br>• Bauverfahren<br>• Konstruktive Durchbildung von Brücken<br>• Schäden bei Brücken - Brückenprüfung - Nachrechnung<br>• |
| **Literatur** | • Vorlesungsumdruckim STUDiP<br>• Rombach, G. (2003): Spannbetonbau. Ernst & Sohn, Berlin<br>• Wicke, M. (2002): Anwendung des Spannbetons. Betonkalender 2002, Teil II, S. 113-180, Verlag Ernst & Sohn, Berlin<br>• Leonhardt, F. (1980): Vorlesungen über Massivbau. Teil 5: Spannbeton. Berlin<br>• Mehlhorn, G. (2007): Handbuch Brücken, Springer Verlag<br>• Schäfer, H.; Kaufeld, K. (1997): Massivbrücken. Betonkalender Teil II, S. 443ff, Ernst & Sohn, Berlin<br>• Menn, Ch. (1986): Stahlbetonbrücken. Springer Verlag, Wien |

| Lehrveranstaltung L0604: Spannbeton- und Massivbrückenbau | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Günter Rombach |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0977: Baulogistik und Projektmanagement

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Baulogistik (L1163) | Vorlesung | 1 | 2 |
| Baulogistik (L1164) | Gruppenübung | 1 | 2 |
| Projektentwicklung und -steuerung (L1161) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Projektentwicklung und -steuerung (L1162) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Heike Flämig |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | keine |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können...<br>• wesentliche Grundbegriffe und Aufgaben der Baulogistik sowie der Projektentwicklung und –steuerung wiedergeben<br>• Vor- und Nachteile einer internen oder externen Baulogistik nennen<br>• Produkt-, Nachfrage- und Produktionscharakteristika von Bauobjekten und ihre Konsequenzen für bauwirtschaftliche Ver- und Entsorgungsketten erläutern<br>• Baulogistik von anderen logistischen Systemen abgrenzen |
| *Fertigkeiten* | Studierende können...<br>• eine Projektlebenszyklusbetrachtung durchführen<br>• Methoden und Instrumente der Baulogistik anwenden<br>• Methoden und Instrumente der Projektentwicklung und – steuerung anwenden<br>• Methoden und Instrumente des Konfliktmanagements anwenden<br>• Versorgungs- und Entsorgungskonzepte für ein Bauvorhaben entwerfen |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können...<br>• Präsentationen in und vor Gruppen halten<br>• Methoden der Konfliktfähigkeit in Gruppenarbeiten und Fallstudien anwenden |
| *Selbstständigkeit* | Studierende können...<br>• Probleme durch ganzheitliches, systemisches und flussorientiertes Denken lösen<br>• Moderationstechniken in Fallstudien anwenden und so ihre Kreativität, Verhandlungsführung, Konflikt- und Krisenlösung verbessern |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Schriftliche Ausarbeitung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Zwei schriftliche Ausarbeitungen in Gruppen mit Ergebnispräsentationen |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1163: Baulogistik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Heike Flämig |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Die Vorlesung macht deutlich, wie die Logistik von Bauvorhaben inzwischen zu einem wichtigen Wettbewerbsfaktor geworden ist und was es dabei zu beachten gilt.<br><br>Folgende Themenfelder werden behandelt:<br><br>• Wettbewerbsfaktor Logistik<br>• Systembegriff, Logistikplanung und -koordination<br>• Material-, Geräte-, Rückführungslogistik<br>• IT in der Baulogistik<br>• Elemente des baulogistischen Planungsmodells und ihre Verknüpfungen<br>• Flussorientierte Logistiksysteme für Bauprojekte<br>• Logistikkonzept für schlüsselfertige Bauvorhaben (insbesondere Beschaffungs- und Entsorgungslogistik)<br>• Best Practice Beispiele (Baulogistik Potsdamer Platz, aktuelles Fallbeispiel in der Metropolregion).<br><br>Die Inhalte der Vorlesungen werden innerhalb von speziellen Übungsterminen vertieft. |
| **Literatur** | Flämig, Heike: Produktionslogistik in Stadtregionen. In: Forschungsverbund Ökologische Mobilität (Hrsg.) Forschungsbericht Bd. 15.2. Wuppertal 2000.<br><br>Krauss, Siri: Die Baulogistik in der schlüsselfertigen Ausführung, Bauwerk Verlag GmbH Berlin 2005.<br><br>Lipsmeier, Klaus: Abfallkennzahlen für Neubauleistungen im Hochbau : Verlag Forum für Abfallwirtschaft und Altlasten, 2004.<br><br>Schmidt, Norbert: Wettbewerbsfaktor Baulogistik. Neue Wertschöpfungspotenziale in der Baustoffversorgung. In: Klaus, Peter: Edition Logistik. Band 6. Deutscher Verkehrs-Verlag. Hamburg 2003.<br><br>Seemann, Y.F. (2007): Logistikkoordination als Organisationseinheit bei der Bauausführung Wissenschaftsverlag Mainz in Aachen, Aachen. (Mitteilungen aus dem Fachgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft (Hrsg. Kuhne, V.): Heft 20) |

| Lehrveranstaltung L1164: Baulogistik | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Heike Flämig |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L1161: Projektentwicklung und -steuerung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Heike Flämig, Dr. Anton Worobei |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Im Rahmen dieser Vorlesung werden entlang einer Projektlebenszyklusbetrachtung die wesentlichen Aspekte der Projektentwicklung und –steuerung behandelt:<br><br>• Begriffe des Projektmanagements<br>• Vor- und Nachteile verschiedener Projektabwicklungsformen<br>• Organisation, Information, Koordination und Dokumentation<br>• Kosten- und Finanzmanagement in Projekten<br>• Termin- und Kapazitätsmanagement in Projekten<br>• Ausgewählte Instrumente und Methoden für die Zusammenarbeit in Projektteams<br><br>Die Inhalte der Vorlesungen werden innerhalb von speziellen Übungsterminen vertieft. |
| **Literatur** | Projektmanagement-Fachmann. Band 1 und Band 2. RKW-Verlag, Eschborn, 2004. |

| Lehrveranstaltung L1162: Projektentwicklung und -steuerung | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Heike Flämig, Dr. Anton Worobei |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0860: Hafenbau und Hafenplanung

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Hafenbau (L0809) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Hafenbau (L1414) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 2 |
| Hafenplanung und Hafenbau (L0378) | Vorlesung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Peter Fröhle |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | VL Grundlagen des Küstenwasserbaus |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden sind in der Lage die wesentlichen Aspekte der Hafenplanung zu definieren, detailliert zu erläutern und auf praktische Fragestellungen des Hafenbaus anzuwenden. Sie können dem Grunde nach die wesentlichen Elemente eines Hafens entwerfen. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können geeignete Bemessungsansätze für den funktionellen Entwurf eines Hafens auswählen und diese auf Bemessungsaufgaben anwenden. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden lernen die Fachkenntnisse in anwendungsorientierten Fragestellung für die funktionelle Entwurf eines Hafens einzusetzen und im Team mit anderen Fachrichtungen zusammen zu arbeiten. |
| *Selbstständigkeit* | Die studierenden können selbstständig deren Wissen erweitern und auf neue Fragestellungen anwenden. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Die Prüfungsdauer beträgt 150 min. Es werden sowohl Aufgaben zum allgemeinen Verständis der vermittelten Inhalte gestellt als auch Berechnungsaufgaben, die |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0809: Hafenbau | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Peter Fröhle |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Grundlagen des Hafenbaus<br>• Seeverkehr<br>• Schiffe<br>Elemente von Seehäfen<br>• Hafenzufahrt und wasserseitige Hafenflächen (Zufahrten, Einfahrten und Hafenbecken)<br>• Terminalgestaltung, Umschlag in Seehäfen<br>• Kaimauern und Pieranlagen<br>• Ausrüstungen in Häfen<br>• Schleusen und Sonderbauwerke<br>Anbindung von Hinterlandverkehren / Binnenverkehrswasserbau<br>Schutz von Seehäfen<br>• Molen und Wellenbrecher<br>• Wellenschutz für Seehäfen<br>Fischereihäfen und andere kleine Häfen<br>• Sportboothäfen |
| **Literatur** | Brinkmann, B.: Seehäfen, Springer 2005 |

| Lehrveranstaltung L1414: Hafenbau | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Peter Fröhle |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0378: Hafenplanung und Hafenbau | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Frank Feindt |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Planung und Durchführung von Großprojekten<br>• Marktanalyse und Verkehrsbeziehungen<br>• Planung und Planverfahren<br>• Hafenplanung in urbaner Nachbarschaft<br>• Entwicklung des Logistik-Standorts Hafen Hamburg in der Metropole<br>• Kaianlagen und Uferbauwerk<br>• Sonderplanungsrecht Hafen - Sicherung einer flexiblen Hafennutzung<br>• Bemessung von Kaianlagen<br>• Hochwasserschutzbauwerke<br>• Hafen Hamburg - Infrastruktur und Entwicklung<br>• Herstellung von Flächen<br>• Kolkbildung vor Uferbauwerken |
| **Literatur** | Vorlesungsumdruck, s. www.tu-harburg.de/gbt |

## Modul M0581: Water Protection

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Gewässerschutz und Abwassermanagement (L0226) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Gewässerschutz und Abwassermanagement (L2008) | Projektseminar | 3 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Ralf Otterpohl |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Basic knowledge in water management;<br>• Good knowledge in urban drainage;<br>• Good knowledge of wastewater treatment techniques;<br>• Good knowledge of pollutants (e.g. COD, BOD, TS, N, P) and their properties; |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students can describe the basic principles of the regulatory framework related to the international and European water sector. They can explain limnological processes, substance cycles and water morphology in detail. They are able to assess complex problems related to water protection, such as ecosystem service and wastewater treatment with a special focus on innovative solutions, remediation measures as well as conceptual approaches. |
| *Fertigkeiten* | Students can accurately assess current problems and situations in a country-specific or local context. They can suggest concrete actions to contribute to the planning of tomorrow's urban water cycle. Furthermore, they can suggest appropriate technical, administrative and legislative solutions to solve these problems. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students can work together in international groups. |
| *Selbstständigkeit* | Students are able to organize their work flow to prepare presentations and discussions. They can acquire appropriate knowledge by making enquiries independently. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Referat |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Schriftliche Ausarbeitung plus Vortrag |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L0226: Water Protection and Wastewater Management | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf Otterpohl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | The lecture focusses on:<br>• Regulatory Framework (e.g. WFD)<br>• Main instruments for the water management and protection<br>• In depth knowledge of relevant measures of water pollution control<br>• Urban drainage, treatment options in different regions on the world<br>• Rainwater management, improved management of heavy rainfalls, downpours, rainwater harvesting, rainwater infiltration<br>• Case Studies and Field Trips |
| **Literatur** | The literature listed below is available in the library of the TUHH.<br>• Water and wastewater technology Hammer, M. J. 1., & . (2012). (7. ed., internat. ed.). Boston [u.a.]: Pearson Education International.<br>• Water and wastewater engineering : design principles and practice: Davis, M. L. 1. (2011). . New York, NY: McGraw-Hill.<br>• Biological wastewater treatment: (2011). C. P. Leslie Grady, Jr. (3. ed.). London, Boca Raton, Fla. [u.a.]: IWA Publ. |

| Lehrveranstaltung L2008: Water Protection and Wastewater Management | |
|---|---|
| **Typ** | Projektseminar |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf Otterpohl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | |
| **Literatur** | |

## Modul M0595: Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse (L0260) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse (L0261) | Gruppenübung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Frank Schmidt-Döhl |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlegende Kenntnisse in Baustoffkunde oder Werkstoffkunde, z.B. über das Modul Baustoffe und Bauchemie |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden sind in der Lage die Regeln für das Handeln mit sowie die Anwendung und Kennzeichnung von Bauprodukten in Deutschland zu beschreiben. Sie wissen welche Methoden zur Ermittlung von Baustoffeigenschaften zur Verfügung stehen und welche Grenzen und Charakteristika die wichtigsten Methoden haben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können selbstständig die Regeln für das Handeln mit und die Verwendbarkeit von Bauprodukten in Deutschland ermitteln. Sie können geeignete Prüfmethoden für die Überwachung von Bauprodukten, die Untersuchung von Schadensprozessen sowie für die Bauzustandsanalyse auswählen. Sie können von Symptomen auf die Ursache von Bauschäden schließen. Sie sind in der Lage die Ergebnisse einer Materialprüfung in einem Untersuchungsbericht oder Gutachten zusammenzufassen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können die unterschiedlichen Rollen von Herstellern sowie von Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungstellen beschreiben, die im Rahmen der Materialprüfung zum Tragen kommen. Das gleiche gilt für die unterschiedlichen Rollen der verschiedenen Beteiligten in gerichtlichen Auseinandersetzungen. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind in der Lage sich das Fachwissen eines sehr umfangreichen Fachgebietes anzueignen und die dafür notwendige terminliche Planung und notwendigen Arbeitsschritte durchzuführen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht<br>Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht<br>Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0260: Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Frank Schmidt-Döhl |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Materialprüfung und Kennzeichnung von Bauprodukten, Untersuchungsmethoden für Baustoffe und Bauteile, Untersuchungsberichte und Gutachten, Bauzustandbeschreibung, vom Symptom zur Schadensursache |
| **Literatur** | Frank Schmidt-Döhl: Materialprüfung im Bauwesen. Fraunhofer irb-Verlag, Stuttgart, 2013. |

### Lehrveranstaltung L0261: Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse

| | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Frank Schmidt-Döhl |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0603: Nichtlineare Strukturanalyse

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Nichtlineare Strukturanalyse (L0277) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Nichtlineare Strukturanalyse (L0279) | Gruppenübung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Alexander Düster |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Vorkenntnisse bzgl. partieller Differentialgleichungen sind empfehlenswert. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können<br>+ einen Überblick über die verschiedenen nichtlinearen strukturmechanischen Phänomene geben.<br>+ den mechanischen Hintergrund von nichtlinearen Phänomenen in der Strukturmechanik erläutern.<br>+ mögliche Probleme bei der nichtlinearen Strukturanalyse aufzählen, im konkreten Fall erkennen und die entsprechenden mathematischen und mechanischen Hintergründe erläutern. |
| *Fertigkeiten* | Studierende sind in der Lage<br>+ nichtlineare strukturmechanische Probleme zu modellieren.<br>+ für gegebene nichtlineare strukturmechanische Probleme das geeignete Berechnungsverfahren auszuwählen.<br>+ Finite-Elemente-Verfahren auf nichtlineare strukturmechanische Probleme anzuwenden.<br>+ Ergebnisse von nichtlinearen finiten Elemente Berechnungen zu verifizieren und kritisch zu beurteilen.<br>+ die Vorgehensweise zur Lösung von nichtlinearen Problemen auf neue Problemstellungen zu übertragen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können<br>+ in heterogen zusammengesetzten Gruppen gemeinsam Lösungen erarbeiten.<br>+ ihre Arbeitsergebnisse vor Kommilitonen vorstellen und diskutieren.<br>+ fachlich konstruktives Feedback an Kommilitonen geben und mit Rückmeldungen zur Ihren eigenen Arbeiten umgehen. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind fähig<br>+ ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben und E-Learning einzuschätzen.<br>+ sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen.<br>+ das erworbene Wissen auf ähnliche Problemstellungen zu transformieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht<br>Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0277: Nichtlineare Strukturanalyse | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Düster |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | 1. Einleitung<br>2. Nichtlineare Phänomene<br>3. Mathematische Grundlagen<br>4. Kontinuumsmechanische Grundlagen<br>5. Räumliche Diskretisierung mit Finiten Elementen<br>6. Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme<br>7. Lösung elastoplastischer Probleme<br>8. Stabilitätsprobleme<br>9. Kontaktprobleme |
| **Literatur** | [1] Alexander Düster, Nonlinear Structrual Analysis, Lecture Notes, Technische Universität Hamburg-Harburg, 2014.<br>[2] Peter Wriggers, Nonlinear Finite Element Methods, Springer 2008.<br>[3] Peter Wriggers, Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden, Springer 2001.<br>[4] Javier Bonet and Richard D. Wood, Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press, 2008. |

| Lehrveranstaltung L0279: Nichtlineare Strukturanalyse | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Düster |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0858: Coastal Hydraulic Engineering I

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Grundlagen des Küstenwasserbaus (L0807) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Grundlagen des Küstenwasserbaus (L1413) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Peter Fröhle |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basics of hydraulic engineering, hydrology and hydromechanics |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students are able to define and explain the basic concepts of coastal engineering and port engineering. They are able to apply the concepts to selected practical problems of coastal engineering. Students can define and determine the basics for design and dimensioning of coastal engineering constructions. |
| *Fertigkeiten* | The students are capable to apply basic design approaches to selected and pre-defined design tasks in coastal engineering. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students are able to deploy their gained knowledge in applied problems such as the design of coastal protection structures. Additionaly, they will be able to work in team with engineers of other disciplines, for instance designing of coastal breakwaters. |
| *Selbstständigkeit* | The students will be able to independently extend their knowledge and applyit to new problems. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Die Prüfungsdauer beträgt 2 Stunden. Es werden sowohl Aufgaben zum allgemeinen Verständis der vermittelten Vorlesungsinhalte gestellt als auch Berechnungsaufgaben zur Anwendung der vermittelten Vorlesungsinhalte. |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0807: Basics of Coastal Engineering

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Peter Fröhle |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Basics of planning and design<br>  ◦ Water levels<br>  ◦ Currents<br>  ◦ Waves<br>  ◦ Ice<br>• Planning and Design in Coastal Engineering<br>  ◦ Functional and constructional design<br>  ◦ Determination of design parameters<br>  ◦ Design-approaches<br>  ▪ Filter<br>  ▪ Rubble mound constructions<br>  ▪ Piles<br>  ▪ Vertical constructions |
| **Literatur** | Coastal Engineering Manual, CEM<br><br>Vorlesungsumdruck |

| Lehrveranstaltung L1413: Basics of Coastal Engineering | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Peter Fröhle |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0699: Geotechnik III

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Numerische Methoden in der Geotechnik (L0375) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Spezialtiefbau (L0497) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Spezialtiefbau (L0498) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Jürgen Grabe |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Geotechnik I und II, Mathematik I-III |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage,<br>• einzelne Verfahren zur messtechnischen Überwachung von Tiefbaumaßnahmen zu beschreiben,<br>• Erkundungs- und Untersuchungsmethoden des Baugrundes wiederzugeben,<br>• geeignete Typen der Feld- und Laborversuche zur Baugrunduntersuchung auszuwählen und deren Ergebnisse zu beurteilen,<br>• die Unterschiede verschiedener Spannungs- und Verformungszustände sowie die physikalische Bedeutung von Invarianten des Spannungs- und Verzerrungstensors anzugeben,<br>• die bodenmechanischen Standard- und Sonderversuche zur Ermittlung des Spannungs-Dehnungsverhaltens von Boden zu skizzieren,<br>• Kontinuumsmodelle und die sich daraus ergebenden Randwertprobleme schildern,<br>• sowie Randwertprobleme aus dem Bereich Geotechnik so definieren, dass sie eindeutig lösbar sind. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können<br>• Vertikaldränagen zur Bodenverbesserung von weichen Böden dimensionieren,<br>• die Tiefenverdichtung anhand verschiedener geeigneter Verfahren berechnen,<br>• Prinzipien der horizontalen Tragfähigkeit von Pfählen anwenden,<br>• die innere und äußere Standsicherheit von flüssigkeitsgestützten Schlitzwänden nachweisen,<br>• die Randbedingungen für den Entwurf einer tiefe Baugrube bewerten und die einzelnen Komponenten der Baugrube bemessen,<br>• Versuche zur Beschreibung und Klassifikation von Böden nach geltenden Normen durchführen, auswerten und interpretieren.<br>• numerische Algorithmen zur Lösung von Randwertproblemen rechnerisch umzusetzen,<br>• die vom Sättigungsgrad, der Einwirkung und des Stoffverhaltens abhängenden Analysetypen auswählen und anwenden<br>• für unterschiedliche Möglichkeiten und Einschränkungen von Stoffmodellen für das Korngerüst von Böden entsprechende Modellparameter bestimmen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können in Gruppen zu Arbeitsergebnissen kommen und sich gegenseitig bei der Lösungsfindung unterstützen. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind in der Lage, ihre eigenen Stärken und Schwächen einzuschätzen und darauf basierend ihr Zeit- und Lernmanagement zu organisieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0375: Numerische Methoden in der Geotechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Dr. Hans Mathäus Stanford |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | **Inhalt:**<br>• Computersimulationen<br>• Numerische Lösungsalgorithmen<br>• Finite-Elemente-Methode<br>• Anwendung der FEM in der Geotechnik - Qualitätssicherung, Prüfung<br>• Stoffmodelle für Böden<br>• Kontaktmodelle für Grenzflächen Bauwerk/Boden<br>• Fallstudien<br>**Qualifikationsziele:**<br>Die Studierenden sollen nach erfolgreichem Absolvieren der Lehrveranstaltung in der Lage sein<br>- Kontinuumsmodelle und die sich daraus ergebenden Randwertprobleme zu erfassen<br>- numerische Algorithmen zur Lösung von Randwertproblemen anzuwenden und deren Eigenschaften zu kennen<br>- Randwertprobleme aus dem Bereich Geotechnik so zu definieren, dass sie eindeutig lösbar sind<br>- die vom Sättigungsgrad, der Einwirkung und des Stoffverhaltens abhängenden Analysetypen zu unterscheiden und korrekt anzuwenden<br>- die Möglichkeiten und Einschränkungen von Stoffmodellen für das Korngerüst von Böden zu unterscheiden und entsprechende Modellparameter zu bestimmen<br>- im Rahmen der Finite-Elemente-Methode (FEM) ein reales Problem in ein Randwertproblem bzw. in ein diskretes Problem zu überführen (Modellbildung)<br>- entkoppelte Verformungsanalysen, entkoppelte Strömungsanalysen und gekoppelte Verformungs-/Strömungsanalysen mit der FEM durchzuführen<br>- FE-Analysen zu evaluieren und zu validieren<br>- die Ergebnisse aus FE-Analysen ingenieurgerecht und nachprüfbar darzustellen |
| **Literatur** | • Wriggers P. (2001): Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden, Springer Verlag, Berlin<br>• Bathe Klaus-Jürgen (2002): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin |

| Lehrveranstaltung L0497: Spezialtiefbau | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Jürgen Grabe |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Vertikaldränagen<br>• Pfähle<br>• Tiefenverdichtung<br>• Bodenvermörtelung<br>• Vibrationsrammen<br>• Düsenstrahlverfahren<br>• Schlitzwände<br>• Tiefe Baugruben |
| **Literatur** | • EAK (2002): Empfehlungen für Küstenschutzbauwerke<br>• EAU (2004): Empfehlungen des Arbeitsausschusses Uferbauwerke<br>• EAB (1988): Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben<br>• Grundbau-Taschenbuch, Teil 1-3, (1997), Ernst & Sohn Verlag |

| Lehrveranstaltung L0498: Spezialtiefbau | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Jürgen Grabe |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0962: Nachhaltigkeit und Risikomanagement

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Sicherheit, Zuverlässigkeit und Risikobewertung (L1145) | Seminar | 2 | 3 |
| Umweltschutz und Nachhaltigkeit (L0319) | Vorlesung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Kerstin Kuchta |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | keine |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden besitzen Fachkompetenz in den Bereichen Verfahren der Sicherheits- und Risikobeurteilung sowie der Bewertung von Umweltschutz- und Nachhaltigkeitsaspekten von verschiedenen Technologien. Sie können zum Beispiel die folgenden Inhalte beschreiben und detailliert erläutern:<br>• Grundlagen der Sicherheit und Zuverlässigkeit technischer Anlagen<br>• Verfahren der Sicherheitsanalyse und Zuverlässigkeitsbewertung<br>• Risikobewertung<br>• Produktion und Einsatz von Biokohle<br>• Energieproduktion und -versorgung<br>• Umweltfreundliches Produktdesign |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind in der Lage, fachübergreifend und systemorientiert Methoden zur Risikobewertung und Nachhaltigkeitsberichterstattung anzuwenden. Sie können den technischen Aufwand und die ökologischen Folgen von Energieerzeugungstechniken einschätzen, geeignete Prozesse auswählen und in Ansätzen ökonomisch bewerten. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich gegebene Quellen über das jeweilige Fachgebiet erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen und auf neue Fragestellungen transformieren. Sie sind in der Lage, für die Lösung von gegebenen Aufgaben aus dem Bereich der Nachhaltigkeit und Risikobewertung die notwendigen Arbeitsschritte zu definieren. |
| **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<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Management und Controlling: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht |

### Lehrveranstaltung L1145: Sicherheit, Zuverlässigkeit und Risikobewertung

| | |
|---|---|
| **Typ** | Seminar |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Marco Ritzkowski |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Es wird in die Verfahren der Sicherheits- und Risikobeurteilung eingeführt, und es werden typische Fragestellungen aus dem Bau- und Umweltingenieurwesen behandelt:<br>• Grundlagen der Sicherheit und Zuverlässigkeit technischer Anlagen<br>• Verfahren der Sicherheitsanalyse und Zuverlässigkeitsbewertung<br>• Risikobewertung<br>• Beispiele aus der Praxis (Exkursionen)<br>• Diskussionen, Präsentationen |
| **Literatur** | - Vorlesungsunterlagen<br>- Schneider, J., Schlatter, H.P.: Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen. www.risksafety.ch/files/**sicherheit**_und_zuverlaessigkeit.pdf |

| 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** | 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. The following list show examples.<br>Production and Usage of Bio-char<br>Engergy production with algae<br>Environmental product design<br>Clean Development mechanism (CDM)<br>Democracy and Energy<br>New Concepts for a sustainable Energy Supply<br><br>Recycling of Wind Turbines<br>Alternative Mobility<br><br>Disposal of Nuclear Wastes<br>Waste2Energy<br>Offshore Wind energy |
| **Literatur** | Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben. |

## Modul M0963: Stahl- und Verbundtragwerke

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Stahl- und Verbundtragwerke (L1204) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Stahl- und Verbundtragwerke (L1205) | Hörsaalübung | 2 | 2 |
| Stahlbrückenbau (L1097) | Vorlesung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Marcus Rutner |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen des Stahlbaus (z.B. Stahlbau I und II, BUBC) |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studenten können nach der Absolvierung des Moduls<br>• das Instabilitätsphänomen Beulen beschreiben<br>• die Wölbkrafttorsion erklären<br>• das Tragverhalten von Verbundkonstruktionen darstellen<br>• die Konstruktionsprinzipien im Verbundbau angeben und<br>• Brückenkonstruktionen aus Stahl und Stahlverbund skizzieren |
| *Fertigkeiten* | Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studenten in der Lage:<br>• einfache und ausgesteifte plattenartige Konstruktionen nachzuweisen<br>• das Auftreten der Wölbkrafttorsion zu erkennen und nachzuweisen<br>• Verbundtragwerke zu entwerfen und zu bemessen<br>• Brückenkonstruktionen zu planen und deren Detaillierung durchzuführen |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | -- |
| *Selbstständigkeit* | -- |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L1204: Stahl- und Verbundtragwerke

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Marcus Rutner |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Beulen von Plattentragwerken<br>• Wölbkrafttorsion<br>• Verbundträger, -stützen, -decken, -brücken<br>• Konstruktionsprinzipien im Verbundbau<br>• Brückenkonstruktionen |
| **Literatur** | Petersen, C.: Stahlbau, 4.Auflage 2013, Springer-Vieweg Verlag<br>Minnert, J. Wagenknecht, G.: Verbundbau-Praxis - Berechnung und Konstruktion nach Eurocode 4, 2.Auflage 2013, Bauwerk Beuth Verlag |

### Lehrveranstaltung L1205: Stahl- und Verbundtragwerke

| | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Marcus Rutner |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L1097: Stahlbrückenbau | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Yves Freundt |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Von der Ausschreibung bis zur Fertigstellung - der Weg einer Stahlbrücke<br>• Aufbau einer Brückenstatik - konstruktive Details, Beispiele für<br>Detailnachweise:<br>◦ mittragende Breite unter Berücksichtigung von Längssteifen<br>◦ Auflagerpunkt, Auflagersteifen<br>◦ Querträgerdurchbruch, Säumung<br>◦ Zinkennachweis (Querträgersteg zwischen Trapezsteifen)<br>• Stahlsorten, -bezeichnungen, Prüfungen und Abnahmezeugnisse<br>• Zerstörungsfreie Schweißnahtprüfverfahren<br>• Korrosionsschutz<br>• Brückenlager - Arten, Aufbau, Funktion, Berechnung, Einbau<br>• Fahrbahnübergänge<br>• Schwingungen von Rundhängern und Seilen - Schwingungsdämpfer<br>• Bewegliche Brücken<br>• Ausführliche Berichte von verschieden Montagevorgängen und -hilfsmitteln<br>• Ausgewählte Schadensfälle |
| **Literatur** | • Herbert Schmidt, Ulrich Schulte, Rainer Zwätz, Lothar Bär: Ausführung von Stahlbauten<br>• Petersen, Christian: Stahlbau, Abschnitt Brückenbau<br>• Ahlgrimm, J., Lohrer, I.: Erneuerung der Eisenbahnüberführung in Fulda-Horas über die Fulda, Stahlbau 74 (2005), Heft 2, S. 114 |

## Modul M0964: Unterirdisches Bauen

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Angewandter Tunnelbau (L2407) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Einführung in den Tunnelbau (L0707) | Vorlesung | 1 | 2 |
| Einführung in den Tunnelbau (L1811) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Jürgen Grabe |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Module aus dem Bachelorstudiengang Bau- und Umweltingenieurwesen:<br>• Geotechnik I-II |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Kenntnis verschiederner Tunnelbauweisen sowie spezieller Methoden und Verfahren des unterirdischen Bauens. |
| *Fertigkeiten* | Grundkenntnisse beim Entwurf von Tunneln sowie praktische Fertigkeiten in der Tunnelstatik. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Teamfähigkeit in der Projektplanung und beim Entwurf von Tunnelbauwerken. |
| *Selbstständigkeit* | Förderung des selbstständigen und kreativen Arbeitens im Rahmen einer Entwurfsübung. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** / **Bonus** / **Art der Studienleistung** / **Beschreibung**<br>Nein / 5 % / Übungsaufgaben |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L2407: Angewandter Tunnelbau

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Jürgen Grabe, Tim Babendererde |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | |
| **Literatur** | |

### Lehrveranstaltung L0707: Einführung in den Tunnelbau

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Marius Milatz |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Definitionen<br>• Historische Entwicklung im Tunnelbau<br>• Geologie für den Tunnelbau<br>• Hartgesteinstunnel konventionelle Bauweise, Mischbauweise<br>• Hartgesteinstunnel maschinelle Bauweise<br>• Tunnel in vorübergehend standfesten Böden in konventioneller Bauweise<br>• Tunnelbau im Lockergestein: Stützungsarten, Schildtypen, Druckluftanwendung<br>• Rohrvortrieb<br>• Tunnelauskleidung, Tunneltragkonstruktion<br>• Berechnungsansätze für Tragkonstruktionen bei schildvorgetriebenen Tunneln<br>• Vermessung im Tunnelbau<br>• Sicherheitsanforderungen im Tunnelbau<br>• Bauvertrag und Preiskriterien im Tunnelbau<br>• Literatur und Informationsquellen |
| **Literatur** | • Vorlesung/Übung s. www.tu-harburg.de/gbt |

| Lehrveranstaltung L1811: Einführung in den Tunnelbau | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Marius Milatz |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0713: Betontragwerke

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Betontragwerke (L0579) | Seminar | 1 | 1 |
| Stahl- und Spannbetonbauteile (L0577) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Stahl- und Spannbetonbauteile (L0578) | Hörsaalübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Günter Rombach |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen der Baustatik, Entwurf und Bemessung von Tragwerken des Massivbaus<br><br>Module: Massivbau I + II, Baustatik I + II, Mechanik I+II |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden erweitern ihre Kenntnisse in der Tragwerksplanung, speziell in Richtung Hochbau (Gebäude, Dächer, Hallen). Sie verfügen über das für den Entwurf und die Bemessung von Stahlbetonhochbauten bzw. häufig vorkommender Bauteile benötigte Wissen. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können die Entwurfs- und Bemessungsverfahren auf praktische Fragestellungen des Stahlbetonhochbaus anwenden. Sie sind in der Lage, Tragwerke zu entwerfen und für allgemeine Beanspruchungen zu bemessen sowie hierfür die bauliche und konstruktive Umsetzung vorzusehen. Darüber hinaus können sie Entwurfs- und Konstruktionsskizzen anfertigen und die Ergebnisse von Berechnung und Bemessung sprachlich darlegen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind in der Lage, in Gruppenarbeit hochwertige Arbeitsergebnissen zu erzielen. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind fähig, angeleitet durch Lehrende komplexe Stahlbetontragwerke zu entwerfen und zu bemessen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Nein; **Bonus** Keiner; **Art der Studienleistung** Referat; **Beschreibung** Es werden 2 Referate ausgegeben |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0579: Betontragwerke

| | |
|---|---|
| **Typ** | Seminar |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Günter Rombach |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Anhand einer semesterbegleitenden Gruppenarbeit werden die Inhalte der Lehrveranstaltung "Stahl- und Spannbetonbauteile" eingeübt, diskutiert und präsentiert. |
| **Literatur** | - Projektbezogene Unterlagen werden abgegeben. |

| Lehrveranstaltung L0577: Stahl- und Spannbetonbauteile | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Günter Rombach |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Tragelemente von Hochhäusern<br>• Einwirkungen auf Hochbauten<br>• Gebäudeaussteifung<br>• Bemessung von Platten (liniengelagerte und punktgestützte Decken sowie Bodenplatten)<br>• Scheiben und wandartige Träger<br>• Faltwerke und Schalen<br>• Stabwerkmodelle<br>• Grundlagen des Spannbetonbaus |
| **Literatur** | Vorlesungsunterlagen können im STUDiP heruntergeladen werden<br>• Zilch K., Zehetmaier G.: Bemessung im konstruktiven Ingenieurbau. Springer, Heidelberg 2010<br>• König, G., Liphardt S.: Hochhäuser aus Stahlbeton, Betonkalender 2003, Teil II, Seite 1-69, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2003<br>• Phocas, Marios C.: Hochhäuser : Tragwerk und Konstruktion, Stuttgart, Teubner, 2005<br>• Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Heft 600: Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1, Beuth Verlag, Berlin 2012<br>• Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Heft 240: Hilfsmittel zur Berechnung der Schnittgrößen und Formänderungen von Stahlbetontragwerken, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1978<br>• Stiglat, K., Wippel, H.: Massive Platten - Ausgewählte Kapitel der Schnittkraftermittlung und Bemessung, Betonkalender 1992, Teil I, 287-366, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1992<br>• Stiglat/Wippel: Platten. Verlag Ernst & Sohn, Berlin,1973<br>• Schlaich J.; Schäfer K.: Konstruieren im Stahlbetonbau. Betonkalender 1998, Teil II, S. 721ff, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1998<br>• Dames K.-H.: Rohbauzeichnungen Bewehrungszeichnungen. Bauverlag, Wiesbaden 1997 |

| Lehrveranstaltung L0578: Stahl- und Spannbetonbauteile | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Günter Rombach |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Fachmodule der Vertiefung II. Elektrotechnik

### Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Robotik und Navigation in der Medizin (L0335) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Robotik und Navigation in der Medizin (L0338) | Projektseminar | 2 | 2 |
| Robotik und Navigation in der Medizin (L0336) | Gruppenübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • principles of math (algebra, analysis/calculus)<br>• principles of programming, e.g., in Java or C++<br>• solid R or Matlab skills |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students can explain kinematics and tracking systems in clinical contexts and illustrate systems and their components in detail. Systems can be evaluated with respect to collision detection and safety and regulations. Students can assess typical systems regarding design and limitations. |
| *Fertigkeiten* | The students are able to design and evaluate navigation systems and robotic systems for medical applications. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students are able to grasp practical tasks in groups, develop solution strategies independently, define work processes and work on them collaboratively.<br>The students are able to collaboratively organize their work processes and software solutions using virtual communication and software management tools.<br>The students can critically reflect on the results of other groups, make constructive suggestions for improvement, and also incorporate them into their own work. |
| *Selbstständigkeit* | The students can assess their level of knowledge and independently control their learning processes on this basis as well as document their work results. They can critically evaluate the results achieved and present them in an appropriate argumentative manner to the other groups. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** / **Bonus** / **Art der Studienleistung** / **Beschreibung**<br>Ja / 10 % / Referat<br>Ja / 10 % / Schriftliche Ausarbeitung |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung III. Applications: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0335: Robotics and Navigation in Medicine | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | - kinematics<br>- calibration<br>- tracking systems<br>- navigation and image guidance<br>- motion compensation<br>The seminar extends and complements the contents of the lecture with respect to recent research results. |
| **Literatur** | Spong et al.: Robot Modeling and Control, 2005<br>Troccaz: Medical Robotics, 2012<br>Further literature will be given in the lecture. |

| Lehrveranstaltung L0338: Robotics and Navigation in Medicine | |
|---|---|
| **Typ** | Projektseminar |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0336: Robotics and Navigation in Medicine | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0673: Information Theory and Coding

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Informationstheorie und Codierung (L0436) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Informationstheorie und Codierung (L0438) | Hörsaalübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Gerhard Bauch |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Mathematics 1-3<br>• Probability theory and random processes<br>• Basic knowledge of communications engineering (e.g. from lecture "Fundamentals of Communications and Random Processes") |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students know the basic definitions for quantification of information in the sense of information theory. They know Shannon's source coding theorem and channel coding theorem and are able to determine theoretical limits of data compression and error-free data transmission over noisy channels. They understand the principles of source coding as well as error-detecting and error-correcting channel coding. They are familiar with the principles of decoding, in particular with modern methods of iterative decoding. They know fundamental coding schemes, their properties and decoding algorithms.<br><br>The students are familiar with the contents of lecture and tutorials. They can explain and apply them to new problems. |
| *Fertigkeiten* | The students are able to determine the limits of data compression as well as of data transmission through noisy channels and based on those limits to design basic parameters of a transmission scheme. They can estimate the parameters of an error-detecting or error-correcting channel coding scheme for achieving certain performance targets. They are able to compare the properties of basic channel coding and decoding schemes regarding error correction capabilities, decoding delay, decoding complexity and to decide for a suitable method. They are capable of implementing basic coding and decoding schemes in software. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students can jointly solve specific problems. |
| *Selbstständigkeit* | The students are able to acquire relevant information from appropriate literature sources. They can control their level of knowledge during the lecture period by solving tutorial problems, software tools, clicker system. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Data Science: Vertiefung I. Mathematics: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Wireless and Sensor Technologies: Wahlpflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht<br>Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0436: Information Theory and Coding

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Gerhard Bauch |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Introduction to information theory and coding<br>• Definitions of information: Self information, entropy<br>• Binary entropy function<br>• Source coding theorem<br>• Entropy of continuous random variables: Differential entropy, differential entropy of uniformly and Gaussian distributed random variables<br>• Source coding<br>  ◦ Principles of lossless source coding<br>  ◦ Optimal source codes<br>  ◦ Prefix codes, prefix-free codes, instantaneous codes<br>  ◦ Morse code<br>  ◦ Huffman code<br>  ◦ Shannon code<br>  ◦ Bounds on the average codeword length |

- Relative entropy, Kullback-Leibler distance, Kullback-Leibler divergence
- Cross entropy
- Lempel-Ziv algorithm
- Lempel-Ziv-Welch (LZW) algorithm
- Text compression and image compression using variants of the Lempel-Ziv algorithm

- Channel models
  - AWGN channel
  - Binary-input AWGN channel
  - Binary symmetric channel (BSC)
  - Relationship between AWGN channel and BSC
  - Binary error and erasure channel (BEEC)
  - Binary erasure channel (BEC)
  - Discrete memoryless channels (DMC)
- Definitions of information for multiple random variables
  - Mutual information and channel capacity
  - Entropy, conditional entropy
  - Chain rules for entropy and mutual information
- Channel coding theorem
- Channel capacity of fundamental channels: BSC, BEC, AWGN channel, binary-input AWGN channel etc.
- Power-limited vs. bandlimited transmission
- Capacity of parallel AWGN channels
  - Waterfilling
  - Examples: Multiple input multiple output (MIMO) channels, complex equivalent baseband channels, orthogonal frequency division multiplex (OFDM)
- Source-channel coding theorem, separation theorem
- Multiuser information theory
  - Multiple access channel (MAC)
  - Broadcast channel
  - Principles of multiple access, time division multiple access (TDMA), frequency division multiple access (FDMA), non-orthogonal multiple access (NOMA), hybrid multiple access
  - Achievable rate regions of TDMA and FDMA with power constraint, energy constraint, power spectral density constraint, respectively
  - Achievable rate region of the two-user and K-user multiple access channels
  - Achievable rate region of the two-user and K user broadcast channels
  - Multiuser diversity
- Channel coding
  - Principles and types of channel coding
  - Code rate, data rate, Hamming distance, minimum Hamming distance, Hamming weight, minimum Hamming weight
  - Error detecting and error correcting codes
  - Simple block codes: Repetition codes, single parity check codes, Hamming code, etc.
  - Syndrome decoding
  - Representations of binary data
  - Non-binary symbol alphabets and non-binary codes
  - Code and encoder, systematic and non-systematic encoders
  - Properties of Hamming distance and Hamming weight
  - Decoding spheres
  - Perfect codes
  - Linear codes
  - Decoding principles
    - Syndrome decoding
    - Maximum a posteriori probability (MAP) decoding and maximum likelihood (ML) decoding
    - Hard decision and soft decision decoding
    - Log-likelihood ratios (LLRs), boxplus operation
    - MAP and ML decoding using log-likelihood ratios
    - Soft-in soft-out decoders
  - Error rate performance comparison of codes in terms of SNR per info bit vs. SNR per code bit
  - Linear block codes
    - Generator matrix and parity check matrix, properties of generator matrix and parity check matrix
    - Dual codes
  - Low density parity check (LDPC) codes
    - Sparse parity check matrix
    - Tanner graphs, cycles and girth
    - Degree distributions
    - Code rate and degree distribution
    - Regular and irregular LDPC codes
    - Message passing decoding
      - Message passing decoding in binary erasure channels (BEC)
      - Systematic encoding using erasure message passing decoding
      - Message passing decoding in binary symmetric channels (BSC)
        - Extrinsic information
        - Bit-flipping decoding
        - Effects of short cycles in the Tanner graph
        - Alternative bit-flipping decoding
        - Soft decision message passing decoding: Sum product decoding
      - Bit error rate performance of LDPC codes

| | |
|---|---|
| | ▪ Repeat accumulate codes and variants of repeat accumulate codes<br>▪ Message passing decoding and turbo decoding of repeat accumulate codes<br>◦ Convolutional codes<br>▪ Encoding using shift registers<br>▪ Trellis representation<br>▪ Hard decision and soft decision Viterbi decoding<br>▪ Bit error rate performance of convolutional codes<br>▪ Asymptotic coding gain<br>▪ Viterbi decoding complexity<br>▪ Free distance and optimum convolutional codes<br>▪ Generator polynomial description and octal description<br>▪ Catastrophic convolutional codes<br>▪ Non-systematic and recursive systematic convolutional (RSC) encoders<br>▪ Rate compatible punctured convolutional (RCPC) codes<br>▪ Hybrid automatic repeat request (HARQ) with incremental redundancy<br>▪ Unequal error protection with punctured convolutional codes<br>▪ Error patterns of convolutional codes<br>◦ Concatenated codes<br>▪ Serial concatenated codes<br>▪ Parallel concatenated codes, Turbo codes<br>▪ Iterative decoding, turbo decoding<br>▪ Bit error rate performance of turbo codes<br>▪ Interleaver design for turbo codes<br>◦ Coded modulation<br>▪ Principle of coded modulation<br>▪ Achievable rates with PSK/QAM modulation<br>▪ Trellis coded modulation (TCM)<br>▪ Set partitioning<br>▪ Ungerböck codes<br>▪ Multilevel coding<br>▪ Bit-interleaved coded modulation |
| **Literatur** | Bossert, M.: Kanalcodierung. Oldenbourg.<br><br>Friedrichs, B.: Kanalcodierung. Springer.<br><br>Lin, S., Costello, D.: Error Control Coding. Prentice Hall.<br><br>Roth, R.: Introduction to Coding Theory.<br><br>Johnson, S.: Iterative Error Correction. Cambridge.<br><br>Richardson, T., Urbanke, R.: Modern Coding Theory. Cambridge University Press.<br><br>Gallager, R. G.: Information theory and reliable communication. Whiley-VCH<br><br>Cover, T., Thomas, J.: Elements of information theory. Wiley. |

| **Lehrveranstaltung L0438: Information Theory and Coding** | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Gerhard Bauch |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0712: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I (L0580) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I (L0581) | Hörsaalübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Alexander Kölpin |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Elektrotechnik IV, Hochfrequenztechnik, Grundlagen der Halbleitertechnik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können die Funktionsweise von Verstärker, Mischer und Oszillator detailliert erläutern. Sie können Theorien, Konzepte und sinnvolle Annahmen zur Beschreibung und Synthese dieser Bauelemente darstellen. Sie sind in der Lage, vertiefte Kenntnisse der Physik ausgewählter Hochfrequenz-Halbleiterbauelemente auf den Verstärker, den Mischer und den Oszillator anzuwenden. Sie können verschiedene Bauelemente hinsichtlich unterschiedlicher Parameter (wie z.B. Frequenzbereich, Leistung und Effizienz) gegenüberstellen. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind in der Lage einzuschätzen, welche prinzipiellen linearen und nichtlinearen Effekte in einer aktiven Schaltung der Hochfrequenztechnik auftauchen können, und können diese analysieren und bewerten. Sie können passive und aktive lineare Mikrowellenschaltungen mit modernen Software-Werkzeugen unter Berücksichtigung von Anwendungsanforderungen entwickeln. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise präsentieren (z.B. während der CAD-Übungen). |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus den angegebenen Literaturquellen zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Elektrotechnik IV, Theoretische Elektrotechnik, Hochfrequenztechnik und Elektronische Bauelemente) verknüpfen. Sie sind fähig, Probleme und Lösungen im Bereich der Hochfrequenzbauelemente auf Englisch kommunizieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Mündliche Prüfung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 30 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Wireless and Sensor Technologies: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0580: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Kölpin |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | - Verstärker: S-Parameter, Stabilität, Gewinndefinitionen, Gewöhnlicher Bipolartransistor und HBT, MESFET und HEMT; Schaltungsanwendungen, Nichtlineare Verzerrungen, Rauscharmer Vorverstärker, Leistungsverstärker<br>- Mischer: Parametrische Rechnung; pn- und Schottky-Diode, FET; Schaltungsanwendungen, Konversionsgewinn und Rauschzahl<br>- Oszillator: Anschwingverhalten, Großsignalarbeitspunkt, Stabilität; IMPATT-Diode, Gunn-Element, FET; Oszillator-Stabilisierung<br>- Lineare Passive Schaltungen: Planare Mikrowellenschaltungen, Lambda-Viertel-Anpassung und Diskontinuitäten, Tiefpass- und Bandpassfilter-Synthese<br>- Entwurf aktiver Schaltungen |
| **Literatur** | - E. Voges, „Hochfrequenztechnik“, Hüthig (2004)<br>- H.-G. Unger, W. Harth, „Hochfrequenz-Halbleiterelektronik“, S. Hirzel Verlag (1972)<br>- S.M. Sze, „Physics of Semiconductor Devices”, John Wiley & Sons (1981)<br>- A. Jacob, „Lecture Notes Microwave Semiconductor Devices and Circuits Part I“ |

| Lehrveranstaltung L0581: Hochfrequenzbauelemente und -schaltungen I | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Kölpin |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0746: Microsystem Engineering

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Mikrosystemtechnik (L0680) | Vorlesung | 2 | 4 |
| Mikrosystemtechnik (L0682) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Dr. Timo Lipka |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basic courses in physics, mathematics and electric engineering |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students know about the most important technologies and materials of MEMS as well as their applications in sensors and actuators. |
| *Fertigkeiten* | Students are able to analyze and describe the functional behaviour of MEMS components and to evaluate the potential of microsystems. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students are able to solve specific problems alone or in a group and to present the results accordingly. |
| *Selbstständigkeit* | Students are able to acquire particular knowledge using specialized literature and to integrate and associate this knowledge with other fields. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Nein 10 % Referat |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | zweistündig |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0680: Microsystem Engineering | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Timo Lipka |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Object and goal of MEMS<br>Scaling Rules<br>Lithography<br>Film deposition<br>Structuring and etching<br>Energy conversion and force generation<br>Electromagnetic Actuators<br>Reluctance motors<br>Piezoelectric actuators, bi-metal-actuator<br>Transducer principles<br>Signal detection and signal processing<br>Mechanical and physical sensors<br>Acceleration sensor, pressure sensor<br>Sensor arrays<br>System integration<br>Yield, test and reliability |
| **Literatur** | M. Kasper: Mikrosystementwurf, Springer (2000)<br>M. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press (1997) |

| Lehrveranstaltung L0682: Microsystem Engineering | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Timo Lipka |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Examples of MEMS components<br>Layout consideration<br>Electric, thermal and mechanical behaviour<br>Design aspects |
| **Literatur** | Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben |

## Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Digitale Nachrichtenübertragung (L0444) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Digitale Nachrichtenübertragung (L0445) | Hörsaalübung | 2 | 2 |
| Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung (L0646) | Laborpraktikum | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Gerhard Bauch |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Mathematik 1-3<br>• Signale und Systeme<br>• Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden sind in der Lage, moderne digitale Nachrichtenübertragungsverfahren zu verstehen, zu vergleichen und zu entwerfen. Sie sind vertraut mit den Eigenschaften linearer und nicht-linearer digitaler Modulationsverfahren. Sie können die Verzerrungen durch Übertragungskanäle beschreiben sowie Empfänger einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und beurteilen. Sie kennen die Prinzipien der Single Carrier- und Multicarrier-Übertragung und die Grundlagen wichtiger Vielfachzugriffsverfahren.<br><br>Die Studierenden kennen die Vorlesungs- und Übungsinhalte und können diese erläutern sowie auf neue Fragestellungen anwenden. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind in der Lage, ein digitales Nachrichtenübertragungsverfahren einschließlich Vielfachzugriff zu analysieren und zu entwerfen. Sie sind in der Lage, ein hinsichtlich Übertragungsrate, Bandbreitebedarf, Fehlerwahrscheinlichkeit und weiterer Signaleigenschaften geeignetes digitales Modulationsverfahren zu wählen. Sie können einen geeigneten Detektor einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und dabei Eigenschaften suboptimaler Verfahren hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Aufwand berücksichtigen. Sie sind in der Lage, ein Single-Carrierverfahren oder ein Multicarrier-Verfahren zu dimensionieren und die Eigenschaften beider Ansätze gegeneinander abzuwägen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Ja; **Bonus** Keiner; **Art der Studienleistung** Schriftliche Ausarbeitung; **Beschreibung** |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Data Science: Vertiefung II. Computer Science: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Pflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0444: Digital Communications

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Gerhard Bauch |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Repetition: Baseband Transmission<br>  ◦ Pulse shaping: Non-return to zero (NRZ) rectangular pulses, raised-cosine pulses, square-root raised-cosine pulses<br>  ◦ Power spectral density (psd) of baseband signals<br>  ◦ Intersymbol interference (ISI)<br>  ◦ First and second Nyquist criterion<br>  ◦ AWGN channel<br>  ◦ Matched filter<br>  ◦ Matched-filter receiver and correlation receiver<br>  ◦ Noise whitening matched filter |

- Discrete-time AWGN channel model
- Representation of bandpass signals and systems in the equivalent baseband
  - Quadrature amplitude modulation (QAM)
  - Equivalent baseband signal and system
  - Analytical signal
  - Equivalent baseband random process, equivalent baseband white Gaussian noise process
  - Equivalent baseband AWGN channel
  - Equivalent baseband channel model with frequency-offset and phase noise
  - Equivalent baseband Rayleigh fading and Rice fading channel models
  - Equivalent baseband frequency-selective channel model
  - Discrete memoryless channels (DMC)
- Bandpass transmission via carrier modulation
  - Amplitude modulation, frequency modulation, phase modulation
  - Linear digital modulation methods
    - On-off keying, M-ary amplitude shift keying (M-ASK), M-ary phase shift keying (M-PSK), M-ary quadrature amplitude modulation (M-QAM), offset-QPSK
    - Signal space representation of transmit signal constellations and signals
    - Energy of linear digital modulated signals, average energy per symbol
    - Power spectral density of linear digital modulated signals
    - Bandwidth efficiency
    - Correlation coefficient of elementary signals
    - Error probabilities of linear digital modulation methods
      - Error functions
      - Gray mapping and natural mapping
      - Bit error probabilities, symbol error probabilities, pairwise symbol error probabilities
      - Euclidean distance and Hamming distance
      - Exact and approximate computation of error probabilities
      - Performance comparison of modulation schemes in terms of per bit SNR vs. per symbol SNR
    - Hierarchical modulation, multilevel modulation
    - Effects of carrier phase offset and carrier frequency offset
    - Differential modulation
      - M-ary differential phase shift keying (M-PSK)
      - Coherent and non-coherent detection of DPSK
      - p/M-differential phase shift keying (p/M-DPSK)
      - Differential amplitude and phase shift keying (DAPSK)
  - Non-linear digital modulation methods
    - Frequency shift keying (FSK)
    - Modulation index
    - Minimum shift keying (MSK)
      - Offset-QPSK representation of MSK
      - MSK with differential precoding and rotation
      - Bit error probabilities of MSK
      - Gaussian minimum shift keying (GMSK)
      - Power spectral density of MSK and GMSK
    - Continuous phase modulation (CPM)
      - General description of CPM signals
      - Frequency pulses and phase pulses
    - Coherent and non-coherent detection of FSK
  - Performance comparison of linear and non-linear digital modulation methods
- Frequency-selective channels, ISI channels
  - Intersymbol interference and frequency-selectivity
  - RMS delay spread
  - Narrowband and broadband channels
  - Equivalent baseband transmission model for frequency-selective channels
  - Receive filter design
- Equalization
  - Symbol-spaced and fractionally-spaced equalizers
  - Inverse system
  - Non-recursive linear equalizers
    - Linear zero-forcing (ZF) equalizer
    - Linear minimum mean squared error (MMSE) equalizer
  - Non-linear equalization:
    - Decision feedback equalizer (DFE)
    - Tomlinson-Harashima precoding
  - Maximum a posteriori probability (MAP) and maximum likelihood equalizer, Viterbi algorithm
- Single-carrier vs. multi-carrier transmission
- Multi-carrier transmission
  - General multicarrier transmission
  - Orthogonal frequency division multiplex (OFDM)
    - OFDM implementation using the Fast Fourier Transform (FFT)
    - Cyclic guard interval
    - Power spectral density of OFDM
    - Peak-to-average power ratio (PAPR)
- Multiple access
  - Principles of time division multiple access (TDMA), frequency division multiple access (FDMA), code division multiple

| | |
|---|---|
| | access (CDMA), non-orthogonal multiple access (NOMA), hybrid multiple access<br>• Spread spectrum communications<br>◦ Direct sequence spread spectrum communications<br>◦ Frequency hopping<br>◦ Protection against eavesdropping<br>◦ Protection against narrowband jammers<br>◦ Short vs. long spreading codes<br>◦ Direct sequence spread spectrum communications in frequency-selective channels<br>▪ Rake receiver<br>◦ Code division multiple access (CDMA)<br>▪ Design criteria of spreading sequences, autocorrelation function and crosscorrelation function of spreading sequences<br>▪ Intersymbol interference (ISI) and multiple access interference (MAI)<br>▪ Pseudo noise (PN) sequences, maximum length sequences (m-sequences), Gold codes, Walsh-Hadamard codes, orthogonal variable spreading factor (OVSF) codes<br>▪ Multicode transmission<br>▪ CDMA in uplink and downlink of a wireless communications system<br>▪ Single-user detection vs. multi-user detection |
| **Literatur** | K. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner<br>P.A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Teubner.<br>J.G. Proakis, M. Salehi: Digital Communications. McGraw-Hill.<br>S. Haykin: Communication Systems. Wiley<br>R.G. Gallager: Principles of Digital Communication. Cambridge<br>A. Goldsmith: Wireless Communication. Cambridge.<br>D. Tse, P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge. |

| **Lehrveranstaltung L0445: Digital Communications** | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Gerhard Bauch |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| **Lehrveranstaltung L0646: Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung** | |
|---|---|
| **Typ** | Laborpraktikum |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Gerhard Bauch |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | - DSL-Übertragung<br>- Stochastische Prozesse<br>- Digitale Datenübertragung |
| **Literatur** | K. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner<br>P.A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Teubner.<br>J.G. Proakis, M. Salehi: Digital Communications. McGraw-Hill.<br>S. Haykin: Communication Systems. Wiley<br>R.G. Gallager: Principles of Digital Communication. Cambridge<br>A. Goldsmith: Wireless Communication. Cambridge.<br>D. Tse, P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge. |

## Modul M0925: Digital Circuit Design

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Entwurf Digitaler Schaltungen (L0698) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Erweiterter Digitaler Schaltungsentwurf (L0699) | Vorlesung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | NN |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | |
| *Fertigkeiten* | |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | |
| *Selbstständigkeit* | |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Mündliche Prüfung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 40 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0698: Digital Circuit Design

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Volkhard Klinger |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | |
| **Literatur** | |

### Lehrveranstaltung L0699: Advanced Digital Circuit Design

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Volkhard Klinger |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | |
| **Literatur** | |

## Modul M1048: Integrated Circuit Design

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Entwurf Integrierter Schaltungen (L0691) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Entwurf Integrierter Schaltungen (L0998) | Gruppenübung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | NN |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basic knowledge of (solid-state) physics and mathematics.<br><br>Knowledge in fundamentals of electrical engineering and electrical networks. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | • Students can explain basic concepts of electron transport in semiconductor devices (energy bands, generation/recombination, carrier concentrations, drift and diffusion current densities, semiconductor device equations).<br>• Students are able to explain functional principles of pn-diodes, MOS capacitors, and MOSFETs using energy band diagrams.<br>• Students can present and discuss current-voltage relationships and small-signal equivalent circuits of these devices.<br>• Students can explain the physics and current-voltage behavior transistors based on charged carrier flow.<br>• Students are able to explain the basic concepts for static and dynamic logic gates for integrated circuits<br>• Students can exemplify approaches for low power consumption on the device and circuit level<br>• Students can describe the potential and limitations of analytical expression for device and circuit analysis.<br>• Students can explain characterization techniques for MOS devices. |
| *Fertigkeiten* | • Students can qualitatively construct energy band diagrams of the devices for varying applied voltages.<br>• Students are able to qualitatively determine electric field, carrier concentrations, and charge flow from energy band diagrams.<br>• Students can understand scientific publications from the field of semiconductor devices.<br>• Students can calculate the dimensions of MOS devices in dependence of the circuits properties<br>• Students can design complex electronic circuits and anticipate possible problems.<br>• Students know procedure for optimization regarding high performance and low power consumption |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | • Students can team up with other experts in the field to work out innovative solutions.<br>• Students are able to work by their own or in small groups for solving problems and answer scientific questions.<br>• Students have the ability to critically question the value of their contributions to working groups. |
| *Selbstständigkeit* | • Students are able to assess their knowledge in a realistic manner.<br>• Students are able to define their personal approaches to solve challenging problems |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0691: Integrated Circuit Design | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Matthias Kuhl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Electron transport in semiconductors<br>• Electronic operating principles of diodes, MOS capacitors, and MOS field-effect transistors<br>• MOS transistor as four terminal device<br>• Performace degradation due to short channel effects<br>• Scaling-down of MOS technology<br>• Digital logic circuits<br>• Basic analog circuits<br>• Operational amplifiers<br>• Bipolar and BiCMOS circuits |
| **Literatur** | • Yuan Taur, Tak H. Ning:  Fundamentals of Modern VLSI Devices, Cambridge University Press 1998<br>• R. Jacob Baker: CMOS, Circuit Design, Layout and Simulation,  IEEE Press, Wiley Interscience, 3rd Edition, 2010<br>• Neil H.E. Weste and David Money Harris, Integrated Circuit Design, Pearson, 4th International Edition, 2013<br>• John E. Ayers, Digital Integrated Circuits: Analysis and Design, CRC Press, 2009<br>• Richard C. Jaeger and Travis N. Blalock: Microelectronic Circuit Design, Mc Graw-Hill, 4rd. Edition, 2010 |

| Lehrveranstaltung L0998: Integrated Circuit Design | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Matthias Kuhl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0548: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen (L0371) | Vorlesung | 3 | 5 |
| Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen (L0373) | Gruppenübung | 2 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Christian Schuster |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen der Physik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, Zusammenhänge und Methoden der Bioelektromagnetik, d.h. der Beschreibung und Anwendung des Verhaltens elektromagnetischer Felder in biologischer Materie, erklären. Sie können die wesentlichen physikalischen Abläufe erläutern und nach Wellenlänge bzw. Frequenz der Felder einordnen. Sie können einen Überblick über messtechnische und numerische Methoden zur Charakterisierung elektromagnetischer Felder in der Praxis geben. Sie können therapeutische und diagnostische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizintechnik benennen. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können eine Reihe von Verfahren zur Beschreibung des Verhaltens elektromagnetischer Felder in biologischer Materie anwenden. Dafür können Sie auf elementare Lösungen der Maxwellschen Gleichungen Bezug nehmen und diese sinnvoll einsetzen. Sie können einschätzen, welche prinzipiellen Effekte diese Modelle in Bezug auf biologische Materie vorhersagen, können diese nach Wellenlänge bzw. Frequenz klassifizieren und quantitativ analysieren. Sie können Validierungsstrategien für ihre Vorhersagen entwickeln. Sie können Effekte elektromagnetischer Felder für therapeutische und diagnostische Anwendungen gegeneinander abwägen und auswählen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können in kleinen Gruppen fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten und Ergebnisse in geeigneter Weise auf Englisch präsentieren (z.B. während Kleingruppenübungen). |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind in der Lage, Informationen aus einschlägigen Fachpublikationen zu gewinnen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihr erlangtes Wissen mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen (z.B. Theoretischer Elektrotechnik, Grundlagen der Elektrotechnik oder Physik) zu verknüpfen. Sie können Probleme und Effekte im Bereich der Bioelektromagnetik auf Englisch kommunizieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Ja Keiner Referat |
| **Prüfung** | Mündliche Prüfung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 45 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Wireless and Sensor Technologies: Wahlpflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0371: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 5 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Schuster |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | - Grundlegende Eigenschaften elektromagnetischer Felder (Phänomene)<br>- Mathematische Beschreibung elektromagnetischer Felder (Maxwell-Gleichungen)<br>- Elektromagnetische Eigenschaften biologischer Materie<br>- Prinzipien der Energieabsorption in biologischer Materie, Dosimetrie<br>- Numerische Methoden zur Berechnung elektromagnetischer Felder (v.a. FDTD)<br>- Messtechnische Methoden zur Bestimmung elektromagnetischer Felder<br>- Verhalten elektromagnetischer Felder niedriger Frequenz in biologischer Materie<br>- Verhalten elektromagnetischer Felder mittlerer Frequenz in biologischer Materie<br>- Verhalten elektromagnetischer Felder hoher Frequenz in biologischer Materie<br>- Verhalten elektromagnetischer Felder sehr hoher Frequenz in biologischer Materie<br>- Diagnostische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizin<br>- Therapeutische Anwendungen elektromagnetischer Felder in der Medizin<br>- Der menschliche Körper als Generator elektromagnetischer Felder |
| **Literatur** | - C. Furse, D. Christensen, C. Durney, "Basic Introduction to Bioelectromagnetics", CRC (2009)<br>- A. Vorst, A. Rosen, Y. Kotsuka, "RF/Microwave Interaction with Biological Tissues", Wiley (2006)<br>- S. Grimnes, O. Martinsen, "Bioelectricity and Bioimpedance Basics", Academic Press (2008)<br>- F. Barnes, B. Greenebaum, "Bioengineering and Biophysical Aspects of Electromagnetic Fields", CRC (2006) |

| Lehrveranstaltung L0373: Bioelektromagnetik: Prinzipien und Anwendungen | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christian Schuster |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0710: Hochfrequenztechnik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Hochfrequenztechnik (L0573) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Hochfrequenztechnik (L0574) | Hörsaalübung | 2 | 2 |
| Hochfrequenztechnik (L0575) | Laborpraktikum | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Alexander Kölpin |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen der Nachrichtentechnik, Halbleiterelektronik und elektronischer Schaltungen, Grundkenntnisse der Wellenausbreitung aus den Vorlesungen Leitungstheorie und Theoretische Elektrotechnik. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können Phänomene bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in unterschiedlichen Frequenzbändern erklären. Sie können Übertragungssysteme und die darin enthaltenen Komponenten beschreiben. Sie können einen Überblick über unterschiedliche Antennentypen geben und die grundlegenden Kenngrößen von Antennen beschreiben. Sie können das Rauschen von linearen Schaltungen erklären, Schaltungsvarianten anhand von Kenngrößen vergleichen und für unterschiedliche Situationen die jeweils am besten geeignete wählen. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind in der Lage, die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen zu berechnen. Sie können komplette Übertragungssysteme analysieren und einfache Empfängerschaltungen auslegen. Sie können die Eigenschaften und Kenngrößen von einfachen Antennen und Gruppenstrahlern anhand aus der Geometrie berechnen. Sie können das Rauschen von Empfängern und den Signal-zu-Rausch-Abstand von kompletten Übertragungssystemen berechnen. Die Studienenden können die erlerne Theorie in Praktikumsversuchen anwenden. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden führen während des Praktikums in Gruppen versuche durch. Sie dokumentieren, diskutieren und bewerten die Ergebnisse gemeinsam. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind fähig das erlernte Wissen mit ihren Vorkenntnissen aus anderen Vorlesungen zu verknüpfen. Sie können unter Anleitung für die Lösung spezifischer Probleme notwendige Daten aus externen Quellen, wie Normen oder Literatur, extrahieren und anwenden. Sie sind in der Lage eigenständig und mit Hilfe der Praktikumsumdrucke ihr Wissen in die Praxis umzusetzen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Ja; **Bonus** Keiner; **Art der Studienleistung** Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung; **Beschreibung** |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0573: Hochfrequenztechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Kölpin |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | - Antennen: Berechnungsgrundlagen - Kenngrößen - Verschiedene Antennenformen<br>- Funkwellenausbreitung<br>- Sender: Leistungserzeugung mit Röhren - Sendeverstärker<br>- Empfänger: Vorverstärker - Überlagerungsempfang - Empfangsempfindlichkeit - Rauschen<br>- Ausgewählte Systembeispiele |
| **Literatur** | H.-G. Unger, „Elektromagnetische Theorie für die Hochfrequenztechnik, Teil I“, Hüthig, Heidelberg, 1988<br>H.-G. Unger, „Hochfrequenztechnik in Funk und Radar“, Teubner, Stuttgart, 1994<br>E. Voges, „Hochfrequenztechnik - Teil II: Leistungsröhren, Antennen und Funkübertragung, Funk- und Radartechnik“, Hüthig, Heidelberg, 1991<br>E. Voges, „Hochfrequenztechnik“, Hüthig, Bonn, 2004<br>C.A. Balanis, “Antenna Theory”, John Wiley and Sons, 1982<br>R. E. Collin, “Foundations for Microwave Engineering”, McGraw-Hill, 1992<br>D. M. Pozar, “Microwave and RF Design of Wireless Systems”, John Wiley and Sons, 2001<br>D. M. Pozar, “Microwave Engineerin”, John Wiley and Sons, 2005 |

| Lehrveranstaltung L0574: Hochfrequenztechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Kölpin |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0575: Hochfrequenztechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Laborpraktikum |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Kölpin |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Fachmodule der Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik

### Modul M0512: Solarenergienutzung

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Energiemeteorologie (L0016) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Energiemeteorologie (L0017) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Kollektortechnik (L0018) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Solare Stromerzeugung (L0015) | Vorlesung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Martin Kaltschmitt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | keine |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden sich fachliche mit Grundlagen und mit aktuellen Fragen und Problemen aus dem Gebiet der Solarenergienutzung auseinandersetzen und diese unter Einbeziehung vorheriger Lehrinhalte und aktueller Problematiken erläutern und kritisch Stellung dazu beziehen. Sie können insbesondere die Prozesse innerhalb einer Solarzelle fachlich beschreiben und die Besonderheiten bei der Anwendung von Solarmodulen erläutern. Des Weiteren können sie einen Überblick über die Kollektortechnik in solarthermischen Anlagen geben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten Grundlagen auf beispielhafte solarstrahlungnutzende Energiesysteme anwenden und in diesem Zusammenhang unter anderem Potenziale und Grenzen solarer Energieerzeugungsanlagen für verschiedene geografische Bedingungen einschätzen und beurteilen. Sie sind in der Lage unter gegebenen Randbedingungen solare Energieerzeugungsanlagen technische effizient zu dimensionieren und mit der Nutzung modulübergreifendes Wissens ökonomisch und ökologisch zu beurteilen. Dafür notwendige Berechnungsmethoden innerhalb der Strahlungslehre können sie auswählen und aufgabenspezifisch anwenden. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können Problemstellungen in den angrenzenden Themengebieten im Bereich erneuerbarer Energien, die innerhalb des Moduls vertieft wurden, diskutieren. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich selbstständig Quellen auf Basis der Vorlesungsschwerpunkte über das Fachgebiet erschließen und Wissen aneignen. Des Weiteren können die Studierenden angeleitet durch Lehrende eigenständig Berechnungsmethoden zur Potenzialanalyse und technischen Auslegung von solaren Energiesystemen durchführen und auf dieser Basis Ihren jeweiligen Lernstand einschätzen und eventuell weitere Arbeitsschritte definieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Ja; **Bonus** 20 %; **Art der Studienleistung** Schriftliche Ausarbeitung; **Beschreibung** Ausarbeitung Kollektortechnik |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0016: Energiemeteorologie | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Volker Matthias, Dr. Beate Geyer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Einführung: Strahlungsquelle Sonne, Astronomische Grundlagen, Grundlagen der Strahlung<br>• Aufbau der Atmosphäre<br>• Eigenschaften und Gesetze von Strahlung<br>  ◦ Polarisation<br>  ◦ Strahlungsgrößen<br>  ◦ Plancksches Strahlungsgesetz<br>  ◦ Wiensches Verschiebungsgesetz<br>  ◦ Stefan-Boltzmann Gesetz<br>  ◦ Das Kirchhoffsche Gesetz<br>  ◦ Helligkeitstemperatur<br>  ◦ Absorption, Reflexion, Transmission<br>• Strahlungsbilanz, Globalstrahlung, Energiebilanz<br>• Atmosphärische Extinktion<br>• Mie- und Rayleigh-Streuung<br>• Strahlungstransfer<br>• Optische Effekte in der Atmosphäre<br>• Berechnung Sonnenstand und Berechnung Strahlung auf geneigte Flächen |
| **Literatur** | • Helmut Kraus: Die Atmosphäre der Erde<br>• Hans Häckel: Meteorologie<br>• Grant W. Petty: A First Course in Atmosheric Radiation<br>• Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese: Renewable Energy<br>• Alexander Löw, Volker Matthias: Skript Optik Strahlung Fernerkundung |

| Lehrveranstaltung L0017: Energiemeteorologie | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Beate Geyer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0018: Kollektortechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Agis Papadopoulos |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Einführung: Energiebedarf und Anwendung der Sonnenenergie.<br>• Wärmeübertragung in der Solarthermie: Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung.<br>• Kollektoren: Arten, Aufbau, Wirkungsgrad, Dimensionierung, konzentrierende Systeme.<br>• Energiespeicher: Anforderungen, Arten.<br>• Passive Sonnenenergienutzung: Komponenten und Systeme.<br>• Solarthermische Niedertemperatursysteme: Kollektorvarianten, Aufbau, Berechnung.<br>• Solarthermische Hochtemperatursysteme: Klassifizierung von Solarkraftwerke, Aufbau.<br>• Solare Klimatisierung. |
| **Literatur** | • Vorlesungsskript.<br>• Kaltschmitt, Streicher und Wiese (Hrsg.). Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 5. Auflage, Springer, 2013.<br>• Stieglitz und Heinzel .Thermische Solarenergie: Grundlagen, Technologie, Anwendungen. Springer, 2012.<br>• Von Böckh und Wetzel. Wärmeübertragung: Grundlagen und Praxis, Springer, 2011.<br>• Baehr und Stephan. Wärme- und Stoffübertragung. Springer, 2009.<br>• de Vos. Thermodynamics of solar energy conversion. Wiley-VCH, 2008.<br>• Mohr, Svoboda und Unger. Praxis solarthermischer Kraftwerke. Springer, 1999. |

| Lehrveranstaltung L0015: Solare Stromerzeugung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Martin Schlecht, Prof. Alf Mews, Roman Fritsches-Baguhl |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Photovoltaik:<br>1. Einführung<br>2. Primärenergien und Verbrauch, verfügbare Sonnenenergie<br>3. Physik der idealen Solarzelle<br>4. Lichtabsorption, PN-Übergang, charakteristische Größen der Solarzelle, Wirkungsgrad<br>5. Physik der realen Solarzelle<br>6. Ladungsträgerrekombination, Kennlinien, Sperrschichtrekombination, Ersatzschaltbild<br>7. Erhöhung der Effizienz<br>8. Methoden zur Erhöhung der Quantenausbeute und Verringerung der Rekombination<br>9. Hetero- und Tandemstrukturen<br>10. Hetero-Übergang, Schottky-, elektrochemische, MIS- und SIS-Zelle, Tandem-Zelle<br>11. Konzentratorzellen<br>12. Konzentrator-Optiken und Nachführsysteme, Konzentratorzellen<br>13. Technologie und Eigenschaften: Solarzellentypen, Herstellung, einkristallines Silizium und Galliumarsenid, polykristalline Silizium- und Silizium-Dünnschichtzellen, Dünnschichtzellen auf Trägern (amorphes Silizium, CIS, elektrochemische Zellen)<br>14. Module<br>15. Schaltungen<br>Konzentrierende Solarkraftwerke:<br>1. Einführung<br>2. Punkt-fokussierte Technologien<br>3. Linien-fokussierte Technologien<br>4. Auslegung CSP-Projekte |
| **Literatur** | • A. Götzberger, B. Voß, J. Knobloch: Sonnenenergie: Photovoltaik, Teubner Studienskripten, Stuttgart, 1995<br>• A. Götzberger: Sonnenenergie: Photovoltaik : Physik und Technologie der Solarzelle, Teubner Stuttgart, 1994<br>• H.-J. Lewerenz, H. Jungblut: Photovoltaik, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995<br>• A. Götzberger: Photovoltaic solar energy generation, Springer, Berlin, 2005<br>• C. Hu, R. M. White: Solar Cells, Mc Graw Hill, New York, 1983<br>• H.-G. Wagemann: Grundlagen der photovoltaischen Energiewandlung: Solarstrahlung, Halbleitereigenschaften und Solarzellenkonzepte, Teubner, Stuttgart, 1994<br>• R. J. van Overstraeten, R.P. Mertens: Physics, technology and use of photovoltaics, Adam Hilger Ltd, Bristol and Boston, 1986<br>• B. O. Seraphin: Solar energy conversion Topics of applied physics V 01 31, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995<br>• P. Würfel: Physics of Solar cells, Principles and new concepts, Wiley-VCH, Weinheim 2005<br>• U. Rindelhardt: Photovoltaische Stromversorgung, Teubner-Reihe Umwelt, Stuttgart 2001<br>• V. Quaschning: Regenerative Energiesysteme, Hanser, München, 2003<br>• G. Schmitz: Regenerative Energien, Ringvorlesung TU Hamburg-Harburg 1994/95, Institut für Energietechnik |

## Modul M0513: Systemaspekte regenerativer Energien

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung (L0021) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Energiehandel und Energiemärkte (L0019) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Energiehandel und Energiemärkte (L0020) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Tiefe Geothermie (L0025) | Vorlesung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Martin Kaltschmitt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Modul: Technische Thermodynamik I<br><br>Modul: Technische Thermodynamik II |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die Prozesse im Energiehandel und die Gestaltung der Energiemärkte beschreiben und kritisch in Bezug zu aktuellen Problemstellungen bewerten. Des Weiteren sind sie in der Lage die thermodynamischen Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung in Brennstoffzellen zu erklären und den Bezug zu verschiedenen Bauarten von Brennstoffzellen und deren jeweiligem Aufbau herzustellen und zu erläutern. Die Studenten können diese Technologie mit weiteren Energiespeichermöglichkeiten vergleichen. Zusätzlich können die Studenten einen Überblick über die Verfahrensweise und der energetischen Einbindung von tiefer Geothermie geben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können das erlernte Wissen zur Speicherung überschüssiger Energie anwenden, um für unterschiedlicher Energiesysteme Lösungsansätze für eine versorgungssichere Energiebereitstellung erläutern. Insbesondere können sie diesbezüglich häusliche, gewerbliche und industrielle Beheizungsanlagen unter Anwendung von Speichern energiesparend planen und berechnen, und im Bezug zu komplexen Energiesystemen beurteilen. In diesem Zusammenhang können die Studierenden die Potenziale und Grenzen von Geothermieanlagen einschätzen und deren Funktionsweise erläutern.<br><br>Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage die Vorgehensweisen und Strategien zur Vermarktung von Energie zu erläutern und im Kontext anderer Module auf erneuerbare Energieprojekte anwenden. In diesem Zusammenhang können die Studierenden eigenständig Analysen zur Bewertung von Energiehandel und Energiemärkten erstellen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können Problemstellungen in den angrenzenden Themengebieten im Bereich erneuerbarer Energien, die innerhalb des Moduls vertieft wurden, diskutieren. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesungen erschließen und sich das darin enthaltene Wissen aneignen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 3 Stunden |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0021: Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Michael Fröba |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung in die elektrochemische Energiewandlung<br>2. Funktion und Aufbau von Elektrolyten<br>3. Die Niedertemperatur-Brennstoffzellen<br>  ◦ Bauformen<br>  ◦ Thermodynamik der PEM-Brennstoffzelle<br>  ◦ Kühl- und Befeuchtungsstrategie<br>4. Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle<br>  ◦ Die MCFC<br>  ◦ Die SOFC<br>  ◦ Integrationsstrategien und Teilreformierung<br>5. Brennstoffe<br>  ◦ Bereitstellung von Brennstoffen<br>  ◦ Reformierung von Erdgas und Biogas<br>  ◦ Reformierung von flüssigen Kohlenwasserstoffen<br>6. Energetische Integration und Regelung von Brennstoffzellen-Systemen |
| **Literatur** | • Hamann, C.; Vielstich, W.: Elektrochemie 3. Aufl.; Weinheim: Wiley - VCH, 2003 |

| Lehrveranstaltung L0019: Energiehandel und Energiemärkte | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Michael Sagorje, Dr. Sven Orlowski |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Grundbegriffe und handelbare Produkte in Energiemärkten<br>• Primärenergiemärkte<br>• Strommärkte<br>• Europäisches Emissionshandelssystem<br>• Einfluss von Erneuerbaren Energien<br>• Realoptionen<br>• Risikomanagement<br><br>Innerhalb der Übung werden die verschiedenen Aufgabenstellungen aktiv diskutiert und auf verschiedene Anwendungsfälle angewandt. |
| **Literatur** | |

| Lehrveranstaltung L0020: Energiehandel und Energiemärkte | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Michael Sagorje, Dr. Sven Orlowski |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0025: Tiefe Geothermie | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Ben Norden |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung in die tiefe geothermische Nutzung<br>2. Geologische Grundlagen I<br>3. Geologische Grundlagen II<br>4. Geologisch-thermische Aspekte<br>5. Gesteinsphysikalische Aspekte<br>6. Geochemische Aspekte<br>7. Exploration tiefer geothermischer Reservoire<br>8. Bohrungstechnologien, Verrohrung und Ausbau<br>9. Bohrlochgeophysik<br>10. Untertägige Systemcharakterisierung und Reservoirengineering<br>11. Mikrobiologie und Obertägige Systemkomponenten<br>12. Angepasste Anlagenkonzepte, Kosten und Umweltaspekt |
| **Literatur** | • Dipippo, R.: Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact. Butterworth Heinemann; 3rd revised edition. (29. Mai 2012)<br>• www.geo-energy.org<br>• Edenhofer et al. (eds): Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation; Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2012.<br>• Kaltschmitt et al. (eds): Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Springer, 5. Aufl. 2013.<br>• Kaltschmitt et al. (eds): Energie aus Erdwärme. Spektrum Akademischer Verlag; Auflage: 1999 (3. September 2001)<br>• Huenges, E. (ed.): Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Auflage: 1. Auflage (19. April 2010) |

## Modul M0874: Abwassersysteme

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Biologische Abwasserreinigung (L0517) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Biologische Abwasserreinigung (L3122) | Hörsaalübung | 1 | 1 |
| Physikalische und chemische Abwasserbehandlung (L0357) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Physikalische und chemische Abwasserbehandlung (L0358) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Ralf Otterpohl |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Kenntnis abwasserwasserwirtschaftlicher Maßnahmenfelder sowie der zentralen Prozesse der Abwasserwasseraufbereitung |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können die ganze Breite der Anlagentechniken bei siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen und deren gegenseitige Abhängigkeit für einen nachhaltigen Gewässerschutz beschreiben. Sie können relevante ökonomische, ökologische und soziale Aspekte wiedergeben. |
| *Fertigkeiten* | Studierende können verfügbare Abwasseraufbereitungsverfahren in der Breite der Anwendungen für Vorentwürfe auslegen und erklären, sowohl für kommunale als auch für einige industrielle Anlagen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Im Rahmen dieses Moduls werden Sozialkompetenzen nicht gezielt angesprochen. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind in der Lage selbstständig und planvoll ein Thema zu erarbeiten und dieses zu präsentieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Pflicht<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Pflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Pflicht |

### Lehrveranstaltung L0517: Biologische Abwasserreinigung

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Joachim Behrendt |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Charakterisierung von Abwasser<br>Stoffwechseltypen von Mikroorganismen<br>Kinetik biologischer Stoffumwandlung<br>Berechnung von Bioreaktoren zur Abwasserreinigung<br>Konzepte in der biologischen Abwasserreinigung<br>Design WWTP<br>Exkursion zur Kläranlage Seevetal Klüsing<br>Biofilme<br>Biofilmreaktoren<br>Anaerobe Verfahren<br>Resoursen orientierte Sanitärtechnik<br>Zukünftige Herausforderungen in der Abwasserforschung |
| **Literatur** | **Gujer, Willi**<br>Siedlungswasserwirtschaft : mit 84 Tabellen<br>ISBN: 3540343296 (Gb.) URL: http://www.gbv.de/dms/bs/toc/516261924.pdf URL: http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=2842122&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm<br>Berlin [u.a.] : Springer, 2007<br>TUB_HH_Katalog<br>**Henze, Mogens**<br>Wastewater treatment : biological and chemical processes |

| | |
|---|---|
| | ISBN: 3540422285 (Pp.)<br>Berlin [u.a.] : Springer, 2002<br>TUB_HH_Katalog<br>**Imhoff, Karl** (Imhoff, Klaus R.;)<br>Taschenbuch der Stadtentwässerung : mit 10 Tafeln<br>ISBN: 3486263331 ((Gb.))<br>München [u.a.] : Oldenbourg, 1999<br>TUB_HH_Katalog<br>**Lange, Jörg** (Otterpohl, Ralf; Steger-Hartmann, Thomas;)<br>Abwasser : Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft<br>ISBN: 3980350215 (kart.) URL: http://www.gbv.de/du/services/agi/52567E5D44DA0809C12570220050BF25/000000700334<br>Donaueschingen-Pfohren : Mall-Beton-Verl., 2000<br>TUB_HH_Katalog<br>**Mudrack, Klaus** (Kunst, Sabine;)<br>Biologie der Abwasserreinigung : 18 Tabellen<br>ISBN: 382741427X URL: http://www.gbv.de/du/services/agi/94B581161B6EC747C1256E3F005A8143/420000114903<br>Heidelberg [u.a.] : Spektrum, Akad. Verl., 2003<br>TUB_HH_Katalog<br>**Tchobanoglous, George** (Metcalf & Eddy, Inc., ;)<br>Wastewater engineering : treatment and reuse<br>ISBN: 0070418780 (alk. paper) ISBN: 0071122508 (ISE (*pbk))<br>Boston [u.a.] : McGraw-Hill, 2003<br>TUB_HH_Katalog<br>**Henze, Mogens**<br>Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3<br>ISBN: 1900222248<br>London : IWA Publ., 2002<br>TUB_HH_Katalog<br>**Kunz, Peter**<br>Umwelt-Bioverfahrenstechnik<br>Vieweg, 1992<br>**Bauhaus-Universität., Arbeitsgruppe Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt** (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, ;)<br>Abwasserbehandlung : Gewässerbelastung, Bemessungsgrundlagen, Mechanische Verfahren, Biologische Verfahren, Reststoffe aus der Abwasserbehandlung, Kleinkläranlagen<br>ISBN: 3860682725 URL: http://www.gbv.de/dms/weimar/toc/513989765_toc.pdf URL: http://www.gbv.de/dms/weimar/abs/513989765_abs.pdf<br>Weimar : Universitätsverl, 2006<br>TUB_HH_Katalog<br>**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall**<br>DWA-Regelwerk<br>Hennef : DWA, 2004<br>TUB_HH_Katalog<br>**Wiesmann, Udo** (Choi, In Su; Dombrowski, Eva-Maria;)<br>Fundamentals of biological wastewater treatment<br>ISBN: 3527312196 (Gb.) URL: http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?id=2774611&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm<br>Weinheim : WILEY-VCH, 2007<br>TUB_HH_Katalog |

| **Lehrveranstaltung L3122: Biologische Abwasserreinigung** | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Joachim Behrendt |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0357: Advanced Wastewater Treatment | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Joachim Behrendt |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Survey on advanced wastewater treatment<br>reuse of reclaimed municipal wastewater<br>Precipitation<br>Flocculation<br>Depth filtration<br>Membrane Processes<br>Activated carbon adsorption<br>Ozonation<br>"Advanced Oxidation Processes"<br>Disinfection |
| **Literatur** | Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, McGraw-Hill, Boston 2003<br>Wassertechnologie, H.H. Hahn, Springer-Verlag, Berlin 1987<br>Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, T. Melin und R. Rautenbach, Springer-Verlag, Berlin 2007<br>Trinkwasserdesinfektion: Grundlagen, Verfahren, Anlagen, Geräte, Mikrobiologie, Chlorung, Ozonung, UV-Bestrahlung, Membranfiltration, Qualitätssicherung, W. Roeske, Oldenbourg-Verlag, München 2006<br>Organische Problemstoffe in Abwässern, H. Gulyas, GFEU, Hamburg 2003 |

| Lehrveranstaltung L0358: Advanced Wastewater Treatment | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Joachim Behrendt |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Aggregate organic compounds (sum parameters)<br>Industrial wastewater<br>Processes for industrial wastewater treatment<br>Precipitation<br>Flocculation<br>Activated carbon adsorption<br>Recalcitrant organic compounds |
| **Literatur** | Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, McGraw-Hill, Boston 2003<br>Wassertechnologie, H.H. Hahn, Springer-Verlag, Berlin 1987<br>Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, T. Melin und R. Rautenbach, Springer-Verlag, Berlin 2007<br>Trinkwasserdesinfektion: Grundlagen, Verfahren, Anlagen, Geräte, Mikrobiologie, Chlorung, Ozonung, UV-Bestrahlung, Membranfiltration, Qualitätssicherung, W. Roeske, Oldenbourg-Verlag, München 2006<br>Organische Problemstoffe in Abwässern, H. Gulyas, GFEU, Hamburg 2003 |

## Modul M0721: Klimaanlagen

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Klimaanlagen (L0594) | Vorlesung | 3 | 5 |
| Klimaanlagen (L0595) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Arne Speerforck |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende kennen die verschiedenen Arten von Klimaanlagen und die dazugehörenden Regelungskonzepte für stationäre und mobile Anwendungen. Sie beherrschen die Zustandsänderungen feuchter Luft im h1+x,x-Diagramm. Sie sind in der Lage die aus hygienischen Gründen notwendigen Luftvolumenströme für Aufenthaltsräume von Personen zu bestimmen und können dazu die geeigneten Filterverfahren auswählen. Ihnen sind grundlegende Raumströmungszustände bekannt und sie können einfache Verfahren zur Berechnung einer Strömung in Räumen anwenden. Sie wissen, wie ein Kanalnetz ausgelegt und berechnet wird. Sie sind mit verschiedenen Verfahren zur Erzeugung von Kälte vertraut und können die entsprechenden Prozesse in den geeigneten thermodynamischen Diagrammen darstellen. Sie kennen die verschiedenen Umweltbewertungskriterien für Kältemittel. |
| *Fertigkeiten* | Studierende beherrschen die Berechnung von Klimaanlagen für stationäre und mobile Anwendungen. Sie können eine Kanalnetzberechnung durchführen und sind befähigt, einfache Planungsaufgaben selbstständig unter Berücksichtigung der Einbindung natürlicher Wärmequellen und -senken durchzuführen. Sie sind in der Lage aktuelle Forschungsergebnisse in die Praxis zu übertragen und wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der Klimatechnik selbstständig durchzuführen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können in Vorlesung und Übung anhand vieler Beispiele und Experimente zielorientiert in Kleingruppen diskutieren, einen Lösungsweg erarbeiten und diesen darstellen. Sie können im Rahmen von Übungsaufgaben eigenständig weitergehende Fragestellungen entwickeln und zielgerechte Lösungen ausarbeiten. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen. In den Übungen diskutieren die Studierenden die in den Vorlesungen vermittelten Methoden anhand komplexer Aufgabenstellungen und analysieren die Ergebnisse kritisch. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht<br>Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0594: Klimaanlagen | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 5 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Arne Speerforck, Prof. Gerhard Schmitz |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Überblick über Klimaanlagen 1.1 Einteilung von Klimaanlagen1.2 Lüftung1.3 Aufbau und Funktion von Klimaanlagen2. Thermodynamische Prozesse in Klimaanlagen2.1 Das *h,x*-Diagramm für feuchte Luft2.2 Mischkammer, Vorwärmer, Nachwärmer2.3 Luftkühler2.4 Luftbefeuchter2.5 Darstellung des konventionellen Klimaanlagenprozesses im *h,x*-Diagramm2.6 Sorptionsgestützte Klimatisierung3. Berechnung der Heiz- und Kühlleistung3.1 Heizlast und Heizleistung3.2 Kühllasten und Kühlleistung3.3 Berechnung der inneren Kühllast3.4 Berechnung der äußeren Kühllast4. Lufttechnische Anlagen4.1 Frischluftbedarf4.2 Raumluftströmung4.3 Kanalnetzberechnung4.4 Ventilatoren4.5 Filter5. Kälteanlagen5.1. Kaltdampfkompressionskälteanlagen5.2Absorptionskälteanlagen |
| **Literatur** | • Schmitz, G.: Klimaanlagen, Skript zur Vorlesung<br>• VDI Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer Verlag, Düsseldorf 2013<br>• Herwig, H.; Moschallski, A.: Wärmeübertragung, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009<br>• Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schrammek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2013/2014, 76. Auflage, Deutscher Industrieverlag, 2013 |

| Lehrveranstaltung L0595: Klimaanlagen | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Arne Speerforck, Prof. Gerhard Schmitz |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1000: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik (L0216) | Vorlesung | 3 | 5 |
| Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik (L0220) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

**Modulverantwortlicher**: NN

**Zulassungsvoraussetzungen**: Keine

**Empfohlene Vorkenntnisse**

- "Wärmekraftwerke"
- "Technische Thermodynamik I und II"
- "Wärmeübertragung"
- "Strömungsmechanik"

**Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse**: Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

**Fachkompetenz**

*Wissen*

**VBT**

Studierende kennen die thermodynamischen und chemischen Grundlagen von Verbrennungsprozessen und die wesentlichen Eigenschaften unterschiedlicher Brennstoffe. Sie gewinnen Einblick in die wesentlichen Mechanismen der Reaktionskinetik und die Grundlagen der Feuerraumauslegung. Studierende sind ferner in der Lage, die Bildungsmechanismen von Emissionen und deren Reduktion durch primäre Maßnahmen zu skizzieren sowie den Einfluss gesetzlicher Vorschriften und Grenzwerte zu evaluieren.

**KWK**

Studierende stellen den Aufbau, die Auslegung und die Wirkungsweise von Kraftwerken mit Wärmeauskopplung dar und können Dampfturbinenheizkraftwerke mit Gegendruckturbinen, Entnahmegegendruckturbinen oder Entnahmekondensationsturbinen, Gasturbinenheizkraftwerke, kombinierte Gas- und Dampfturbinenheizkraftwerke sowie Motorenheizkraftwerke kategorisieren und gegenüberstellen. Studierende erläutern und analysieren ferner Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung Lösungen und beschreiben den Aufbau der dafür benötigten Hauptkomponenten des Kraftwerks. Durch dieses Fachwissen sind sie in der Lage, die ökologische Bedeutung der Kraft-Wärme-Kopplung sowie ihre Wirtschaftlichkeit zu beurteilen.

**Energiespeichertechnologien**

Studierende stellen den Aufbau, die Auslegung und die Wirkungsweise von Strom- und Wärmespeichertechnologien dar und können diese in Bezug auf ihre optimalen Einsatzbereiche in Energieanlagen klassifizieren. Sie sind informiert über die Einbindung der Speicher in Energiesysteme und kennen die wesentlichen Aspekte der Umweltverträglichkeit.

*Fertigkeiten*

Die Studierenden können die Möglichkeiten erkennen, ein Kraftwerk oder Energiesystem durch den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung und die optimale kurz-, mittel oder langfristige Speicherung zu optimieren. Durch das Nachvollziehen der gesamten Energiewandlungskette von der Verbrennung eines Primärenergieträgers über die Nutzenergiebereitstellung (Strom und Wärme), Energiespeicherung und Rückgewinnung der Energie aus den Speichern entwickeln die Studierenden ein Verständnis über die Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Systeme und lernen, ganzheitliche Betrachtungen der Energienutzung vorzunehmen. Beispiele aus der Praxis, wie die eigene Energieversorgung der TUHH und das Fernwärmenetz in Hamburg, werden verwendet, um die möglichen Potenziale von Kraftanlagen mit ausgekoppelter Wärme und Energiespeicherung zu veranschaulichen.

Die begleitenden Übungen werden die Erkenntnisse praxisnah vertiefen.

**Personale Kompetenzen**

*Sozialkompetenz*

Insbesondere im Rahmen der Übungen wird auf Kommunikation mit der Lehrperson Wert gelegt. Die Studierenden werden somit angeregt über ihr vorhandenes Fachwissen zu reflektieren sowie gezielte Fragen zu stellen, um den eigenen Wissensstand zu verbessern.

*Selbstständigkeit*

Studierende sind fähig mit Hilfe von Hinweisen eigenständig überschlägige Berechnungen durchzuführen. Dabei werden die theoretischen und praktischen Kenntnisse aus den Vorlesungen gefestigt und mögliche Auswirkungen von unterschiedlichen Gestaltungszusammensätzen und Randbedingungen veranschaulicht.

**Arbeitsaufwand in Stunden**: Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56

**Leistungspunkte**: 6

**Studienleistung**

| Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
|---|---|---|---|
| Nein | 10 % | Schriftliche Ausarbeitung | Am Ende jeder Vorlesung wird schriftlich eine zu auswertende Kurzfrage (5-10 min) zu der Vorlesung der Vorwoche gestellt. In den Kurzfragen werden kleine Rechenaufgaben, Skizzen oder auch kleine Freitexte zur Beantwortung gestellt. |
| Nein | 10 % | Schriftliche Ausarbeitung | Anhand der gelehrten Inhalte werden Kurzfragen gestellt und Projektaufgaben bearbeitet und präsentiert |

**Prüfung**: Klausur

**Prüfungsdauer und -umfang**: 120 Minuten

**Zuordnung zu folgenden Curricula**: Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht
Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht

| Lehrveranstaltung L0216: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 5 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | NN |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | **1 Der Themenbereich "Verbrennungstechnik" beinhaltet:**<br>• Thermodynamische und chemische Grundlagen<br>• Brennstoffe<br>• Reaktionen, Gleichgewichte<br>• Reaktionskinetik<br>• Flammen- und Feuerungsarten<br>• Feuerraumauslegung<br>• Emissions-Minderung<br><br>**2 Der Themenbereich "Energiespeicherung" beinhaltet:**<br>1 Einleitung: Warum ist die Speicherung von Energie nötig?<br>2 Stromspeicherung<br>• Kondensatoren<br>• Akkumulatoren<br>• Pumpspeicherkraftwerk<br>• Schwungradspeicher<br>• Druckluftspeicherkraftwerk<br>• Wirtschaftlichkeit von Stromspeichertechnologien<br>3 Wärmespeicherung<br>• Sensible Energiespeicher<br>• Latentwärmespeicher, PCM.<br>• Thermochemische Wärmespeicher<br>• Wirtschaftlichkeit von Wärmespeichertechnologien<br>4 Stoffliche Speicherung für die Sektorenkopplung<br>• Einleitung zur Sektorenkopplung im Rahmen der Energiewende<br>• PtG.<br>• Power to Liquid - Power to Chemicals inkl. $CO_2$ to Chemicals<br>• Nebenthema zur Sektorenkopplung: das Norddeutsche RealLabor<br>5 Übergeordnetes Thema: Untertagespeicherung<br><br>**3. In dem Themenbereich von "Kraft-Wärme-Kopplung" werden die folgenden Themen behandelt:**<br>• Aufbau, Auslegung und Wirkungsweise von Kraftwerken mit Wärmeauskopplung<br>• Dampfturbinenheizkraftwerke mit Gegendruckturbinen, Entnahmegegendruckturbinen und Entnahmekondensationsturbinen<br>• Gasturbinenheizkraftwerke<br>• Kombinierte Gas- und Dampfturbinenheizkraftwerke<br>• Motorenheizkraftwerke<br>• Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung<br>• Aufbau der Hauptkomponenten<br>• Gesetzliche Vorschriften und Grenzwerte<br>• Ökonomische Bedeutung der KWK und Wirtschaftlichkeitsberechnungen |
| **Literatur** | Bezüglich des Themenbereichs "Kraft-Wärme-Kopplung":<br>• W. Piller, M. Rudolph: Kraft-Wärme-Kopplung, VWEW Verlag<br>• Kehlhofer, Kunze, Lehmann, Schüller: Handbuch Energie, Band 7, Technischer Verlag Resch<br>• W. Suttor: Praxis Kraft-Wärme-Kopplung, C.F. Müller Verlag<br>• K.W. Schmitz, G. Koch: Kraft-Wärme-Kopplung, VDI Verlag<br>• K.-H. Suttor, W. Suttor: Die KWK Fibel, Resch Verlag<br>und für die Grundlagen der "Verbrennungstechnik":<br>• J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble; Technische Verbrennung: physikalisch-chemische Grundlagen, Modellbildung, Schadstoffentstehung. Springer, Berlin [u. a.], 2001 |

| Lehrveranstaltung L0220: Kraft-Wärme-Kopplung und Verbrennungstechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | NN |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1878: Nachhaltige elektrische Energie aus Wind und Wasser

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Offshore-Geotechnik (L0067) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Wasserkraftnutzung (L0013) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Windenergieanlagen (L0011) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Windenergienutzung - Schwerpunkt Offshore (L0012) | Vorlesung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Dr. Marvin Scherzinger |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Modul: Thermodynamik I,<br><br>Modul: Thermodynamik II,<br><br>Modul: Grundlagen der Strömungsmechanik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden vertieftes Kenntnisse über Windenergieanlagen mit besonderem Fokus der Windenergienutzung unter den Offshore-Bedingungen detailliert erklären und unter Einbeziehung aktueller Problemstellung kritisch dazu Stellung beziehen. Des Weiteren sind sie in der Lage die Nutzung der Wasserkraft zur Stromerzeugung grundlegend zu beschreiben. Die Studierenden können das grundsätzliche Vorgehen bei der Umsetzung regenerativer Energieprojekte im außereuropäischen Ausland wiedergeben und erklären.<br><br>Durch aktive Diskussionen der verschiedenen Themenschwerpunkte innerhalb des Seminars 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. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten theoretischen Grundlagen auf beispielhafte Wasser- oder Windkraftsysteme anwenden und die sich ergebenden Zusammenhänge bezüglich der Auslegung und des Betriebs dieser Anlagen fachlich einschätzen und beurteilen. Die besondere Verfahrensweise zur Umsetzung erneuerbarer Energieprojekte im außereuropäischen Ausland können sie grundsätzliche mit der in Europa angewendeten Vorgehensweise kritisch vergleichen und auf beispielhafte Projekte theoretisch anwenden. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen innerhalb eines Seminars fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich selbstständig auf Basis der Schwerpunkte des Vorlesungsmaterials Quellen über das Fachgebiet erschließen, dieses zur Nachbereitung der Vorlesung nutzen und sich Wissen aneignen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L0067: Offshore-Geotechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Jan Dührkop |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Überblick und Einführung Offshore-Geotechnik<br>• Einführung in die Bodenmechanik<br>• Offshore-Baugrunderkundung<br>• Schwerpunktthema zyklische Einwirkungen<br>• Geotechnische Bemessung von Offshore-Gründungen<br>• Monopiles<br>• Jackets<br>• Schwergewichtgründungen<br>• Geotechnische Vorerkundung für den Einsatz von Hubschiffen und -plattformen |
| **Literatur** | • Randolph, M. and Gourvenec, S (2011): Offshore Geotechnical Engineering. Spon Press.<br>• Poulos H.G. (1988): Marine Geotechnics. Unwin Hyman, London<br>• BSH-Standard Baugrunderkundung für Offshore-Windenergieparks<br>• Lesny K. (2010): Foundations for Offshore Wind Turbines. VGE Verlag, Essen.<br>• EA-Pfähle (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle der DGGT. Ernst & Sohn, Berlin. |

| Lehrveranstaltung L0013: Wasserkraftnutzung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Stefan Achleitner |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Einführung; Bedeutung der Wasserkraft im nationalen und globalen Kontext<br>• Physikalische Grundlagen: Bernoulli-Gleichung, nutzbare Fallhöhe, hydrologische Grundlagen, Verlustmechanismen, Wirkungsgrade<br>• Einteilung der Wasserkraft: Lauf- und Speicherwasserkraft, Nieder- und Hochdruckanlagen<br>• Aufbau von Wasserkraftanlagen: Darstellung der einzelnen Komponenten und ihres systemtechnischen Zusammenspiels<br>  ◦ Bautechnische Komponenten; Darstellung von Dämmen, Wehren, Staumauern, Krafthäusern, Rechenanlagen etc.<br>  ◦ Energietechnische Komponenten: Darstellung der unterschiedlichen Arten der hydraulischen Strömungsmaschinen, der Generatoren und der Netzanbindung<br>• Wasserkraft und Umwelt<br>• Beispiele aus der Praxis |
| **Literatur** | • Schröder, W.; Euler, G.; Schneider, K.: Grundlagen des Wasserbaus; Werner, Düsseldorf, 1999, 4. Auflage<br>• Quaschning, V.: Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Simulation; Carl Hanser, München, 2011, 7. Auflage<br>• Giesecke, J.; Heimerl, S.; Mosony, E.: Wasserkraftanlagen - Planung, Bau und Betrieb; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 5. Auflage<br>• von König, F.; Jehle, C.: Bau von Wasserkraftanlagen - Praxisbezogene Planungsunterlagen; C. F. Müller, Heidelberg, 2005, 4. Auflage<br>• Strobl, T.; Zunic, F.: Wasserbau: Aktuelle Grundlagen - Neue Entwicklungen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2006 |

| Lehrveranstaltung L0011: Windenergieanlagen | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Rudolf Zellermann |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Historische Entwicklung<br>• Wind: Entstehung, geographische und zeitliche Verteilung, Standorte<br>• Leistungsbeiwert, Rotorschub<br>• Aerodynamik des Rotors<br>• Betriebsverhalten<br>• Leistungsbegrenzung, Teillast, Pitch und Stall, Regelung<br>• Anlagenauswahl, Ertragsprognose, Wirtschaftlichkeit<br>• Exkursion |
| **Literatur** | Gasch, R., Windkraftanlagen, 4. Auflage, Teubner-Verlag, 2005 |

| Lehrveranstaltung L0012: Windenergienutzung - Schwerpunkt Offshore | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Martin Skiba |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Einführung , Bedeutung der Offshore-Windstromerzeugung, Besondere Anforderungen an die Offshore-Technik<br>• Physikalische Grundlagen zur Nutzung der Windenergie<br>• Aufbau und Funktionsweise von Offshore-Windenergieanlagen, Vorstellung unterschiedlicher Konzepte von Offshore-Windenergieanlagen, Darstellung der einzelnen Systemkomponenten und deren systemtechnisches Zusammenspiel<br>• Gründungstechnik, Offshore-Baugrunderkundung, Vorstellung unterschiedlicher Konzepte von Offshore-Gründungsstrukturen, Planung und Fabrikation von Gründungsstrukturen<br>• Elektrische Infrastruktur eines Offshore-Windparks, Innerpark-Verkabelung, Offshore-Umspannwerk, Netzanbindung<br>• Installation von Offshore-Windparks, Installationstechniken und Hilfsgeräte, Errichtungslogistik<br>• Entwicklung und Planung eines Offshore-Windparks<br>• Betrieb und Optimierung von Offshore-Windparks<br>• Tagesexkursion |
| **Literatur** | • Gasch, R.; Twele, J.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb; Vieweg + Teubner, Stuttgart, 2007, 7. Auflage<br>• Molly, J. P.: Windenergie - Theorie, Anwendung, Messung; C. F. Müller, Heidel-berg, 1997, 3. Auflage<br>• Hau, E.: Windkraftanalagen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2008, 4.Auflage<br>• Heier, S.: Windkraftanlagen - Systemauslegung, Integration und Regelung; Vieweg + Teubner, Stuttgart, 2009, 5. Auflage<br>• Jarass, L.; Obermair, G.M.; Voigt, W.: Windenergie: Zuverlässige Integration in die Energieversorgung; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 2. Auflage |

## 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** | |
| *Wissen* | 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. |
| *Fertigkeiten* | 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** | |
| *Sozialkompetenz* | 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. |
| *Selbstständigkeit* | 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<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Pflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Pflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht<br>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** | In der Vorlesung wird das für die Praxis relevante wasserchemische Wissen mit Bezug auf die Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung vermittelt.<br><br>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.<br><br>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.<br><br>Da Kenntnisse der Wasseraufbereitungsprozesse von großer Bedeutung sind, werden diese in Abstimmung mit der Vorlesung „Wasserressourcenmanagement“ zu Beginn des Semesters erklärt. |
| **Literatur** | **MHW (rev. by Crittenden, J. et al.):** Water treatment principles and design. John Wiley & Sons, Hoboken, 2005.<br><br>**Stumm, W., Morgan, J.J.**: Aquatic chemistry. John Wiley & Sons, New York, 1996.<br><br>**DVGW (Hrsg.):** Wasseraufbereitung - Grundlagen und Verfahren. Oldenbourg Industrie Verlag, München, 2004.<br><br>**Jensen, J. N.**: A Problem Solving Approach to Aquatic Chemistry. John Wiley & Sons, Inc., New York, 2003. |

| 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** | 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-Pratice“ 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 Strukture 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 Wasserdargebotserfassungwerden für die Trinkwasserversorgung präsentiert und diskutiert. Die Inhalte der Vorlesung schließen wo möglich und sinnvoll, regionale Bezüge mit ein. |
| **Literatur** | • Aktuelle UN World Water Development Reports<br>• Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft, VKU (2011)<br>• Aktuelle Artikel wissenschaftlicher Zeitschriften<br>• 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 M1888: Environmental protection management

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltmanagement (L0387) | Integrierte Vorlesung | 3 | 3 |
| Technologie der Luftreinhaltung (L0203) | Vorlesung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Dr. Swantje Pietsch-Braune |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz**<br>*Wissen*<br>*Fertigkeiten*<br>**Personale Kompetenzen**<br>*Sozialkompetenz*<br>*Selbstständigkeit* | |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Management und Controlling: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Pflicht |

### Lehrveranstaltung L0387: Health, Safety and Environmental Management

| | |
|---|---|
| **Typ** | Integrierte Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Hans-Joachim Nau |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Objectives of and benefit from HSE management<br>• From dilution and end-of-pipe technology to eco-efficiency and eco-effectiveness Behaviour control: regulations, economic instruments and voluntary initiatives<br>• Fundamentals of HSE legislation ISO 14001, EMAS and Responsible Care ISO 14001 requirements Environmental performance evaluation Risk management: hazard, risk and safety Health and safety at the workplace<br>• Crisis management |
| **Literatur** | C. Stephan: Industrial Health, Safety and Environmental Management, MV-Verlag, Münster, 2007/2012 (can be found in the library under GTG 315)<br><br>Exercises can be downloaded from StudIP |

| Lehrveranstaltung L0203: Air Pollution Abatement | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Swantje Pietsch-Braune, Christian Eichler |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **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 form 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<br>Atmospheric pollution : history, science, and regulation, Mark Zachary Jacobson. - Cambridge [u.a.] : Cambridge Univ. Press, 2002<br>Air pollution control technology handbook, Karl B. Schnelle. - Boca Raton [u.a.] : CRC Press, c 2002<br>Air pollution, Jeremy Colls. - 2. ed. - London [u.a.] : Spon, 2002 |

## Modul M0949: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Ländliche Entwicklung und Ressourcen Orientierte Sanitärsysteme für verschiedene Klimate (L0942) | Seminar | 2 | 3 |
| Ländliche Entwicklung und Ressourcen Orientierte Sanitärsysteme für verschiedene Klimate (L0941) | Vorlesung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Ralf Otterpohl |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basic knowledge of the global situation with rising poverty, soil degradation, lack of water resources and sanitation |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students can describe resources oriented wastewater systems mainly based on source control in detail. They can comment on techniques designed for reuse of water, nutrients and soil conditioners.<br><br>Students are able to discuss a wide range of proven approaches in Rural Development from and for many regions of the world. |
| *Fertigkeiten* | Students are able to design low-tech/low-cost sanitation, rural water supply, rainwater harvesting systems, measures for the rehabilitation of top soil quality combined with food and water security. Students can consult on the basics of soil building through “Holisitc Planned Grazing” as developed by Allan Savory. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students are able to develop a specific topic in a team and to work out milestones according to a given plan. |
| *Selbstständigkeit* | Students are in a position to work on a subject and to organize their work flow independently. They can also present on this subject. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Semesterbegleitend werden Meilensteine erarbeitet, vorgetragen und schriftlich festgehalten. Genaueres zum jeweiligen Semesterbeginn. |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0942: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones

| | |
|---|---|
| **Typ** | Seminar |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf Otterpohl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Central part of this module is a group work on a subtopic of the lectures. The focus of these projects will be based on an interview with a target audience, practitioners or scientists.<br>• The group work is divided into several Milestones and Assignments. The outcome will be presented in a final presentation at the end of the semester. |
| **Literatur** | • J. Lange, R. Otterpohl 2000: Abwasser - Handbuch zu einer zukunftsfähigen Abwasserwirtschaft. Mallbeton Verlag (TUHH Bibliothek)<br>• Winblad, Uno and Simpson-Hébert, Mayling 2004: Ecological Sanitation, EcoSanRes, Sweden (free download)<br>• Schober, Sabine: WTO/TUHH Award winning Terra Preta Toilet Design: http://youtu.be/w_R09cYq6ys |

| Lehrveranstaltung L0941: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf Otterpohl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Living Soil - THE key element of Rural Development<br>• Participatory Approaches<br>• Rainwater Harvesting<br>• Ecological Sanitation Principles and practical examples<br>• Permaculture Principles of Rural Development<br>• Performance and Resilience of Organic Small Farms<br>• Going Further: The TUHH Toolbox for Rural Development<br>• EMAS Technologies, Low cost drinking water supply |
| **Literatur** | • Miracle Water Village, India, Integrated Rainwater Harvesting, Water Efficiency, Reforestation and Sanitation: http://youtu.be/9hmkgn0nBgk<br>• Montgomery, David R. 2007: Dirt: The Erosion of Civilizations, University of California Press |

## Modul M0540: Transport Processes

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Mehrphasenströmungen (L0104) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Reaktorauslegung unter Nutzung 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** | |
| *Wissen* | Students are able to:<br>• 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.<br>• explain the main transport laws and their application as well as the limits of application.<br>• describe how transport coefficients for heat- and mass transfer can be derived experimentally.<br>• compare different multiphase reactors like trickle bed reactors, pipe reactors, stirring tanks and bubble column reactors.<br>• 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. |
| *Fertigkeiten* | The students are able to:<br>• optimize multiphase reactors by using mass- and energy balances,<br>• use transport processes for the design of technical processes,<br>• to choose a multiphase reactor for a specific application. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students are able to discuss in international teams in english and develop an approach under pressure of time. |
| *Selbstständigkeit* | 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** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 15 Minuten Vortrag + 90 Minuten Multiple Choice Klausur |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht<br>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** | • Interfaces in MPF (boundary layers, surfactants)<br>• Hydrodynamics & pressure drop in Film Flows<br>• Hydrodynamics & pressure drop in Gas-Liquid Pipe Flows<br>• Hydrodynamics & pressure drop in Bubbly Flows<br>• Mass Transfer in Film Flows<br>• Mass Transfer in Gas-Liquid Pipe Flows<br>• Mass Transfer in Bubbly Flows<br>• Reactive mass Transfer in Multiphase Flows<br>• Film Flow: Application Trickle Bed Reactors<br>• Pipe Flow: Application Turbular Reactors<br>• Bubbly Flow: Application Bubble Column Reactors |
| **Literatur** | Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.<br>Clift, R.; Grace, J.R.; Weber, M.E.: Bubbles, Drops and Particles, Academic Press, New York, 1978.<br>Fan, L.-S.; Tsuchiya, K.: Bubble Wake Dynamics in Liquids and Liquid-Solid Suspensions, Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering, Boston, USA, 1990.<br>Hewitt, G.F.; Delhaye, J.M.; Zuber, N. (Ed.): Multiphase Science and Technology. Hemisphere Publishing Corp, Vol. 1/1982 bis Vol. 6/1992.<br>Kolev, N.I.: Multiphase flow dynamics. Springer, Vol. 1 and 2, 2002.<br>Levy, S.: Two-Phase Flow in Complex Systems. Verlag John Wiley & Sons, Inc, 1999.<br>Crowe, C.T.: Multiphase Flows with Droplets and Particles. CRC Press, Boca Raton, Fla, 1998. |

| Lehrveranstaltung L0105: Reactor Design Using 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** | 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.<br><br>The four students in each team have to:<br><br>• collect and discuss material properties and equations for design from the literature,<br>• calculate the optimal hydrodynamic design,<br>• check the plausibility of the results critically,<br>• write an exposé with the results.<br><br>This exposé will be used as basis for the discussion within the oral group examen of each team. |
| **Literatur** | see actual literature list in StudIP with recent published papers |

| 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** | • Introduction - Transport Processes in Chemical Engineering<br>• Molecular Heat- and Mass Transfer: Applications of Fourier's and Fick's Law<br>• Convective Heat and Mass Transfer: Applications in Process Engineering<br>• Unsteady State Transport Processes: Cooling & Drying<br>• Transport at fluidic Interfaces: Two Film, Penetration, Surface Renewal<br>• Transport Laws & Balance Equations with turbulence, sinks and sources<br>• Experimental Determination of Transport Coefficients<br>• Design and Scale Up of Reactors for Heat- and Mass Transfer<br>• Reactive Mass Transfer<br>• Processes with Phase Changes – Evaporization and Condensation<br>• Radiative Heat Transfer - Fundamentals<br>• Radiative Heat Transfer - Solar Energy |
| **Literatur** | 1. Baehr, Stephan: Heat and Mass Transfer, Wiley 2002.<br>2. Bird, Stewart, Lightfood: Transport Phenomena, Springer, 2000.<br>3. John H. Lienhard: A Heat Transfer Textbook, Phlogiston Press, Cambridge Massachusetts, 2008.<br>4. Myers: Analytical Methods in Conduction Heat Transfer, McGraw-Hill, 1971.<br>5. Incropera, De Witt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Wiley, 2002.<br>6. Beek, Muttzall: Transport Phenomena, Wiley, 1983.<br>7. Crank: The Mathematics of Diffusion, Oxford, 1995.<br>8. Madhusudana: Thermal Contact Conductance, Springer, 1996.<br>9. Treybal: Mass-Transfer-Operation, McGraw-Hill, 1987. |

## Modul M1125: Bioresources and Biorefineries

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Bioraffinerietechnologie (L0895) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Bioraffinerietechnologie (L0974) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Bioressourcenmanagement (L0892) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Bioressourcenmanagement (L0893) | Gruppenübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Dr. Ina Körner |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basics on engineering;<br>Basics of waste and energy management |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students can give on overview on principles and theories in the field's bioresource management and biorefinery technology and can explain specialized terms and technologies. |
| *Fertigkeiten* | Students are capable of applying knowledge and know-how in the field's bioresource management and biorefinery technology in order to perform technical and regional-planning tasks. They are also able to discuss the links to waste management, energy management and biotechnology. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students can work goal-oriented with others and communicate and document their interests and knowledge in acceptable way. |
| *Selbstständigkeit* | Students are able to solve independently, with the aid of pointers, practice-related tasks bearing in mind possible societal consequences. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Abfall und Energie: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0895: Biorefinery Technology | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Ina Körner |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | The Europe 2020 strategy calls for bioeconomy as the key for smart and green growth of today. Biorefineries are the fundamental part on the way to convert the use of fossil-based society to bio-based society. For this reason, agriculture and forestry sectors are increasingly deliver bioresources. It is not only for their traditional applications in the food and feed sectors such as pulp or paper and construction material productions, but also to produce bioenergy and bio-based products such as bio-plastics. However although bioresources are renewable, they are considered as limited resources as well. The bioeconomy's limitation factor is the availability land on our world. In the context of the development of the bioeconomy, the sustainable and reliable supply of noon-food biomass feedstock is a critical success factor for the long-term perspective of bioenergy and other bio-based products production. Biorefineries are complex of technologies and process cascades using the available primary, secondary and tertiary bioresources to produce a multitude of products - a product mix from material and energy products.<br><br>The lecture gives an overview on biorefinery technology and shall contribute to promotion of international biorefinery developments.<br><br>Lectures:<br>• What is a biorefinery: Overview on basic organic substrates and processes which lead to material and energy products<br>• The way from a fossil based to a biobased economy in the 21st century<br>• The worlds most advanced biorefinery<br>• Presentation of various biorefinery systems and their products (e.g. lignocellulose biorefinery, green biorefinery, whole plant biorefinery, civilization biorefinery)<br>• Example projects (e.g. combination of anaerobic digestion and composting in practice; demonstration project in Hamburgs city quarter Jenfelder Au)<br><br>The lectures will be accompanied by technical tours. Optional it is also possible to visit more biorefinery lectures in the University of Hamburg (lectures in German only).<br><br>In the exercise students have the possibility to work in groups on a biorefinery project or to work on a student-specific task. |
| **Literatur** | Biorefineries - Industrial Process and Products - Status Qua and Future directions by Kamm, Gruber and Kamm (2010); Wiley VCH, available on-line in TUHH-library<br><br>Powerpoint-Präsentations / selected Publications / further recommendations depending on the actual developments<br><br>Industrial Biorefineries and White Biorefinery, by Pandey, Höfer, Larroche, Taherzadeh, Nampoothiri (Eds.); (2014 book development in progress) |

| Lehrveranstaltung L0974: Biorefinery Technologie | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Ina Körner |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | 1. ) Selection of a topic within the thematic area "Biorefinery Technologie" from a given list or self-selected.<br><br>2.) Self-dependent recherches to the topic.<br><br>3.) Preparation of a written elaboration.<br><br>4.) Presentation of the results in the group. |
| **Literatur** | Vom Thema abhängig. Eigene Recherchen nötig.<br><br>Depending on the topic. Own recheches necassary. |

| Lehrveranstaltung L0892: Bioresource Management | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Ina Körner |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | In the context of limited fossil resources, climate change mitigation and increasing population growth, Bioresources has a special role. They have to feed the population and in the same time they are important for material production such as pulp and paper or construction materials. Moreover they become more and more important in chemical industry and in energy provision as fossil substitution. Although Bioresources are renewable, they are also considered as limited resources. The availability of land on our planet is the main limitation factor. The sustainable and reliable supply of non-food biomass feedstock is a critical for successful and long term perspective on production of bioenergy and other bio-based products. As the consequence, the increasing competition and shortages continue to happen at the traditional sectors. On the other side, huge unused but potentials residue on waste and wastewater sector exist. Nowadays, a lot of activities to develop better processes, to create new bio-based products in order to become more efficient, the inclusion of secondary and tertiary bio-resources in the valorisation chain are going on.<br><br>The lecture deals with the current state-of-the-art of bioresource management. It shows deficits and potentials for improvement especially in the sector of utilization of organic residues for material and energy generation:<br><br>*Lectures on:*<br><br>• Bioresource generation and utilization including lost potentials today<br>• Basic biological, mechanical, physico-chemical and logistical processes<br>• The conflict of material vs. energy generation from wood / waste wood<br>• The basics of pulp & paper production including waste paper recycling<br>• The Pros and Cons from biogas and compost production<br><br>*Special lectures by invited guests from research and practice:*<br><br>• Pathways of waste organics on the example of Hamburg`s City Cleaning Company<br>• Utilization options of landscaping materials on the example of grass<br>• Increase of process efficiency of anaerobic digestions<br>• Decision support tools on the example of an municipality in Indonesia<br><br>*Optional: Technical visits* |
| **Literatur** | Power-Point presentations in STUD-IP |

| Lehrveranstaltung L0893: Bioresource Management | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Ina Körner |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0542: Strömungsmechanik in der Verfahrenstechnik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Anwendungen der Strömungsmechanik in der VT (L0106) | Hörsaalübung | 2 | 2 |
| Strömungsmechanik II (L0001) | Vorlesung | 2 | 4 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Michael Schlüter |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Mathematik I-III<br>• Grundlagen der Strömungsmechanik<br>• Technische Thermodynamik I-II<br>• Wärme- und Stoffübertragung |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können verschiedene Anwendungen der Strömungsmechanik in den Vertiefungsrichtungen Verfahrenstechnik, Bioverfahrenstechnik, Energie- und Umwelttechnik und Regenerative Energien beschreiben. Sie können die Grundlagen der Strömungsmechanik den verschiedenen Anwendungen zuordnen und für konkrete Berechnungen abwandeln. Die Studierenden können einschätzen, welche strömungsmechanischen Probleme mit analytischen Lösungen berechnet werden können und welche alternativen Möglichkeiten (z.B. Selbstähnlichkeit am Beispiel des Freistrahls, empirische Lösungen am Beispiel der Forchheimer Gleichung, numerische Methoden am Beispiel der Large Eddy Simulation) zur Verfügung stehen. |
| *Fertigkeiten* | Studierende sind in der Lage, die Grundlagen der Strömungsmechanik auf technische Prozesse anzuwenden. Insbesondere können sie Impuls- und Massenbilanzen aufstellen, um damit technische Prozesse hydrodynamisch zu optimieren. Sie sind in der Lage, einen verbal geschilderten Zusammenhang in einen abstrakten Formalismus umzusetzen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können die vorgegebene Aufgabenstellungen in Kleingruppen diskutieren und einen gemeinsamen Lösungsweg erarbeiten. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben für strömungsmechanische Problemstellungen zu definieren und sich das zur Lösung dieser Aufgaben notwendige Wissen, aufbauend auf dem vermittelten Wissen, selbst zu erarbeiten. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L0106: Anwendungen der Strömungsmechanik in der VT | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Michael Schlüter |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Die Hörsaalübung dient zur Überführung der stark theoretischen Lehrinhalte aus der Vorlesung auf die praktische Anwendung bei der Berechnung der Hausaufgaben. Hierfür werden exemplarische Beispielaufgaben an der Tafel vorgerechnet die aufzeigen, wie das theoriebasierte Wissen zur Lösung einer konkreten Verfahrenstechnischen Fragestellung genutzt werden kann. |
| **Literatur** | 1. Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.<br>2. Brauer, H.; Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktion. Frankfurt: Sauerländer 1972.<br>3. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009.<br>4. Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.<br>5. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley & Sons, 1994.<br>6. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006.<br>7. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008.<br>8. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007<br>9. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009.<br>10. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007.<br>11. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.<br>12. Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006.<br>13. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882.<br>14. White, F.: Fluid Mechanics, Mcgraw-Hill, ISBN-10: 0071311211, ISBN-13: 978-0071311212, 2011. |

| Lehrveranstaltung L0001: Strömungsmechanik II | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Michael Schlüter |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Differenzialgleichungen zum Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch<br>• Beispiele für Vereinfachungen der Navier-Stokes Gleichungen<br>• Instationärer Impulsaustausch<br>• Freie Scherschichten, Turbulenz und Freistrahl<br>• Partikelumströmungen – Feststoffverfahrenstechnik<br>• Kopplung Impuls- und Wärmetransport - Thermische VT<br>• Kopplung Impuls- und Wärmetransport - Thermische VT<br>• Rheologie – Bioverfahrenstechnik<br>• Kopplung Impuls- und Stofftransport – Reaktives Mischen, Chemische VT<br>• Strömung in porösen Medien – heterogene Katalyse<br>• Pumpen und Turbinen - Energie- und Umwelttechnik<br>• Wind- und Wellenkraftanlagen - Regenerative Energien<br>• Einführung in die numerische Strömungssimulation |
| **Literatur** | 1. Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.<br>2. Brauer, H.; Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktion. Frankfurt: Sauerländer 1972.<br>3. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009.<br>4. Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.<br>5. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley & Sons, 1994.<br>6. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006.<br>7. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008.<br>8. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007<br>9. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009.<br>10. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007.<br>11. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.<br>12. Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006.<br>13. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882. |

## Modul M0619: Abfallbehandlungstechnologien

**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** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | chemische und biologische Grundkenntnisse |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Ziel ist der Erwerb von Kenntnissen zur Planung von biologischen Abfallbehandlungsverfahren. Die Studierenden können Techniken der anaeroben und aeroben Abfallbehandlung detailliert beschreiben, unterschiedliche Designs von Abluftbehandlung für biologische Abfallbehandlungsverfahren erläutern und abfallanalytischen Verfahren und Versuche erläutern. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden beherrschen die technische Auslegung sowie die kritische Bewertung von Techniken sowie der Qualitätskontrolle bzw. Messung von Abfallbehandlungsanlagen. Die Studierenden können relevante Literatur und Daten zu gegebenen Fragestellungen auswählen und bewerten sowie zusätzlich Untersuchungen bzw. Versuche planen und durchführen.<br><br>Die Studierenden sind in der Lage, Ergebnisse zu präsentieren und sachlich zu diskutieren. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren, gemeinsame Lösungen in Kleingruppen entwickeln sowie ihre eigenen Arbeitsergebnissen vor Kommilitonen vertreten.<br><br>Sie können fachlich konstruktives Feedback an Kommilitonen geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen umgehen. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können selbstständig Quellen aus Literatur und Geschäfts- oder Versuchsberichten recherchieren und erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen und auf das jeweilige Projekt transformieren. Sie sind fähig, in Rücksprache mit Lehrenden oder der Zwischenpräsentation ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Fragestellungen für die Lösungen der notwendigen Arbeitsschritte zu definieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Ja; **Bonus** Keiner; **Art der Studienleistung** Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung; **Beschreibung** |
| **Prüfung** | Referat |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Ausarbeitung und Präsentation (15-25 Minuten in Gruppen) |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0328: Abfall- und Umweltchemie | |
|---|---|
| **Typ** | Laborpraktikum |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Kerstin Kuchta |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Die Studierenden werden in Gruppen aufgeteilt. Jede Gruppe bereitet ein Protokoll für jeden durchgeführten Versuch vor, das danach im Rahmen einer Nachbesprechung und Diskussion der Ergebnisse als Bewertungsbasis für die Gruppe sowie die einzelnen Studierenden dient.<br><br>An manchen Versuchen sind Präsentationen des Versuchsverlaufs und der Ergebnisse vorgesehen, mit anschließender Diskussion zwecks kritischer Ergebnisbewertung.<br><br>Versuche sind zum Beispiel:<br><br>Siebversuche,<br><br>Fos/Tac<br><br>AAS<br><br>Heizwert |
| **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** | 1. Introduction<br>2. biological basics<br>3. determination process specific material characterization<br>4. aerobic degradation ( Composting, stabilization)<br>5. anaerobic degradation (Biogas production, fermentation)<br>6. Technical layout and process design<br>7. Flue gas treatment<br>8. Plant design practical phase |
| **Literatur** | |

## Modul M0742: Thermische Energiesysteme

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Thermische Energiesysteme (L0023) | Vorlesung | 3 | 5 |
| Thermische Energiesysteme (L0024) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Arne Speerforck |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende kennen die verschiedenen Energiewandlungsstufen und den Unterschied zwischen einem Wirkungsgrad und einem Nutzungsgrad. Sie verfügen über vertiefte Grundkenntnisse in der Wärme- und Stoffübertragung, insbesondere hinsichtlich der Anwendung im Gebäude- und Fahrzeugbau. Sie sind mit dem Aufbau und dem Inhalt der Energiesparverordnung und weiterer Technischer Regeln vertraut. Sie wissen verschiedene Beheizsysteme in den Bereichen Haushalt und Kleinverbraucher, Gewerbe und Industrie zu unterscheiden und wie ein Beheizungssystem geregelt wird. Sie können für einen Feuerraum ein Modell mit den entsprechenden Wärmeströmen aufstellen und damit zeitliche Temperaturverläufe ermitteln. Sie beherrschen die Grundlagen der Schadstoffbildung bei Brennern von Kleinfeuerungen und wissen, wie Abgase gefahrlos abgeführt werden. Darüber hinaus sind sie mit objektorientierten Modellierungsarten von thermodynamischen Systemen vertraut. |
| *Fertigkeiten* | Studierende sind in der Lage, den Wärmebedarf für unterschiedliche Beheizungsaufgaben zu ermitteln und die entsprechenden Komponenten eines Heizungssystems auszulegen. Sie können eine Rohrnetzberechnung durchführen und sind befähigt, einfache Planungsaufgaben unter Einbeziehung von Solarenergie selbstständig durchzuführen. Sie schreiben zur Lösung dynamischer Probleme selbst einfache Modelica-Programme und sind in der Lage, aktuelle Forschungsergebnisse in die Praxis zu übertragen bzw. wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der Wärmetechnik selbstständig durchzuführen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können in Vorlesung und Übung anhand vieler Beispiele und Experimente zielorientiert in Kleingruppen diskutieren, einen Lösungsweg erarbeiten und diesen darstellen. Sie können im Rahmen von Übungsaufgaben eigenständig weitergehende Fragestellungen entwickeln und zielgerechte Lösungen ausarbeiten. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen. In den Übungen diskutieren die Studierenden die in den Vorlesungen vermittelten Methoden anhand komplexer Aufgabenstellungen und analysieren die Ergebnisse kritisch. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Pflicht<br>Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0023: Thermische Energiesysteme | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 5 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Arne Speerforck |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | 1. Einleitung<br><br>2. Grundlagen der Wärmetechnik 2.1 Wärmeleitung 2.2 Konvektiver Wärmeübergang 2.3. Wärmestrahlung 2.4. Wärmedurchgang 2.5. Verbrennungstechnische Kennzahlen 2.6 Elektrische Erwärmung 2.7 Wassdampfdiffusion<br><br>3. Heizungssysteme 3.1. Warmwasserheizungen 3.2 Anlagen zur Warmwasserbereitung 3.3 Rohrnetzberechnung 3.4 Wärmeerzeuger 3.5 Warmluftheizungen 3.6 Strahlungsheizungen<br><br>4 . Wärme- und Wärmebehandlungssysteme 4.1 Industrieöfen 4.2 Schmelzanlagen 4.3 Trocknungsanlagen 4.4 Schadstoffemissionen 4.5 Schornsteinberechnungsverfahren 4.6 Energiemesssysteme<br><br>5. Verordnung und Normen 5.1 Gebäude 5.2 Industrielle und gewerbliche Anlagen |
| **Literatur** | • Schmitz, G.: Klimaanlagen, Skript zur Vorlesung<br>• VDI Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer Verlag, Düsseldorf 2013<br>• Herwig, H.; Moschallski, A.: Wärmeübertragung, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009<br>• Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schrammek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2013/2014, 76. Auflage, Deutscher Industrieverlag, 2013 |

| Lehrveranstaltung L0024: Thermische Energiesysteme | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Arne Speerforck |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Fachmodule der Vertiefung II. Informationstechnologie

### Modul M0837: Simulation of Communication Networks

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Simulation von Kommunikationsnetzen (L0887) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 5 | 6 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Andreas Timm-Giel |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Knowledge of computer and communication networks<br>• Basic programming skills |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students are able to explain the necessary stochastics, the discrete event simulation technology and modelling of networks for performance evaluation. |
| *Fertigkeiten* | Students are able to apply the method of simulation for performance evaluation to different, also not practiced, problems of communication networks. The students can analyse the obtained results and explain the effects observed in the network. They are able to question their own results. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students are able to acquire expert knowledge in groups, present the results, and discuss solution approaches and results. They are able to work out solutions for new problems in small teams. |
| *Selbstständigkeit* | Students are able to transfer independently and in discussion with others the acquired method and expert knowledge to new problems. They can identify missing knowledge and acquire this knowledge independently. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Mündliche Prüfung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 30 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht |

#### Lehrveranstaltung L0887: Simulation of Communication Networks

| | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 5 |
| **LP** | 6 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Dozenten** | Dr.-Ing. Koojana Kuladinithi |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | In the course necessary basic stochastics and the discrete event simulation are introduced. Also simulation models for communication networks, for example, traffic models, mobility models and radio channel models are presented in the lecture. Students work with a simulation tool, where they can directly try out the acquired skills, algorithms and models. At the end of the course increasingly complex networks and protocols are considered and their performance is determined by simulation. |
| **Literatur** | • Skript des Instituts für Kommunikationsnetze<br>Further literature is announced at the beginning of the lecture. |

## Modul M1884: Data-Driven Innovation

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Data-Driven Innovation (L3114) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Data-Driven Innovation Seminar (L3115) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Moritz Göldner |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | |
| *Fertigkeiten* | |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | |
| *Selbstständigkeit* | |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Verpflichtend: Ja; Bonus: 20 %; Art der Studienleistung: Übungsaufgaben; Beschreibung: Erfolgreiche Teilnahme PBL-Übung |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Data Science: Vertiefung III. Applications: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht<br>Global Technology and Innovation Management & Entrepreneurship: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L3114: Data-Driven Innovation

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Moritz Göldner |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | |
| **Literatur** | |

### Lehrveranstaltung L3115: Data-Driven Innovation Seminar

| | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Moritz Göldner |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | |
| **Literatur** | |

## Modul M0627: Machine Learning and Data Mining

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Maschinelles Lernen und Data Mining (L0340) | Vorlesung | 2 | 4 |
| Maschinelles Lernen und Data Mining (L0510) | Gruppenübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | NN |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Calculus<br>• Stochastics |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students can explain the difference between instance-based and model-based learning approaches, and they can enumerate basic machine learning technique for each of the two basic approaches, either on the basis of static data, or on the basis of incrementally incoming data . For dealing with uncertainty, students can describe suitable representation formalisms, and they explain how axioms, features, parameters, or structures used in these formalisms can be learned automatically with different algorithms. Students are also able to sketch different clustering techniques. They depict how the performance of learned classifiers can be improved by ensemble learning, and they can summarize how this influences computational learning theory. Algorithms for reinforcement learning can also be explained by students. |
| *Fertigkeiten* | Student derive decision trees and, in turn, propositional rule sets from simple and static data tables and are able to name and explain basic optimization techniques. They present and apply the basic idea of first-order inductive leaning. Students apply the BME, MAP, ML, and EM algorithms for learning parameters of Bayesian networks and compare the different algorithms. They also know how to carry out Gaussian mixture learning. They can contrast kNN classifiers, neural networks, and support vector machines, and name their basic application areas and algorithmic properties. Students can describe basic clustering techniques and explain the basic components of those techniques. Students compare related machine learning techniques, e.g., k-means clustering and nearest neighbor classification. They can distinguish various ensemble learning techniques and compare the different goals of those techniques. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | |
| *Selbstständigkeit* | |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0340: Machine Learning and Data Mining | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Rainer Marrone |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Decision trees<br>• First-order inductive learning<br>• Incremental learning: Version spaces<br>• Uncertainty<br>• Bayesian networks<br>• Learning parameters of Bayesian networks<br>BME, MAP, ML, EM algorithm<br>• Learning structures of Bayesian networks<br>• Gaussian Mixture Models<br>• kNN classifier, neural network classifier, support vector machine (SVM) classifier<br>• Clustering<br>Distance measures, k-means clustering, nearest neighbor clustering<br>• Kernel Density Estimation<br>• Ensemble Learning<br>• Reinforcement Learning<br>• Computational Learning Theory |
| **Literatur** | 1. Artificial Intelligence: A Modern Approach (Third Edition), Stuart Russel, Peter Norvig, Prentice Hall, 2010, Chapters 13, 14, 18-21<br>2. Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press 2012 |

| Lehrveranstaltung L0510: Machine Learning and Data Mining | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Rainer Marrone |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1879: Causal Data Science for Business Analytics

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Business Analytics mit Causal Data Science (L3096) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 3 |
| Causal Data Science (L3095) | Vorlesung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Christoph Ihl |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Learning objectives:<br><br>After completing this module, students will be able to:<br><br>• Understand the difference between "correlation" and “causation".<br>• Understand the shortcomings of current correlation-based approaches.<br>• Develop causal knowledge relevant for specific data-driven decisions.<br>• Discuss the conceptual ideas behind various causal data science tools and algorithms.<br>• Carry out state-of-the-art causal data analyses. |
| *Fertigkeiten* | |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | |
| *Selbstständigkeit* | |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Bearbeitung von Programmieraufgaben zu jeder Unterrichtseinheit |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Data Science: Vertiefung III. Applications: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L3096: Business Analytics with Causal Data Science | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christoph Ihl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Most managerial decision problems require answers to questions such as “what happens to Y if we do X?”, or “was it X that caused Y to change?” In other words, practical business decision-making requires knowledge about cause-and-effect. While most data science and machine learning approaches are designed to efficiently detect patterns in high-dimensional data, they are not able to distinguish causal relationships from simple correlations. That means, commonly used approaches to business analytics often fall short to provide decision makers with important causal knowledge. Therefore, many leading companies currently try to develop specific causal data science capabilities.<br><br>This module will provide an introduction into the topic of causal inference with the help of modern data science and machine learning approaches and with a focus on applications to practical business problems from various management areas. Based on an overarching framework for causal data science, the course will guide students to detect sources of confounding influence factors, understand the problem of selective measurement in data collection, and extrapolate causal knowledge across different business contexts. We also cover several tools for causal inference, such as A/B testing and experiments, difference-in-differences, instrumental variables, matching, regression discontinuity designs, etc. A variety of hands-on examples will be discussed that allow students to apply their newly obtained knowledge and carry out state-of-the-art causal analyses by themselves.<br><br>Topics covered:<br><br>1. Introduction and Overview<br><br>2. Probability and Regression Review<br><br>3. Potential Outcomes Causal Model<br><br>4. Directed Acyclic Graphs<br><br>5. Experiments and A/B-Testing<br><br>6. Matching and Subclassification<br><br>7. Regression Discontinuity<br><br>8. Instrumental Variables<br><br>9. Panel Data<br><br>10. Difference-in-Differences<br><br>11. Synthetic Control<br><br>12. Heterogeneous Treatment Effects<br><br>13. Mediation Analysis |
| **Literatur** | • Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2014). Mastering metrics: The path from cause to effect. Princeton university press.<br>• Cunningham, Scott (2021). Causal Inference: The Mixtape, New Haven: Yale University Press.<br>• Hernán Miguel A., and Robins James M. (2020). Causal Inference: What If. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.<br>• Huntington-Klein, Nick. The effect (2021). An introduction to research design and causality. Chapman and Hall/CRC.<br>• Imbens, G. W., & Rubin, D. B. (2015). Causal inference in statistics, social, and biomedical sciences. Cambridge University Press.<br>• Mullainathan, Sendhil, and Jann Spiess. (2017). Machine Learning: An Applied Econometric Approach. Journal of Economic Perspectives, 31(2): 87-106.<br>• Pearl, Judea, and Dana Mackenzie (2018). The Book of Why. Basic Books, New York, NY.<br>• Pearl, Judea, Madelyn Glymour, and Nicholas P. Jewell (2016). Causal Inference in Statistics: A Primer. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY. |

| Lehrveranstaltung L3095: Causal Data Science | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christoph Ihl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Most managerial decision problems require answers to questions such as “what happens to Y if we do X?”, or “was it X that caused Y to change?” In other words, practical business decision-making requires knowledge about cause-and-effect. While most data science and machine learning approaches are designed to efficiently detect patterns in high-dimensional data, they are not able to distinguish causal relationships from simple correlations. That means, commonly used approaches to business analytics often fall short to provide decision makers with important causal knowledge. Therefore, many leading companies currently try to develop specific causal data science capabilities.<br><br>This module will provide an introduction into the topic of causal inference with the help of modern data science and machine learning approaches and with a focus on applications to practical business problems from various management areas. Based on an overarching framework for causal data science, the course will guide students to detect sources of confounding influence factors, understand the problem of selective measurement in data collection, and extrapolate causal knowledge across different business contexts. We also cover several tools for causal inference, such as A/B testing and experiments, difference-in-differences, instrumental variables, matching, regression discontinuity designs, etc. A variety of hands-on examples will be discussed that allow students to apply their newly obtained knowledge and carry out state-of-the-art causal analyses by themselves.<br><br>Topics covered:<br><br>1. Introduction and Overview<br><br>2. Probability and Regression Review<br><br>3. Potential Outcomes Causal Model<br><br>4. Directed Acyclic Graphs<br><br>5. Experiments and A/B-Testing<br><br>6. Matching and Subclassification<br><br>7. Regression Discontinuity<br><br>8. Instrumental Variables<br><br>9. Panel Data<br><br>10. Difference-in-Differences<br><br>11. Synthetic Control<br><br>12. Heterogeneous Treatment Effects<br><br>13. Mediation Analysis |
| **Literatur** | • Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2014). Mastering metrics: The path from cause to effect. Princeton university press.<br>• Cunningham, Scott (2021). Causal Inference: The Mixtape, New Haven: Yale University Press.<br>• Hernán Miguel A., and Robins James M. (2020). Causal Inference: What If. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.<br>• Huntington-Klein, Nick. The effect (2021). An introduction to research design and causality. Chapman and Hall/CRC.<br>• Imbens, G. W., & Rubin, D. B. (2015). Causal inference in statistics, social, and biomedical sciences. Cambridge University Press.<br>• Mullainathan, Sendhil, and Jann Spiess. (2017). Machine Learning: An Applied Econometric Approach. Journal of Economic Perspectives, 31(2): 87-106.<br>• Pearl, Judea, and Dana Mackenzie (2018). The Book of Why. Basic Books, New York, NY.<br>• Pearl, Judea, Madelyn Glymour, and Nicholas P. Jewell (2016). Causal Inference in Statistics: A Primer. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY. |

## Modul M0676: Digitale Nachrichtenübertragung

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Digitale Nachrichtenübertragung (L0444) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Digitale Nachrichtenübertragung (L0445) | Hörsaalübung | 2 | 2 |
| Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung (L0646) | Laborpraktikum | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Gerhard Bauch |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Mathematik 1-3<br>• Signale und Systeme<br>• Einführung in die Nachrichtentechnik und ihre stochastischen Methoden |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden sind in der Lage, moderne digitale Nachrichtenübertragungsverfahren zu verstehen, zu vergleichen und zu entwerfen. Sie sind vertraut mit den Eigenschaften linearer und nicht-linearer digitaler Modulationsverfahren. Sie können die Verzerrungen durch Übertragungskanäle beschreiben sowie Empfänger einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und beurteilen. Sie kennen die Prinzipien der Single Carrier- und Multicarrier-Übertragung und die Grundlagen wichtiger Vielfachzugriffsverfahren.<br><br>Die Studierenden kennen die Vorlesungs- und Übungsinhalte und können diese erläutern sowie auf neue Fragestellungen anwenden. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind in der Lage, ein digitales Nachrichtenübertragungsverfahren einschließlich Vielfachzugriff zu analysieren und zu entwerfen. Sie sind in der Lage, ein hinsichtlich Übertragungsrate, Bandbreitebedarf, Fehlerwahrscheinlichkeit und weiterer Signaleigenschaften geeignetes digitales Modulationsverfahren zu wählen. Sie können einen geeigneten Detektor einschließlich Kanalschätzung und Entzerrung entwerfen und dabei Eigenschaften suboptimaler Verfahren hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Aufwand berücksichtigen. Sie sind in der Lage, ein Single-Carrierverfahren oder ein Multicarrier-Verfahren zu dimensionieren und die Eigenschaften beider Ansätze gegeneinander abzuwägen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können in fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Ja; **Bonus** Keiner; **Art der Studienleistung** Schriftliche Ausarbeitung; **Beschreibung** |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Data Science: Vertiefung II. Computer Science: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Pflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0444: Digital Communications

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Gerhard Bauch |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Repetition: Baseband Transmission<br>  ◦ Pulse shaping: Non-return to zero (NRZ) rectangular pulses, raised-cosine pulses, square-root raised-cosine pulses<br>  ◦ Power spectral density (psd) of baseband signals<br>  ◦ Intersymbol interference (ISI)<br>  ◦ First and second Nyquist criterion<br>  ◦ AWGN channel<br>  ◦ Matched filter<br>  ◦ Matched-filter receiver and correlation receiver<br>  ◦ Noise whitening matched filter |

- Discrete-time AWGN channel model
- Representation of bandpass signals and systems in the equivalent baseband
  - Quadrature amplitude modulation (QAM)
  - Equivalent baseband signal and system
  - Analytical signal
  - Equivalent baseband random process, equivalent baseband white Gaussian noise process
  - Equivalent baseband AWGN channel
  - Equivalent baseband channel model with frequency-offset and phase noise
  - Equivalent baseband Rayleigh fading and Rice fading channel models
  - Equivalent baseband frequency-selective channel model
  - Discrete memoryless channels (DMC)
- Bandpass transmission via carrier modulation
  - Amplitude modulation, frequency modulation, phase modulation
  - Linear digital modulation methods
    - On-off keying, M-ary amplitude shift keying (M-ASK), M-ary phase shift keying (M-PSK), M-ary quadrature amplitude modulation (M-QAM), offset-QPSK
    - Signal space representation of transmit signal constellations and signals
    - Energy of linear digital modulated signals, average energy per symbol
    - Power spectral density of linear digital modulated signals
    - Bandwidth efficiency
    - Correlation coefficient of elementary signals
    - Error probabilities of linear digital modulation methods
      - Error functions
      - Gray mapping and natural mapping
      - Bit error probabilities, symbol error probabilities, pairwise symbol error probabilities
      - Euclidean distance and Hamming distance
      - Exact and approximate computation of error probabilities
      - Performance comparison of modulation schemes in terms of per bit SNR vs. per symbol SNR
    - Hierarchical modulation, multilevel modulation
    - Effects of carrier phase offset and carrier frequency offset
    - Differential modulation
      - M-ary differential phase shift keying (M-PSK)
      - Coherent and non-coherent detection of DPSK
      - p/M-differential phase shift keying (p/M-DPSK)
      - Differential amplitude and phase shift keying (DAPSK)
  - Non-linear digital modulation methods
    - Frequency shift keying (FSK)
    - Modulation index
    - Minimum shift keying (MSK)
      - Offset-QPSK representation of MSK
      - MSK with differential precoding and rotation
      - Bit error probabilities of MSK
      - Gaussian minimum shift keying (GMSK)
      - Power spectral density of MSK and GMSK
    - Continuous phase modulation (CPM)
      - General description of CPM signals
      - Frequency pulses and phase pulses
    - Coherent and non-coherent detection of FSK
  - Performance comparison of linear and non-linear digital modulation methods
- Frequency-selective channels, ISI channels
  - Intersymbol interference and frequency-selectivity
  - RMS delay spread
  - Narrowband and broadband channels
  - Equivalent baseband transmission model for frequency-selective channels
  - Receive filter design
- Equalization
  - Symbol-spaced and fractionally-spaced equalizers
  - Inverse system
  - Non-recursive linear equalizers
    - Linear zero-forcing (ZF) equalizer
    - Linear minimum mean squared error (MMSE) equalizer
  - Non-linear equalization:
    - Decision feedback equalizer (DFE)
    - Tomlinson-Harashima precoding
  - Maximum a posteriori probability (MAP) and maximum likelihood equalizer, Viterbi algorithm
- Single-carrier vs. multi-carrier transmission
- Multi-carrier transmission
  - General multicarrier transmission
  - Orthogonal frequency division multiplex (OFDM)
    - OFDM implementation using the Fast Fourier Transform (FFT)
    - Cyclic guard interval
    - Power spectral density of OFDM
    - Peak-to-average power ratio (PAPR)
- Multiple access
  - Principles of time division multiple access (TDMA), frequency division multiple access (FDMA), code division multiple

| | |
|---|---|
| | access (CDMA), non-orthogonal multiple access (NOMA), hybrid multiple access<br>• Spread spectrum communications<br>◦ Direct sequence spread spectrum communications<br>◦ Frequency hopping<br>◦ Protection against eavesdropping<br>◦ Protection against narrowband jammers<br>◦ Short vs. long spreading codes<br>◦ Direct sequence spread spectrum communications in frequency-selective channels<br>▪ Rake receiver<br>◦ Code division multiple access (CDMA)<br>▪ Design criteria of spreading sequences, autocorrelation function and crosscorrelation function of spreading sequences<br>▪ Intersymbol interference (ISI) and multiple access interference (MAI)<br>▪ Pseudo noise (PN) sequences, maximum length sequences (m-sequences), Gold codes, Walsh-Hadamard codes, orthogonal variable spreading factor (OVSF) codes<br>▪ Multicode transmission<br>▪ CDMA in uplink and downlink of a wireless communications system<br>▪ Single-user detection vs. multi-user detection |
| **Literatur** | K. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner<br>P.A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Teubner.<br>J.G. Proakis, M. Salehi: Digital Communications. McGraw-Hill.<br>S. Haykin: Communication Systems. Wiley<br>R.G. Gallager: Principles of Digital Communication. Cambridge<br>A. Goldsmith: Wireless Communication. Cambridge.<br>D. Tse, P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge. |

| **Lehrveranstaltung L0445: Digital Communications** | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Gerhard Bauch |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| **Lehrveranstaltung L0646: Praktikum Digitale Nachrichtenübertragung** | |
|---|---|
| **Typ** | Laborpraktikum |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Gerhard Bauch |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | - DSL-Übertragung<br>- Stochastische Prozesse<br>- Digitale Datenübertragung |
| **Literatur** | K. Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner<br>P.A. Höher: Grundlagen der digitalen Informationsübertragung, Teubner.<br>J.G. Proakis, M. Salehi: Digital Communications. McGraw-Hill.<br>S. Haykin: Communication Systems. Wiley<br>R.G. Gallager: Principles of Digital Communication. Cambridge<br>A. Goldsmith: Wireless Communication. Cambridge.<br>D. Tse, P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communication. Cambridge. |

## Modul M0753: Software Verification

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Softwareverifikation (L0629) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Softwareverifikation (L0630) | Gruppenübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Sibylle Schupp |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Automata theory and formal languages<br>• Computational logic<br>• Object-oriented programming, algorithms, and data structures<br>• Functional programming or procedural programming<br>• Concurrency |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students apply the major verification techniques in model checking and deductive verification. They explain in formal terms syntax and semantics of the underlying logics, and assess the expressivity of different logics as well as their limitations. They classify formal properties of software systems. They find flaws in formal arguments, arising from modeling artifacts or underspecification. |
| *Fertigkeiten* | Students formulate provable properties of a software system in a formal language. They develop logic-based models that properly abstract from the software under verification and, where necessary, adapt model or property. They construct proofs and property checks by hand or using tools for model checking or deductive verification, and reflect on the scope of the results. Presented with a verification problem in natural language, they select the appropriate verification technique and justify their choice. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students discuss relevant topics in class. They defend their solutions orally. They communicate in English. |
| *Selbstständigkeit* | Using accompanying on-line material for self study, students can assess their level of knowledge continuously and adjust it appropriately. Working on exercise problems, they receive additional feedback. Within limits, they can set their own learning goals. Upon successful completion, students can identify and precisely formulate new problems in academic or applied research in the field of software verification. Within this field, they can conduct independent studies to acquire the necessary competencies and compile their findings in academic reports. They can devise plans to arrive at new solutions or assess existing ones. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Verpflichtend: Ja; Bonus: 15 %; Art der Studienleistung: Übungsaufgaben; Beschreibung: |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung II. Computer Science: Wahlpflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme: Pflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Software: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0629: Software Verification

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Sibylle Schupp |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • ◦ Model checking (bounded model checking, CTL, LTL)<br>◦ Real-time model checking (TCTL, timed automata)<br>◦ Deductive verification (Hoare logic)<br>◦ Tool support<br>◦ Recent developments of verification techniques and applications |
| **Literatur** | • C. Baier and J-P. Katoen, Principles of Model Checking, MIT Press 2007.<br>• M. Huth and M. Bryan, Logic in Computer Science. Modelling and Reasoning about Systems, 2nd Edition, 2004.<br>• Selected Research Papers |

| Lehrveranstaltung L0630: Software Verification | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Sibylle Schupp |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0836: Communication Networks

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Ausgewählte Themen der Kommunikationsnetze (L0899) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |
| Kommunikationsnetze (L0897) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Übung Kommunikationsnetze (L0898) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Andreas Timm-Giel |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Fundamental stochastics<br>• Basic understanding of computer networks and/or communication technologies is beneficial |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students are able to describe the principles and structures of communication networks in detail. They can explain the formal description methods of communication networks and their protocols. They are able to explain how current and complex communication networks work and describe the current research in these examples. |
| *Fertigkeiten* | Students are able to evaluate the performance of communication networks using the learned methods. They are able to work out problems themselves and apply the learned methods. They can apply what they have learned autonomously on further and new communication networks. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students are able to define tasks themselves in small teams and solve these problems together using the learned methods. They can present the obtained results. They are able to discuss and critically analyse the solutions. |
| *Selbstständigkeit* | Students are able to obtain the necessary expert knowledge for understanding the functionality and performance capabilities of new communication networks independently. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Referat |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 1,5 Stunden Kolloquium mit je drei Prüflingen, also ca. 30 min je Prüfling. Inhalt des Kolloquiums sind die Poster der vorhergehenden Postersession sowie die Lehrinhalte. |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme: Wahlpflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Netze: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0899: Selected Topics of Communication Networks

| | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr.-Ing. Koojana Kuladinithi |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Example networks selected by the students will be researched on in a PBL course by the students in groups and will be presented in a poster session at the end of the term. |
| **Literatur** | • see lecture |

| Lehrveranstaltung L0897: Communication Networks | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr.-Ing. Koojana Kuladinithi |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | |
| **Literatur** | • Skript des Instituts für Kommunikationsnetze<br>• Tannenbaum, Computernetzwerke, Pearson-Studium<br><br>Further literature is announced at the beginning of the lecture. |

| Lehrveranstaltung L0898: Communication Networks Excercise | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr.-Ing. Koojana Kuladinithi |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Part of the content of the lecture Communication Networks are reflected in computing tasks in groups, others are motivated and addressed in the form of a PBL exercise. |
| **Literatur** | • announced during lecture |

## Modul M0733: Software Analysis

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Softwareanalyse (L0631) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Softwareanalyse (L0632) | Gruppenübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Sibylle Schupp |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Basic knowledge of software-engineering activities<br>• Discrete algebraic structures<br>• Object-oriented programming, algorithms, and data structures<br>• Functional programming or Procedural programming |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students apply the major approaches to data-flow analysis, control-flow analysis, and type-based analysis, along with their classification schemes, and employ abstract interpretation. They explain the standard forms of internal representations and models, including their mathematical structure and properties, and evaluate their suitability for a particular analysis. They explain and categorize the major analysis algorithms. They distinguish precise solutions from approximative approaches, and show termination and soundness properties. |
| *Fertigkeiten* | Presented with an analytical task for a software artifact, students select appropriate approaches from software analysis, and justify their choice. They design suitable representations by modifying standard representations. They develop customized analyses and devise them as safe overapproximations. They formulate analyses in a formal way and construct arguments for their correctness, behavior, and precision. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students discuss relevant topics in class. They defend their solutions orally. They communicate in English. |
| *Selbstständigkeit* | Using accompanying on-line material for self study, students can assess their level of knowledge continuously and adjust it appropriately. Working on exercise problems, they receive additional feedback. Within limits, they can set their own learning goals. Upon successful completion, students can identify and precisely formulate new problems in academic or applied research in the field of software analysis. Within this field, they can conduct independent studies to acquire the necessary competencies and compile their findings in academic reports. They can devise plans to arrive at new solutions or assess existing ones. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | siehe englisch |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0631: Software Analysis

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Sibylle Schupp |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Modeling: Control-Flow Modeling, Data Dependences, Intermediate Languages)<br>• Classical Bit-Vector Analyses (Reaching Definition, Very Busy Expressions, Liveness, Available Expressions, May/Must, Forward/Backward)<br>• Monotone Frameworks (Lattices, Transfer Functions, Ascending Chain Condition, Distributivity, Constant Propagation)<br>• Theory of Data-Flow Analysis (Tarski's Fixed Point Theorem, Data-Flow Equations, MFP Solution, MOP Solution, Worklist Algorithm)<br>• Non-Classical Data-Flow Analyses<br>• Abstract Interpretation (Galois Connections, Approximating Fixed Points, Construction Techniques)<br>• Type Systems (Type Derivation, Inference Trees, Algorithm W, Unification)<br>• Recent Developments of Analysis Techniques and Applications |
| **Literatur** | • Flemming Nielsen, Hanne Nielsen, and Chris Hankin. Principles of Program Analysis. Springer, 2nd. ed. 2005.<br>• Uday Khedker, Amitabha Sanyal, and Bageshri Karkara. Data Flow Analysis: Theory and Practice. CRC Press, 2009.<br>• Benjamin Pierce, Types and Programming Languages, MIT Press.<br>• Selected research papers |

| Lehrveranstaltung L0632: Software Analysis | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Sibylle Schupp |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1598: Bildverarbeitung

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Bildverarbeitung (L2443) | Vorlesung | 2 | 4 |
| Bildverarbeitung (L2444) | Gruppenübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Tobias Knopp |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Signal und Systeme |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden kennen<br>• Visuelle Wahrnehmung<br>• Mehrdimensionale Signalverarbeitung<br>• Abtastung und Abtasttheorem<br>• Filterung<br>• Bildverbesserung<br>• Kantendetektion<br>• Mehrfachauflösende Verfahren: Gauss- und Laplace-Pyramide, Wavelets<br>• Bildkompression<br>• Segmentierung<br>• Morphologische Bildverarbeitung |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können<br>• multidimensionale Bilddaten analysieren, bearbeiten, verbessern<br>• einfache Kompressionsalgorithmen implementieren<br>• eigene Filter für konkrete Anwendungen entwerfen |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können in sowohl selbstständig als auch in Teams an komplexen Problemen arbeiten. Sie können sich untereinander austauschen und ihre individuellen Stärken zur Lösung des Problems einbringen. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind in der Lage ein komplexes Problem eigenständig zu untersuchen und einzuschätzen, welche Kompetenzen zur Lösung des Problems benötigt werden. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung II. Computer Science: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Nachrichten- und Kommunikationstechnik: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Sichere und zuverlässige IT-Systeme, Schwerpunkt Software und Signalverarbeitung : Wahlpflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Communication and Signal Processing: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L2443: Bildverarbeitung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Tobias Knopp |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Visuelle Wahrnehmung<br>• Mehrdimensionale Signalverarbeitung<br>• Abtastung und Abtasttheorem<br>• Filterung<br>• Bildverbesserung<br>• Kantendetektion<br>• Mehrfachauflösende Verfahren: Gauss- und Laplace-Pyramide, Wavelets<br>• Bildkompression<br>• Segmentierung<br>• Morphologische Bildverarbeitung |
| **Literatur** | Bredies/Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011<br>Pratt, Digital Image Processing, Wiley, 2001<br>Bernd Jähne: Digitale Bildverarbeitung - Springer, Berlin 2005 |

| Lehrveranstaltung L2444: Bildverarbeitung | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Tobias Knopp |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0629: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Intelligente Autonome Agenten und kognitive Robotik (L0341) | Vorlesung | 2 | 4 |
| Intelligente Autonome Agenten und kognitive Robotik (L0512) | Gruppenübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Rainer Marrone |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Vectors, matrices, Calculus |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students can explain the agent abstraction, define intelligence in terms of rational behavior, and give details about agent design (goals, utilities, environments). They can describe the main features of environments. The notion of adversarial agent cooperation can be discussed in terms of decision problems and algorithms for solving these problems. For dealing with uncertainty in real-world scenarios, students can summarize how Bayesian networks can be employed as a knowledge representation and reasoning formalism in static and dynamic settings. In addition, students can define decision making procedures in simple and sequential settings, with and with complete access to the state of the environment. In this context, students can describe techniques for solving (partially observable) Markov decision problems, and they can recall techniques for measuring the value of information. Students can identify techniques for simultaneous localization and mapping, and can explain planning techniques for achieving desired states. Students can explain coordination problems and decision making in a multi-agent setting in term of different types of equilibria, social choice functions, voting protocol, and mechanism design techniques. |
| *Fertigkeiten* | Students can select an appropriate agent architecture for concrete agent application scenarios. For simplified agent application students can derive decision trees and apply basic optimization techniques. For those applications they can also create Bayesian networks/dynamic Bayesian networks and apply bayesian reasoning for simple queries. Students can also name and apply different sampling techniques for simplified agent scenarios. For simple and complex decision making students can compute the best action or policies for concrete settings. In multi-agent situations students will apply techniques for finding different equilibria states,e.g., Nash equilibria. For multi-agent decision making students will apply different voting protocols and compare and explain the results. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students are able to discuss their solutions to problems with others. They communicate in English |
| *Selbstständigkeit* | Students are able of checking their understanding of complex concepts by solving varaints of concrete problems |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0341: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Rainer Marrone |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Definition of agents, rational behavior, goals, utilities, environment types<br>• Adversarial agent cooperation:<br>Agents with complete access to the state(s) of the environment, games, Minimax algorithm, alpha-beta pruning, elements of chance<br>• Uncertainty:<br>Motivation: agents with no direct access to the state(s) of the environment, probabilities, conditional probabilities, product rule, Bayes rule, full joint probability distribution, marginalization, summing out, answering queries, complexity, independence assumptions, naive Bayes, conditional independence assumptions<br>• Bayesian networks:<br>Syntax and semantics of Bayesian networks, answering queries revised (inference by enumeration), typical-case complexity, pragmatics: reasoning from effect (that can be perceived by an agent) to cause (that cannot be directly perceived).<br>• Probabilistic reasoning over time:<br>Environmental state may change even without the agent performing actions, dynamic Bayesian networks, Markov assumption, transition model, sensor model, inference problems: filtering, prediction, smoothing, most-likely explanation, special cases: hidden Markov models, Kalman filters, Exact inferences and approximations<br>• Decision making under uncertainty:<br>Simple decisions: utility theory, multivariate utility functions, dominance, decision networks, value of informatio<br>Complex decisions: sequential decision problems, value iteration, policy iteration, MDPs<br>Decision-theoretic agents: POMDPs, reduction to multidimensional continuous MDPs, dynamic decision networks<br>• Simultaneous Localization and Mapping<br>• Planning<br>• Game theory (Golden Balls: Split or Share)<br>Decisions with multiple agents, Nash equilibrium, Bayes-Nash equilibrium<br>• Social Choice<br>Voting protocols, preferences, paradoxes, Arrow's Theorem,<br>• Mechanism Design<br>Fundamentals, dominant strategy implementation, Revelation Principle, Gibbard-Satterthwaite Impossibility Theorem, Direct mechanisms, incentive compatibility, strategy-proofness, Vickrey-Groves-Clarke mechanisms, expected externality mechanisms, participation constraints, individual rationality, budget balancedness, bilateral trade, Myerson-Satterthwaite Theorem |
| **Literatur** | 1. Artificial Intelligence: A Modern Approach (Third Edition), Stuart Russell, Peter Norvig, Prentice Hall, 2010, Chapters 2-5, 10-11, 13-17<br>2. Probabilistic Robotics, Thrun, S., Burgard, W., Fox, D. MIT Press 2005<br>3. Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations, Yoav Shoham, Kevin Leyton-Brown, Cambridge University Press, 2009 |

| Lehrveranstaltung L0512: Intelligent Autonomous Agents and Cognitive Robotics | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Rainer Marrone |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1880: Deep Learning for Social Analytics

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Deep Learning für Text und Graphen (L3097) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Social Analytics mit Deep Learning (L3098) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Christoph Ihl |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Learning objectives:<br><br>After completing this module, students will be able to:<br><br>• Understand how text and graphs can be transformed into data<br>• Discuss the conceptual ideas behind various deep learning architectures<br>• Decide about suitable deep learning architectures for a given task<br>• Set up deep learning architectures for different tasks |
| *Fertigkeiten* | |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | |
| *Selbstständigkeit* | |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Bearbeitung von Programmieraufgaben zu jeder Unterrichtseinheit |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung III. Applications: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Informationstechnologie: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L3097: Deep Learning for Text and Graphs | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christoph Ihl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Today, massive amounts of valuable data come in digital, yet often unstructured forms such as text or graphs. People communicate almost everything in language: e.g., social media, web search, product reviews, advertising, emails, customer service, language translation, chatbots, medical reports, etc. At the same time, they choose to interact with other people, products or websites. These networked interaction patterns can be represented as graphs of relationships between people and objects. Analyzing these new data sources and forms can help decision makers to significantly improve the effectiveness and efficiency of products, services and processes.<br><br>This course introduces the fundamentals and current state of machine learning for natural language processing (NLP) and graphs in terms of content, users, and social relations. The course has a particular emphasis on key advancements in deep learning (or neural network) architectures, which in recent years have obtained very high performance across many different tasks, using single end-to-end models that do not require traditional, task-specific feature engineering. The course focuses on the computational, algorithmic, and modeling challenges specific to learning architecture for text and graphs. Students will gain a thorough introduction to modern deep learning algorithms. Through lectures and coding labs, students will learn the necessary skills to design, implement, and understand their own deep learning models. We will use Python and the deep learning framework PyTorch (Geometric).<br><br>Topics Covered:<br><br>1. Intro: Text and Graphs as Data<br><br>2. Word Embeddings<br><br>3. Fundamentals of Deep Learning<br><br>4. Dependency Parsing<br><br>5. Recurrent Neural Networks for Text<br><br>6. Contextual Word Embeddings with Transformers<br><br>7. Analyzing Graphs<br><br>8. Graph Embeddings<br><br>9. Graph Embeddings for Complex Graphs<br><br>10. Graph Neural Networks (GNNs)<br><br>11. GNNs for Complex Graphs<br><br>12. GNNs for Text<br><br>13. Deep Generative Models for Text and Graphs |
| **Literatur** | • Chollet, F., & Allaire, J. J. (2018). Deep Learning mit R und Keras: Das Praxis-Handbuch von den Entwicklern von Keras und RStudio. MITP-Verlags GmbH & Co. KG.<br>• Hamilton, William L. (2020). Graph Representation Learning. Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning, Vol. 14, No. 3 , Pages 1-159.<br>• Hapke, H., Howard, C., & Lane, H. (2019). Natural Language Processing in Action: Understanding, analyzing, and generating text with Python. Simon and Schuster.<br>• Hvitfeldt, E., & Silge, J. (2021). Supervised machine learning for text analysis in R.<br>• Ma, Y., & Tang, J. (2021). Deep learning on graphs. Cambridge University Press.<br>• Rao, D., & McMahan, B. (2019). Natural language processing with PyTorch: build intelligent language applications using deep learning. O'Reilly Media, Inc. |

| **Lehrveranstaltung L3098: Social Analytics with Deep Learning** | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Christoph Ihl |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Today, massive amounts of valuable data come in digital, yet often unstructured forms such as text or graphs. People communicate almost everything in language: e.g., social media, web search, product reviews, advertising, emails, customer service, language translation, chatbots, medical reports, etc. At the same time, they choose to interact with other people, products or websites. These networked interaction patterns can be represented as graphs of relationships between people and objects. Analyzing these new data sources and forms can help decision makers to significantly improve the effectiveness and efficiency of products, services and processes.<br><br>This course introduces the fundamentals and current state of machine learning for natural language processing (NLP) and graphs in terms of content, users, and social relations. The course has a particular emphasis on key advancements in deep learning (or neural network) architectures, which in recent years have obtained very high performance across many different tasks, using single end-to-end models that do not require traditional, task-specific feature engineering. The course focuses on the computational, algorithmic, and modeling challenges specific to learning architecture for text and graphs. Students will gain a thorough introduction to modern deep learning algorithms. Through lectures and coding labs, students will learn the necessary skills to design, implement, and understand their own deep learning models. We will use Python and the deep learning framework PyTorch (Geometric).<br><br>Topics Covered:<br><br>1. Intro: Text and Graphs as Data<br><br>2. Word Embeddings<br><br>3. Fundamentals of Deep Learning<br><br>4. Dependency Parsing<br><br>5. Recurrent Neural Networks for Text<br><br>6. Contextual Word Embeddings with Transformers<br><br>7. Analyzing Graphs<br><br>8. Graph Embeddings<br><br>9. Graph Embeddings for Complex Graphs<br><br>10. Graph Neural Networks (GNNs)<br><br>11. GNNs for Complex Graphs<br><br>12. GNNs for Text<br><br>13. Deep Generative Models for Text and Graphs |
| **Literatur** | • Chollet, F., & Allaire, J. J. (2018). Deep Learning mit R und Keras: Das Praxis-Handbuch von den Entwicklern von Keras und RStudio. MITP-Verlags GmbH & Co. KG.<br>• Hamilton, William L. (2020). Graph Representation Learning. Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning, Vol. 14, No. 3 , Pages 1-159.<br>• Hapke, H., Howard, C., & Lane, H. (2019). Natural Language Processing in Action: Understanding, analyzing, and generating text with Python. Simon and Schuster.<br>• Hvitfeldt, E., & Silge, J. (2021). Supervised machine learning for text analysis in R.<br>• Ma, Y., & Tang, J. (2021). Deep learning on graphs. Cambridge University Press.<br>• Rao, D., & McMahan, B. (2019). Natural language processing with PyTorch: build intelligent language applications using deep learning. O'Reilly Media, Inc.<br>• Silge, J., & Robinson, D. (2017). Text mining with R: A tidy approach. O'Reilly Media, Inc. |

## Fachmodule der Vertiefung II. Logistik

### Modul M0978: Sustainable Mobility of Goods and Logistics Systems

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Internationale Logistik und Verkehrssysteme (L1168) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 4 |
| Nachhaltige Gütermobilität, Logistik, Verkehr (L1165) | Vorlesung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Heike Flämig |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Introduction to Logistics and Mobility<br>• Foundations of Management<br>• Legal Foundations of Transportation and Logistics |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students are able to...<br>• give definitions of system theory, (international) transport chains and logistics in the context of supply chain management<br>• explain trends and strategies for mobility of goods and logistics<br>• describe elements of integrated and multi-modal transport chains and their advantages and disadvantages<br>• deduce impacts of management decisions on logistics system and traffic system and explain how stakeholders influence them<br>• explain the correlations between economy and logistics systems, mobility of goods, space-time-structures and the traffic system as well as ecology and politics |
| *Fertigkeiten* | Students are able to...<br>• Design intermodal transport chains and logistic concepts<br>• apply the commodity chain theory and case study analysis<br>• evaluate different international transport chains<br>• cope with differences in cultures that influence international transport chains |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students are able to...<br>• develop a feeling of social responsibility for their future jobs<br>• give constructive feedback to others about their presentation skills<br>• plan and execute teamwork tasks |
| *Selbstständigkeit* | Students are able to improve presentation skills by feedback of others |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Verpflichtend: Ja; Bonus: Keiner; Art der Studienleistung: Übungsaufgaben<br>Verpflichtend: Ja; Bonus: Keiner; Art der Studienleistung: Teilnahme an Exkursionen |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 Minuten Klausur, Bearbeitung von Übungsaufgaben in Gruppen (min. 80% Anwesenheit), eintägige Exkursion mit Kurzreferaten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Management: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1168: International Logistics and Transport Systems | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Heike Flämig |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | The problem-oriented-learning lecture consists of case studies and complex problems concerning the systemic characteristics of different modes of transport as well as the organization and realization of transport chains. Students get to know specific issues from practice of logistics and mobility of goods and work out recommondations for solutions. |
| **Literatur** | David, Pierre A.; Stewart, Richard D.: International Logistics: The Management of International Trade Operations, 3rd Edition, Mason, 2010<br><br>Schieck, Arno: Internationale Logistik: Objekte, Prozesse und Infrastrukturen grenzüberschreitender Güterströme, München, 2009 |

| Lehrveranstaltung L1165: Sustainable Mobility of Goods, Logistics, Traffic | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Heike Flämig |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | The intention of this lecture is to provide a general system analysis-based overview of how transportation chains emerge and how they are developed. The respective advantages and disadvantages of different international transportation chains of goods are to be pointed out from a micro- and a macroeconomic point of view. The effects on the traffic system as well as the ecological and social consequences of a spatial devision of economical activities are to be discussed.<br>The overview of current international transportation chains is carried out on the basis of concrete material- and appendant information flows. Established transportation chains and some of their individual elements are to become transparent to the students by a number of practical examples.<br><br>1. A conceptual systems model<br>2. Elements of integrated and multi-modal transportation chains<br>3. interaction of transport and traffic, demand and supply on different layers of the transport system<br>4. Global Issues in Supply Chain Management<br>5. Global Players and networks<br>6. Logistics and corporate social responsibility (CSR)<br>7. Methods and data for assessment of international transport chains<br>8. Influence of cultural aspects on international transport chains<br>9. New solutions using different focuses of the transport and logstics system |
| **Literatur** | David, Pierre A.; Stewart, Richard D.: International Logistics: The Management of International Trade Operations, 3rd Edition, Mason, 2010<br><br>Schieck, Arno: Internationale Logistik: Objekte, Prozesse und Infrastrukturen grenzüberschreitender Güterströme, München, 2009<br><br>BLOECH, J., IHDE, G. B. (1997) Vahlens Großes Logistiklexikon, München, Verlag C.H. Beck<br><br>IHDE, G. B. (1991) Transport, Verkehr, Logistik, München, Verlag Franz Vahlen, 2. völlig überarbeitete und erweiterte Auflage<br><br>NUHN, H., HESSE, M. (2006) Verkehrsgeographie, Paderborn, München, Wien, Zürich, Verlage Ferdinand Schöningh<br><br>PFOHL, H.-C. (2000) Logistiksysteme - Betriebswirtschaftliche Grundlagen, Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag, 6. Auflage |

## Modul M1132: Maritimer Transport

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Maritimer Transport (L0063) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Maritimer Transport (L0064) | Gruppenübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Carlos Jahn |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können...<br>• die an der maritimen Transportkette beteiligten Akteure hinsichtlich ihrer typischen Aufgaben darstellen;<br>• in der Schifffahrt gängige Ladungsarten benennen sowie die zu den Ladungsarten entsprechenden Güter einordnen;<br>• Betriebsformen in der Seeschifffahrt, die Transportoptionen und das Management in Transportnetzwerken erläutern;<br>• Vor- und Nachteile der verschiedenen Verkehrsträger im Hinterland abwägen und auf die Praxis übertragen;<br>• Potentiale der Digitalisierung in der Seeschifffahrt abschätzen. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind in der Lage...<br>• Transportart, Akteure und Funktionen der Akteure in der maritimen Lieferkette zu bestimmen;<br>• mögliche Kostentreiber in einer Transportkette zu identifizieren und entsprechende Vorschläge zur Kostenreduktion zu empfehlen;<br>• Material- und Informationsflüsse einer maritimen Logistikkette zu erfassen, abzubilden und systematisch zu analysieren, mögliche Probleme zu identifizieren und Lösungsvorschläge zu empfehlen;<br>• Risikoabschätzungen von menschlichen Störungen auf die Supply Chain durchzuführen;<br>• Unfälle im Bereich der Maritimen Logistik analysieren und hinsichtlich ihrer Relevanz im Alltag zu bewerten;<br>• mit aktuellen Forschungsthemen im Bereich der maritimen Logistik differenziert umzugehen;<br>• anhand von Szenarien den Einsatz einer Flotte planen;<br>• verschiedene Prozessmodellierungsmethoden in einem bisher unbekannten Betätigungsfeld anzuwenden und die jeweiligen Vorteile herauszuarbeiten. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können...<br>• in Kleingruppen umfangreiche Aufgabenpakete diskutieren und organisieren;<br>• in Kleingruppen Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind fähig...<br>• Fachliteratur, darunter auch Normen und Richtlinien, zu recherchieren und auszuwählen;<br>• eigene Anteile an einer umfangreichen schriftlichen Ausarbeitung in Kleingruppen fristgerecht einzureichen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |

**Studienleistung**

| Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
|---|---|---|---|
| Nein | 15 % | Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung | Teilnahme an einem Planspiel und anschließende schriftliche Ausarbeitung |

| | |
|---|---|
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0063: Maritimer Transport | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Carlos Jahn |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Zu den generellen Aufgaben der maritimen Logistik zählen die Planung, Gestaltung, Durchführung und Steuerung von Material- und Informationsflüssen in der Logistikkette Schiff - Hafen - Hinterland. Ziel der Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden Kenntnisse des maritimen Transports und der an der maritimen Transportkette beteiligten Akteure zu vermitteln. Hierbei wird, unter Beachtung der wirtschaftlichen Entwicklung, auf typische Problemfelder und Aufgaben eingegangen. Somit sind sowohl klassische Probleme als auch aktuelle Entwicklungen und Trends im Bereich der Maritimen Logistik berücksichtigt.<br><br>In der Vorlesung werden die Bestandteile der maritimen Logistikkette und die beteiligten Akteure beleuchtet sowie Risikoabschätzungen von menschlichen Störungen auf die Supply Chain erarbeitet. Darüber hinaus lernen Studierenden die Potentiale der Digitalisierung in der Seeschifffahrt, Insbesondere im Hinblick auf das Monitoring von Schiffen, abzuschätzen. Zudem sind Studierende in der Lage, für Flotten von Container- oder Trampschiffen eine Einsatzplanung zu entwerfen. Ein weiterer Inhalt der Vorlesung sind die verschiedenen Verkehrsträger im Hinterland, welche Studierenden nach Abschluss der Lehrveranstaltung hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bewerten können. |
| **Literatur** | • Clausen, Uwe and Geiger, Christiane. Verkehrs- und Transportlogistik. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2013.<br>• Schönknecht, Axel. Maritime Containerlogistik: Leistungsvergleich von Containerschiffen in intermodalen Transportketten. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.<br>• Rodrigue, Jean-Paul. Geography of Transport Systems. London New York: Routledge, 2020.<br>• Stopford, Martin. Maritime Economics Routledge, 2009. |

| Lehrveranstaltung L0064: Maritimer Transport | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Carlos Jahn |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Bei der Gruppenübung im Modul "Maritimer Transport" werden den Studierenden durch das haptische Planspiel MARITIME grundlegende Kenntnisse über Akteure und Prozesse in maritimen Transportketten vermittelt. Weiterhin ermöglicht das Planspiel und die darauf aufbauende Gruppenarbeit das selbständige Erlernen verschiedener Prozessmodellierungstechniken und fördert die Kompetenzen der Studierenden im Bereich der Präsentation, Moderation und Diskussion. |
| **Literatur** | • Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.<br>• Koch Susanne. Methoden des Prozessmanagements. In: Einführung in das Management von Geschäftsprozessen. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011.<br>• Liebetruth, Thomas. Prozessmanagement in Einkauf und Logistik, Springer Gabler: Wiesbaden, 2020.<br>• Schönknecht, Axel. Maritime Containerlogistik: Leistungsvergleich von Containerschiffen in intermodalen Transportketten. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.<br>• Stopford, Martin. Maritime Economics Routledge, 2009 |

## Modul M1089: Integrierte Instandhaltung und Ersatzteillogistik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Ersatzteillogistik (L1403) | Vorlesung | 1 | 2 |
| Instandhaltungslogistik (L1401) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Übung zu integrierte Instandhaltung und Ersatzteillogistik (L1405) | Gruppenübung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Kathrin Fischer |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlegende Kenntnisse logistischer Prozesse |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | • Studierende können Grundbegriffe der Instandhaltungs- und Ersatzteillogistik erklären und voneinander abgrenzen.<br>• Studierende können wichtige Ansätze und Konzepte der Instandhaltungs- und Ersatzteillogistik erklären, in einem theoretischen Kontext verorten und praktische Anwendungsfälle darstellen. |
| *Fertigkeiten* | • Studierende können im Bereich der Instandhaltungs- und Ersatzteillogistik Prozesse, Techniken und Organisationsformen planen bzw. bewerten.<br>• Studierende können Planungsmethoden der Instandhaltungs- und Ersatzteillogistik auf Praxisbeispiele anwenden.<br>• Studierende können Kennzahlensysteme entwickeln und anwenden sowie Bestandsanalysen durchführen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | • Studierende können eigene fachliche Standpunkte und Arbeitsergebnisse gegenüber Lehrenden und anderen Studierenden in angemessener Weise vertreten.<br>• Studierende können im Team zu sachlich richtigen Arbeitsergebnissen kommen. |
| *Selbstständigkeit* | • Studierende können Fachwissen selbständig erschließen und das erworbene Wissen auch auf neue Fragestellungen transferieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 2 Stunden |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L1403: Ersatzteillogistik

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Ingo Martens |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Einführung: Logistische Ersatzteilbewirtschaftung, Einflussgrößen auf den Ersatzteilbedarf, Anforderungen an die Ersatzteillogistik, Integration von Ersatzteillogistik und Instandhaltungslogistik<br>• Methoden: Analyse der Ersatzteilbestände, Differenzierung der Ersatzteilstrategie, Prognose von Ersatzteilbedarfen, Prozessketten<br>• Planung: Vorplanung, Konzeptplanung und Realisierung, Planungsinstrumente und Tools<br>• Praxisbeispiele zu den Themen: Optimierung von Ersatzteilzentren, Optimierung der weltweiten Ersatzteildistribution, Performance Based Logistics, neue Geschäftsmodelle in der Ersatzteillogistik |
| **Literatur** | Scripts and text documents to be handed out during the course. |

| Lehrveranstaltung L1401: Instandhaltungslogistik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Ingo Martens |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Einführung: Entwicklungen und Trends der integrierten Instandhaltung und Ersatzteillogistik, Bausteine der integrierten Instandhaltung, Begriffe „Instandhaltung“ und „Instandhaltungslogistik“, Handlungsbedarf und „Dilemma der Instandhaltung“, Maßnahmen der Instandhaltungsplanung<br>• Grundlagen der integrierten Instandhaltung: Instandhaltungstechnik, Aufbau- und Ablauforganisation, Controlling der Instandhaltung, Integration der Mitarbeiter und Führungskräfte<br>• Wissenbasierte Betriebsführung und Instandhaltung: Produktion und Instandhaltung, Zustandswissen und Diagnose, Strategie der Betriebsführung, Management, Motivation und Erfolg<br>• Ziele- und Kennzahlensysteme: Entwicklung von Zielsystemen, Anforderungen an Kennzahlen, Kennzahlenanalyse, Stärken-Schwächen-Analyse, Potentialanalyse, Kennzahlenmodelle, Monitoring (IH-Cockpit)<br>• Methoden der Instandhaltung: Make-or-buy vs. Outsourcing, Total Productive Maintenance, Differenzierung von Logistikstrategien<br>• Planung der Instandhaltung: Konzeptplanung und Realisierung, Aufgaben und Schritte der Konzeptplanung, Ergänzung der Planungsgrundlagen, Teilkonzepte „Technik“ und „Organisation“, Gesamtkonzept „Integrierte Instandhaltungs- und Ersatzteillogistik“<br>• Praxisbeispiele u.a. zu den Themen: Energieeffiziente Anlagenwirtschaft, Instandhaltungsstrategien in hochautomatisierten Warenverteilzentren, Ferndiagnose und Wartungsmanagement bei Windenergieanlagen, Wertstromanalyse in der Instandhaltung |
| **Literatur** | Skripte und Textdokumente, die während der Vorlesung herausgegeben werden.<br><br>Scripts and text documents to be handed out during the course. |

| Lehrveranstaltung L1405: Übung zu integrierte Instandhaltung und Ersatzteillogistik | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Ingo Martens |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Die Studierenden sollen ein tieferes Verständnis für Methoden zur Analyse, Bewertung und Optimierung von Instandhaltungs- und Ersatzteillogistik entwickeln. Es werden Methodenschulungen und eine gemeinsame Anwendung der Methoden an ausgewählten Fallbeispielen durchgeführt. |
| **Literatur** | Es wird die in den Vorlesungen "Instandhaltungdslogistik" und "Ersatzteillogistik" verwendete Literatur empfohlen. |

## Modul M1133: Hafenlogistik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Hafenlogistik (L0686) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Hafenlogistik (L1473) | Gruppenübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Carlos Jahn |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | keine |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können nach Abschluss des Moduls ...<br>• die Entwicklung von Seehäfen (bezüglich der Funktionen der Häfen und der entsprechenden Terminals sowie der betreffenden Betreibermodellen) wiedergeben und diese in den historischen Kontext einordnen;<br>• unterschiedliche Typen von Seehafenterminals und ihre spezifischen Charakteristika (Ladung, Umschlagstechnologien, logistische Funktionsbereiche) erläutern und diese bewerten;<br>• gängige Planungsaufgaben (z. B. Liegeplatzplanung, Stauplanung, Yardplanung) auf Seehafenterminals analysieren sowie geeignete Ansätze (im Sinne von Methoden und Werkzeuge) zur Lösung dieser Planungsaufgaben erstellen;<br>• zukünftige Entwicklungen und Trends hinsichtlich Planung und Steuerung innovativer Seehafenterminals benennen und problemorientiert diskutieren |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage...<br>• Funktionsbereiche in Häfen und in Seehafenterminals zu erkennen;<br>• für Containerterminals passende Betriebssysteme zu definieren und zu bewerten;<br>• statische Berechnungen hinsichtlich gegebener Randbedingungen wie z.B. erforderliche Kapazität (Stellplätze, Gerätebedarf, Kaimauerlänge, Hafenzufahrt) auf ausgewählten Terminaltypen durchzuführen;<br>• zuverlässig einzuschätzen, welche Randbedingungen bei der statischen Planung von ausgewählten Terminaltypen in welchem Ausmaß gängige Logistikkennzahlen beeinflussen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können nach Abschluss des Moduls...<br>• das erworbene Wissen auf weitere Fragestellung der Hafenlogistik übertragen;<br>• in Kleingruppen umfangreiche Aufgabenpakete diskutieren und erfolgreich organisieren;<br>• in Kleingruppen Arbeitsergebnisse in verständlicher Form schriftlich dokumentieren und in angemessen Umfang präsentieren. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls fähig...<br>• Fachliteratur, darunter auch Normen, Richtlinien und Journal Papers, zu recherchieren, auszuwählen und sich die Inhalte eigenständig zu erarbeiten;<br>• eigene Anteile an einer umfangreichen schriftlichen Ausarbeitung in Kleingruppen fristgerecht einzureichen und innerhalb eines festen Zeitrahmens gemeinschaftlich zu präsentieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Nein 15 % Schriftliche Ausarbeitung |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht<br>Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Maritime Technik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0686: Hafenlogistik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Carlos Jahn |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Hafenlogistik beschäftigt sich mit der Planung, Steuerung, Durchführung und Kontrolle von Materialflüssen und den dazugehörigen Informationsflüssen im System Hafen und seinen Schnittstellen zu zahlreichen Akteuren innerhalb und außerhalb des Hafengeländes.<br><br>Die außerordentliche Rolle des Seeverkehrs für den internationalen Handel erfordert sehr leistungsfähige Häfen. Diese müssen zahlreichen Anforderungen in Punkten Wirtschaftlichkeit, Geschwindigkeit, Sicherheit und Umwelt genügen. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich die Vorlesung Hafenlogistik mit der Planung, Steuerung, Durchführung und Kontrolle von Materialflüssen und den dazugehörigen Informationsflüssen im System Hafen und seinen Schnittstellen zu zahlreichen Akteuren innerhalb und außerhalb des Hafengeländes. Die Veranstaltung Hafenlogistik zielt darauf ab, Verständnis über Strukturen und Prozesse in Häfen zu vermitteln. Schwerpunktmäßig werden unterschiedliche Typen von Terminals, ihre charakteristischen Layouts und das eingesetzte technische Equipment und die voranschreitende Digitalisierung sowie das Zusammenspiel der beteiligten Akteure thematisiert.<br><br>Außerdem werden regelmäßig renommierte Gastredner aus der Wissenschaft und Praxis eingeladen, um einige vorlesungsrelevante Themen aus alternativen Blickwinkeln zu beleuchten.<br><br>Folgende Inhalte werden in der Veranstaltung vermittelt:<br><br>• Vermittlung von Strukturen und Prozessen im Hafen<br>• Planung, Steuerung, Durchführung und Kontrolle von Material- und Informationsflüssen im Hafen<br>• Grundlagen unterschiedlicher Terminals, charakteristischer Layouts und des eingesetzten technischen Equipments<br>• Bearbeitung von aktuellen Fragenstellungen der Hafenlogistik |
| **Literatur** | • Alderton, Patrick (2013). Port Management and Operations.<br>• Biebig, Peter and Althof, Wolfgang and Wagener, Norbert (2017). Seeverkehrswirtschaft: Kompendium.<br>• Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.<br>• Büter, Clemens (2013). Außenhandel: Grundlagen internationaler Handelsbeziehungen.<br>• Gleissner, Harald and Femerling, J. Christian (2012). Logistik: Grundlagen, Übungen, Fallbeispiele.<br>• Jahn, Carlos; Saxe, Sebastian (Hg.). Digitalization of Seaports - Visions of the Future, Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2017.<br>• Kummer, Sebastian (2019). Einführung in die Verkehrswirtschaft<br>• Lun, Y.H.V. and Lai, K.-H. and Cheng, T.C.E. (2010). Shipping and Logistics Management.<br>• Woitschützke, Claus-Peter (2013). Verkehrsgeografie. |

| Lehrveranstaltung L1473: Hafenlogistik | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Carlos Jahn |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Inhalt der Übung ist die selbstständige Erstellung eines wissenschaftlichen Papers und einer dazugehörigen Präsentation zu einem aktuellen Thema der Hafenlogistik. Inhalt des Papers sind aktuelle Themen der Hafenlogistik, beispielsweise die zukünftigen Herausforderungen in Nachhaltigkeit und Produktivität von Häfen, die digitale Transformation von Terminals und Häfen oder die Einführung von neuen Regularien durch die International Maritime Organisation in Bezug auf das verifizierte Bruttogewicht von Containern. Aufgrund der internationalen Ausrichtung der Veranstaltung ist das Paper in englischer Sprache zu erstellen. |
| **Literatur** | • Alderton, Patrick (2013). Port Management and Operations.<br>• Biebig, Peter and Althof, Wolfgang and Wagener, Norbert (2017). Seeverkehrswirtschaft: Kompendium.<br>• Brinkmann, Birgitt. Seehäfen: Planung und Entwurf. (2005) Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.<br>• Büter, Clemens (2013). Außenhandel: Grundlagen internationaler Handelsbeziehungen.<br>• Gleissner, Harald and Femerling, J. Christian (2012). Logistik: Grundlagen, Übungen, Fallbeispiele.<br>• Jahn, Carlos; Saxe, Sebastian (Hg.) (2017) Digitalization of Seaports - Visions of the Future, Stuttgart: Fraunhofer Verlag.<br>• Kummer, Sebastian (2019). Einführung in die Verkehrswirtschaft<br>• Lun, Y.H.V. and Lai, K.-H. and Cheng, T.C.E. (2010). Shipping and Logistics Management.<br>• Woitschützke, Claus-Peter (2013). Verkehrsgeografie. |

## Modul M0977: Baulogistik und Projektmanagement

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Baulogistik (L1163) | Vorlesung | 1 | 2 |
| Baulogistik (L1164) | Gruppenübung | 1 | 2 |
| Projektentwicklung und -steuerung (L1161) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Projektentwicklung und -steuerung (L1162) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Heike Flämig |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | keine |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können...<br>• wesentliche Grundbegriffe und Aufgaben der Baulogistik sowie der Projektentwicklung und –steuerung wiedergeben<br>• Vor- und Nachteile einer internen oder externen Baulogistik nennen<br>• Produkt-, Nachfrage- und Produktionscharakteristika von Bauobjekten und ihre Konsequenzen für bauwirtschaftliche Ver- und Entsorgungsketten erläutern<br>• Baulogistik von anderen logistischen Systemen abgrenzen |
| *Fertigkeiten* | Studierende können...<br>• eine Projektlebenszyklusbetrachtung durchführen<br>• Methoden und Instrumente der Baulogistik anwenden<br>• Methoden und Instrumente der Projektentwicklung und – steuerung anwenden<br>• Methoden und Instrumente des Konfliktmanagements anwenden<br>• Versorgungs- und Entsorgungskonzepte für ein Bauvorhaben entwerfen |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können...<br>• Präsentationen in und vor Gruppen halten<br>• Methoden der Konfliktfähigkeit in Gruppenarbeiten und Fallstudien anwenden |
| *Selbstständigkeit* | Studierende können...<br>• Probleme durch ganzheitliches, systemisches und flussorientiertes Denken lösen<br>• Moderationstechniken in Fallstudien anwenden und so ihre Kreativität, Verhandlungsführung, Konflikt- und Krisenlösung verbessern |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Schriftliche Ausarbeitung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Zwei schriftliche Ausarbeitungen in Gruppen mit Ergebnispräsentationen |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1163: Baulogistik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Heike Flämig |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Die Vorlesung macht deutlich, wie die Logistik von Bauvorhaben inzwischen zu einem wichtigen Wettbewerbsfaktor geworden ist und was es dabei zu beachten gilt.<br><br>Folgende Themenfelder werden behandelt:<br><br>• Wettbewerbsfaktor Logistik<br>• Systembegriff, Logistikplanung und -koordination<br>• Material-, Geräte-, Rückführungslogistik<br>• IT in der Baulogistik<br>• Elemente des baulogistischen Planungsmodells und ihre Verknüpfungen<br>• Flussorientierte Logistiksysteme für Bauprojekte<br>• Logistikkonzept für schlüsselfertige Bauvorhaben (insbesondere Beschaffungs- und Entsorgungslogistik)<br>• Best Practice Beispiele (Baulogistik Potsdamer Platz, aktuelles Fallbeispiel in der Metropolregion).<br><br>Die Inhalte der Vorlesungen werden innerhalb von speziellen Übungsterminen vertieft. |
| **Literatur** | Flämig, Heike: Produktionslogistik in Stadtregionen. In: Forschungsverbund Ökologische Mobilität (Hrsg.) Forschungsbericht Bd. 15.2. Wuppertal 2000.<br><br>Krauss, Siri: Die Baulogistik in der schlüsselfertigen Ausführung, Bauwerk Verlag GmbH Berlin 2005.<br><br>Lipsmeier, Klaus: Abfallkennzahlen für Neubauleistungen im Hochbau : Verlag Forum für Abfallwirtschaft und Altlasten, 2004.<br><br>Schmidt, Norbert: Wettbewerbsfaktor Baulogistik. Neue Wertschöpfungspotenziale in der Baustoffversorgung. In: Klaus, Peter: Edition Logistik. Band 6. Deutscher Verkehrs-Verlag. Hamburg 2003.<br><br>Seemann, Y.F. (2007): Logistikkoordination als Organisationseinheit bei der Bauausführung Wissenschaftsverlag Mainz in Aachen, Aachen. (Mitteilungen aus dem Fachgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft (Hrsg. Kuhne, V.): Heft 20) |

| Lehrveranstaltung L1164: Baulogistik | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Heike Flämig |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L1161: Projektentwicklung und -steuerung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Heike Flämig, Dr. Anton Worobei |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Im Rahmen dieser Vorlesung werden entlang einer Projektlebenszyklusbetrachtung die wesentlichen Aspekte der Projektentwicklung und –steuerung behandelt:<br><br>• Begriffe des Projektmanagements<br>• Vor- und Nachteile verschiedener Projektabwicklungsformen<br>• Organisation, Information, Koordination und Dokumentation<br>• Kosten- und Finanzmanagement in Projekten<br>• Termin- und Kapazitätsmanagement in Projekten<br>• Ausgewählte Instrumente und Methoden für die Zusammenarbeit in Projektteams<br><br>Die Inhalte der Vorlesungen werden innerhalb von speziellen Übungsterminen vertieft. |
| **Literatur** | Projektmanagement-Fachmann. Band 1 und Band 2. RKW-Verlag, Eschborn, 2004. |

| Lehrveranstaltung L1162: Projektentwicklung und -steuerung | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Heike Flämig, Dr. Anton Worobei |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1012: Labor Technische Logistik und Automatisierung

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Labor Technische Logistik und Automatisierung (L1462) | Seminar | 4 | 6 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Jochen Kreutzfeldt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Bachelor Abschluss in Logistik<br><br>Grundlagen in einer objekt-orientierten Programmiersprache, z.B. python oder Java |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden erwerben folgende Kenntnisse:<br>1. Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte des Maschinellen Lernens (supervised learning, unsupervised learning, reinforcement learning).<br><br>2. Die Studierenden kennen die notwendigen Schritte zur Implementierung von Modellen des Maschinellen Lernens in python.<br><br>3. Die Studierenden kennen die Herangehensweisen und Hürden zur Implementierung von Maschinellem Lernen in der Logistik. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden erwerben folgende Fertigkeiten:<br><br>1. Die Studierenden können aus verschiedenen Alternativen des Maschinellen Lernens für logistische Probleme des Lagerns, Förderns, Sortierens, Kommissionierens und Identifizierens auswählen und hinsichtlich ihrer Implementierung bewerten.<br><br>2. Die Studierenden können die vorgestellten Lösungen des Maschinellen Lernens selbst im Modellmaßstab anwenden und implementieren.<br><br>3. Die Studierenden können den Implementierungsaufwand der ausgewählten Lösung des Maschinellen Lernens abschätzen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden erwerben folgende Sozialkompetenzen:<br>1. Die Studierenden können in der Gruppe technische Lösungen für logistische Probleme erarbeiten und modellhaft implementieren.<br><br>2. Die technischen Lösungsvorschläge aus der Gruppe können gemeinsam dokumentiert und vor Publikum präsentiert werden.<br><br>3. Die Studierenden können aus dem zu ihren erarbeiteten Lösungsvorschlägen erhaltenen Feedback neue Ideen und Verbesserungen ableiten. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden erwerben folgende selbstständigen Kompetenzen:<br>1. Die Studierenden sind in der Lage unter Anleitung eigenständig Vorschläge für den Einsatz von Maschinellem Lernen als Lösung für logistische Probleme des Lagerns, Förderns, Sortierens, Kommissionierens und Identifizierens theoretisch zu erarbeiten und modellhaft zu implementieren.<br><br>2. Die Studierenden können die Vor- und Nachteile ihrer Lösungsvorschläge bewerten und diskutieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Schriftliche Ausarbeitung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Prototypenaufbau im Labor mit Dokumentation (Kleingruppenarbeit) |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1462: Labor Technische Logistik und Automatisierung | |
|---|---|
| **Typ** | Seminar |
| **SWS** | 4 |
| **LP** | 6 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Dozenten** | Prof. Jochen Kreutzfeldt |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Das Ziel des Labors Technische Logistik ist die praktische Einführung der Studierenden in verschiedene technische Lösungen für logistische Problemstellungen. Dabei steht vor allem das angeleitete Entwickeln eigener Lösungen im Labor im Vordergrund. Die Probleme und Lösungen kommen dabei aus folgenden logistischen Themenfeldern:<br><br>(1) Lagern<br><br>(2) Fördern<br><br>(3) Sortieren<br><br>(4) Kommissionieren<br><br>(5) Identifizieren<br><br>Die Studierenden erarbeiten in Kleingruppen für ausgewählte Probleme aus den oben genannten Themenfelder modellhafte Lösungen und implementieren diese im Labormaßstab. Anschließend werden die Lösungen vor Publikum präsentiert und Vor- und Nachteile diskutiert. Das aufgenommene Feedback wird anschließend in die Modelllösung aufgenommen. |
| **Literatur** | Dembowski, Klaus (2015): Raspberry Pi - Das technische Handbuch. Konfiguration, Hardware, Applikationserstellung. 2., erw. und überarb. Aufl. 2015. Wiesbaden: Springer Vieweg.<br><br>Follmann, Rüdiger (2014): Das Raspberry Pi Kompendium. 2014. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Xpert.press).<br><br>Griemert, Rudolf (2015): Fördertechnik. Auswahl und Berechnung von Elementen und Baugruppen. [S.l.]: Morgan Kaufmann.<br><br>Hompel, Michael ten; Büchter, Hubert; Franzke, Ulrich (2008): Identifikationssysteme und Automatisierung. [Intralogistik]. Berlin, Heidelberg: Springer.<br><br>Hompel, Michael ten; Beck, Maria; Sadowsky, Volker (2011): Kommissionierung. Materialflusssysteme 2 - Planung und Berechnung der Kommissionierung in der Logistik. Berlin [u.a.]: Springer.<br><br>Jodin, Dirk; Hompel, Michael ten (2012): Sortier- und Verteilsysteme. Grundlagen, Aufbau, Berechnung und Realisierung. 2. Aufl. Berlin: Springer Berlin.<br><br>Martin, Heinrich (2014): Transport- und Lagerlogistik. Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik. 9., vollst. überarb. u. akt. Aufl. 2014. Wiesbaden: Imprint: Springer Vieweg.<br><br>Purdum, Jack J. (2014): Beginning C for Arduino. Learn C programming for the Arduino. Second edition.: Springer Berlin.<br><br>McRoberts, Michael (2014): Beginning Arduino. Second edition.: Springer Berlin. |

## Modul M1100: Eisenbahnwesen

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Eisenbahnwesen (L1466) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Eisenbahnwesen (L1468) | Hörsaalübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Carsten Gertz |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen des Eisenbahnwesens |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können...<br>• Unternehmerische Perspektive von Verkehrs- und Infrastrukturunternehmen erfassen<br>• Intra- und intermodale Wettbewerbssituation abschätzen<br>• Ordnungs- und verkehrspolitische Determinanten verstehen<br>• Megatrends im Verkehrsmarkt reflektieren<br>• Wesentliche Kennzahlen zur Bahn im Verkehrsmarkt verinnerlichen |
| *Fertigkeiten* | Studierende können...<br>• Verkehrsträgerübergreifende Perspektive anwenden<br>• Strategische Herausforderungen, Chancen und Handlungsfelder der Unternehmen nachvollziehen<br>• Relevanz von Nachhaltigkeit und Digitalisierung für Unternehmen erkennen |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können<br>• in Kleingruppen Aufgabenpakete diskutieren und organisieren<br>• in Kleingruppen Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren |
| *Selbstständigkeit* | Studierende können<br>• Fachliteratur recherchieren und auswählen<br>• eigene Anteile an einer umfangreichen schriftlichen Ausarbeitung in Kleingruppen fristgerecht einreichen und innerhalb eines festen Zeitrahmens gemeinschaftlich präsentieren |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Schriftliche Ausarbeitung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | schriftliche Ausarbeitung als Gruppenarbeit mit Präsentation, semesterbegleitend in Teilschritten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L1466: Eisenbahnwesen

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Carsten Gertz, Maximilian Philip Freude |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | |
| **Literatur** | |

### Lehrveranstaltung L1468: Eisenbahnwesen

| | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Carsten Gertz, Maximilian Philip Freude |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1402: Maschinelles Lernen in der Logistik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Digitalisierung in Verkehr und Logistik (L2004) | Vorlesung | 1 | 2 |
| Grundlagen des Maschinellen Lernens (L2003) | Vorlesung | 1 | 2 |
| Maschinelles Lernen in der Logistik (L2005) | Gruppenübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Carlos Jahn |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Keine |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden verstehen Konzepte ausgewählter Verfahren des Maschinellen Lernens. Außerdem können sie geeignete Verfahren für bereitgestellte Daten eingrenzen und deren Grundprinzipien erläutern. Darüber hinaus können sie die wesentlichen konzeptuellen Unterschiede von Lernverfahren erklären. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können bereitgestellte Datensätze inspizieren, beschreiben und ausgewählte Verfahren des Maschinellen Lernens darauf anwenden. Zudem können sie Rohdaten für Verfahren des Maschinellen Lernens aufbereiten. Sie sind befähigt, die Nutzbarkeit in konkreten unternehmensrelevanten Kontexten zu bewerten und dazu Anforderungen und Potentiale einer effektiven Anwendung zu kennen bzw. ableiten zu können, beispielsweise bezogen auf das Controlling oder Forecasting für die betriebliche Planung von Unternehmen oder anderen Organisationen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende sind im Stande:<br>• In Kleingruppen umfangreiche Forschungsaufgaben zu diskutieren und zu organisieren<br>• Gemeinsam Problemstellungen zu beschreiben, zu unterscheiden und zu bewerten |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind fähig:<br>• Fachliteratur zu recherchieren und auszuwählen<br>• Existierenden Code zu lesen, zu interpretieren und für neue Aufgaben abzuwandeln |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Nein 15 % Referat |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L2004: Digitalisierung in Verkehr und Logistik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Carlos Jahn |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Im Zusammenhang mit großen Datenmengen (Big Data) ist es nicht mehr möglich, als Mensch alle relevanten Daten durch bloßes Betrachten der Rohdate Im Kontext der Logistik spielt insbesondere der Umgang mit zeitlichen Daten und Bewegungsdaten eine große Rolle. In dieser Lehrveranstaltung wird des die Visualisierung, das Berechnen von Statistiken als auch die Anwendung von Algorithmen des Maschinellen Lernens behandelt. Es werden den verschiedene Werkzeuge für den praktischen Einsatz mit an die Hand gegeben.<br><br>Diese Lehrveranstaltung baut auf den in der Lehrveranstaltung „Grundlagen des Maschinellen Lernens“ zuvor erlernten Methoden des Maschinellen Lern werden nun im Kontext von praktischen Fragestellungen aus dem Bereich Verkehr und Logistik eingesetzt und bewertet. Ebenso werden Vorverarbeitungsschritte für Rohdaten vorgestellt und diskutiert, unter welchen Voraussetzungen diese eingesetzt werden können.<br><br>Die Vorlesungsinhalte sind:<br><br>• Die Projektstruktur für Maschinelles Lernen in der Wissenschaft und Industrie<br>• Anwendungsfälle für das Maschinelle Lernen in der Logistik<br>• Bilderkennung im Straßenverkehr<br>• Zeitbezogene Daten bei Verkehrsflüssen<br>• Bewegungsdaten<br>• Automatisierte Anomalieerkennung |
| **Literatur** | • Aggarwal, Charu C. (2017). Outlier Analysis. Springer International Publishing Switzerland.<br>• Chapman, Peter and Clinton, Janet and Kerber, Randy and Khabaza, Tom and Reinartz, Thomas and Russel H. Shearer, C and Wirth, Robert (2 DM 1.0 : Step-by-step data mining guide.<br>• Géron, Aurélien (2018). Praxiseinstieg Machine Learning mit Scikit-Learn und TensorFlow: Konzepte, Tools und Techniken für intelligente Systeme. O'<br>• Haneke, Uwe and Trahasch, Stephan and Zimmer, Michael and Felden, Carsten (2019). Data Science - Grundlagen, Architekturen und Anwendungen.<br>• Lenzen, Manuela (2020). Künstliche Intelligenz: Fakten, Chancen, Risiken. C.H. Beck.<br>• VanderPlas, Jake (2017). Data Science mit Python : das Handbuch für den Einsatz von IPython, Jupyter, NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-Learn. MITP. |

| Lehrveranstaltung L2003: Grundlagen des Maschinellen Lernens | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Sibylle Schupp |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Die Studierenden sollen Konzepte ausgewählter Verfahren des Maschinellen Lernens verstehen und auf Datenbeispiele anwenden können. Studierende können geeignete Verfahren für bereitgestellte Daten auswählen.<br>Die Studierenden können die Unterschiede zwischen instanzenbasierten und modellbasierten Lernansätzen erläutern und spezifische Ansätze des Maschinellen Lernens für jeden dieser beiden Ansätze auf der Basis von statischen oder inkrementell anwachsenden Datenmengen anwenden. Bei der Behandlung von Unsicherheiten können die Studierenden beschreiben, wie Axiome, Parameter oder Strukturen automatisch anhand unterschiedlicher Algorithmen gelernt werden können. Des Weiteren wird den Studierenden vermittelt, wie unterschiedliche Clustertechniken entworfen werden können. Zudem können sie Rohdaten für Verfahren des Maschinellen Lernens aufbereiten.<br><br>Geplante Inhalte:<br>• Validierung von Modellen unterschiedlicher Verfahren.<br>• Datenbereinigung, Skalierung der Daten, Datenselektion<br>• Überwachtes Lernen:<br>◦ Regression<br>◦ Entscheidungsbäume<br>◦ Bayes'sche Netze<br>◦ K-Nächste Nachbarn<br>◦ Logistische Regression<br>◦ Neuronale Netze<br>◦ Support Vector Machines<br>◦ Ensemble Learning<br>• Unüberwachtes Lernen:<br>◦ Hierarchische Clustering, K-Mean |
| **Literatur** | John D. Kelleher, Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples, and Case Studies (MIT Press)<br>Tom M. Mitchell, Machine Learning<br><br>Kevin P. Murphy, Machine Learning: A Probabilistic Perspective |

| Lehrveranstaltung L2005: Maschinelles Lernen in der Logistik | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Carlos Jahn |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | In der Übung werden die in den beiden Vorlesungen erworbenen Kenntnisse an praktischen Fragestellungen angewendet. |
| **Literatur** | • Aggarwal, Charu C. (2017). Outlier Analysis. Springer International Publishing Switzerland.<br>• Chapman, Peter and Clinton, Janet and Kerber, Randy and Khabaza, Tom and Reinartz, Thomas and Russel H. Shearer, C and Wirth, Robert (2<br>DM 1.0 : Step-by-step data mining guide.<br>• Géron, Aurélien (2018). Praxiseinstieg Machine Learning mit Scikit-Learn und TensorFlow: Konzepte, Tools und Techniken für intelligente Systeme. O'<br>• Haneke, Uwe and Trahasch, Stephan and Zimmer, Michael and Felden, Carsten (2019). Data Science - Grundlagen, Architekturen und Anwendungen.<br>• Kelleher, John D. (2015) Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples, and Case Studies. MIT Press.<br>• Mitchell, Tom M. (2005) Machine Learning. McGraw-Hill.<br>• Murphy, Kevin P. (2012) Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT Press.<br>• VanderPlas, Jake (2017). Data Science mit Python : das Handbuch für den Einsatz von IPython, Jupyter, NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-Learn. MIT P |

## Modul M0739: Fabrikplanung & Produktionslogistik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Fabrikplanung (L1445) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Produktionslogistik (L1446) | Vorlesung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Jochen Kreutzfeldt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Bachelorabschluss in Logistik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden erwerben folgende Kenntnisse:<br>1. Die Studierenden kennen aktuelle Trends und Entwicklungen in der Fabrikplanung.<br>2. Die Studierenden können grundsätzliche Vorgehensmodelle der Fabrikplanung erklären und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Gegebenheiten einsetzen.<br>3. Die Studierenden kennen verschiedene Methoden der Fabrikplanung und können sich mit diesen kritisch auseinandersetzen. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden erwerben folgende Fertigkeiten:<br>1. Die Studierenden können Fabriken und andere Materialflusssysteme hinsichtlich Neuentwicklungs- und Änderungsbedarf analysieren.<br>2. Die Studierenden können Fabriken und andere Materialflusssysteme neu planen und umgestalten.<br>3. Die Studierenden können Vorgehensweisen zur Implementierung neuer und geänderter Materialflusssysteme entwickeln. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden erwerben folgende Sozialkompetenzen:<br>1. Die Studierenden können in der Gruppe Planungsvorschläge zur Entwicklung neuer und Verbesserung existierender Materialflusssysteme entwickeln.<br>2. Die entwickelten Planungsvorschläge aus der Gruppenarbeit können gemeinsam dokumentiert und präsentiert werden.<br>3. Die Studierenden können aus der Kritik der Planungsvorschläge Verbesserungsvorschläge ableiten und selbst konstruktiv Kritik üben. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden erwerben folgende selbstständige Kompetenzen:<br>1. Die Studierenden sind in der Lage unter Anwendung erlernter Vorgehensmodelle die Neu- und Umgestaltung von Materialflusssystemen zu planen.<br>2. Die Studierenden können die Stärken und Schwächen erlernter Methoden der Fabrikplanung selbstständig erarbeiten und in einem Kontext geeignete Methoden auswählen.<br>3. Die Studierenden können selbstständig Neuplanungen und Umgestaltungen von Materialflusssystemen durchführen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1445: Fabrikplanung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Jochen Kreutzfeldt, Philipp Maximilian Braun |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Fabrik- und Materialflussplanung. Die Studierenden erlernen dabei Vorgehensmodelle und Methoden, um neue Fabriken zu planen und bestehende Materialflusssysteme zu verbessern. Die Vorlesung enthält drei grundsätzliche Themenfelder:<br>(1) Analyse von Fabrik- und Materialflusssystemen<br>(2) Neu- und Umplanung von Fabrik- und Materialflusssystemen<br>(3) Implementierung und Umsetzung der Fabrikplanung<br>Die Studierenden arbeiten sich dabei in mehrere verschiedene Methoden und Musterlösungen pro Themenfeld ein. Beispiele aus der Praxis und Planungsübungen vertiefen die besprochenen Methoden und erklären die Anwendung. Die Besonderheiten einer Fabrikplanung im internationalen Kontext werden vermittelt. Aktuelle Trends in der Fabrikplanung runden die Vorlesung ab. |
| **Literatur** | Bracht, Uwe; Wenzel, Sigrid; Geckler, Dieter (2018): Digitale Fabrik: Methoden und Praxisbeispiele. 2. Aufl.: Springer, Berlin.<br>Helbing, Kurt W. (2010): Handbuch Fabrikprojektierung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.<br>Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion: Optimierte Abläufe, rationelle Automatisierung. 2. Aufl.: Springer, Berlin.<br>Müller, Egon; Engelmann, Jörg; Löffler, Thomas; Jörg, Strauch (2009): Energieeffiziente Fabriken planen und betreiben. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.<br>Schenk, Michael; Müller, Egon; Wirth, Siegfried (2014): Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik. 2. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer Vieweg.<br>Wiendahl, Hans-Peter; Reichardt, Jürgen; Nyhuis, Peter (2014): Handbuch Fabrikplanung: Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. 2. Aufl. Carl Hanser Verlag. |

| Lehrveranstaltung L1446: Produktionslogistik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dipl.-Ing. Arnd Schirrmann |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Einführung: Situation, Bedeutung und Innovationsschwerpunkte der Logistik im Produktionsunternehmen, Aspekte der Beschaffungs-, Produktions-, Distributions- und Entsorgungslogistik, Produktions- und Transportnetzwerke<br>• Logistik als Produktionsstrategie: Logistikorientierte Arbeitsweise in der Fabrik, Durchlaufzeit, Unternehmensstrategie, strukturierte Vernetzung, Senkung der Komplexität, integrierte Organisation, Integrierte Produkt- und Produktionslogistik (IPPL)<br>• Logistikgerechte Produkt- und Prozessstrukturierung: Logistikgerechte Produkt-, Materialfluss-, Informations- und Organisationsstrukturen<br>• Logistikorientierte Produktionssteuerung: Situation und Entwicklungstendenzen, Logistik und Kybernetik, Marktorientierte Produktionsplanung, -steuerung, -überwachung, PPS-Systeme und Fertigungssteuerung, kybernetische Produktionsorganisation und -steuerung (KYPOS), Produktionslogistik-Leitsysteme (PLL).<br>• Planung der Produktionslogistik: Kennzahlen, Entwicklung eines Produktionslogistik-Konzeptes, EDV-gestützte Hilfsmittel zur Planung der Produktionslogistik, IPPL-Funktionen, Wirtschaftlichkeit von Logistik-Projekten<br>• Produktionslogistik-Controlling: Produktionslogistik und Controlling, materialflussorientierte Kostentransparenz, Kostencontrolling (Prozesskostenrechnung, Kostenmodell im IPPL), Verfahrenscontrolling (Ganzheitliches Produktionssystem, Methoden und Tools, Methodenportal MEPORT.net) |
| **Literatur** | Pawellek, G.: Produktionslogistik: Planung - Steuerung - Controlling. Carl Hanser Verlag 2007 |

## Modul M1739: Betriebsaspekte in der Luftfahrt (Variante A: 6 LP)

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft (L1310) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Flugführung I (Grundlagen) (L0848) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Flugführung I (Grundlagen) (L0854) | Hörsaalübung | 1 | 1 |
| Flughafenbetrieb (L1276) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Flughafenplanung (L1275) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Flughafenplanung (L1469) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Luftverkehr und Umwelt (L2376) | Vorlesung | 3 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Volker Gollnick |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Lufttransportsysteme |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Analyse und Beschreibung des Zusammenwirkens von Menschen und Luftfahrzeugen im Betrieb |
| *Fertigkeiten* | Verstehen und Anwenden von Auslegungsmethoden und Berechnungsverfahren<br>Verstehen interdisziplinärer und integrativer Wechselwirkungen<br>Bewertung betrieblicher Fragen der Luftfahrt und Entwicklung betrieblicher Lösungsmöglichkeiten |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Arbeiten in Gruppen zur konzentrierten Lösungsfindung<br>Kommunikation, Durchsetzungsfähigkeit, fachliche Überzeugungsfähigkeit |
| *Selbstständigkeit* | Organisation von Arbeitsabläufen und Strategien<br>Strukturierte Aufgabenanalyse und Lösungsfindung |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Data Science: Vertiefung III. Applications: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L1310: Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Karl Echtermeyer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung und Überblick<br>2. Geschäftsmodelle von Luftverkehrsgesellschaften<br>3. Interdependenzen der Flugplanung (Netzwerkmanagement, Slot Management, Netzstrukturen, Umlaufplanung)<br>4. Operative Flugvorbereitung (Beladung, Nutzlast/Reichweite, etc.)<br>5. Flottenpolitik<br>6. Flugzeugbewertung und Flottenplanung<br>7. Aufbau und Organisation einer Luftverkehrsgesellschaft<br>8. Instandhaltung von Flugzeugen<br><br>bis SoSe 2022 |
| **Literatur** | Volker Gollnick, Dieter Schmitt: The Air Transport System, Springer Berlin Heidelberg New York, 2014<br><br>Paul Clark: “Buying the Big Jets”, Ashgate 2008<br><br>Mike Hirst: The Air Transport System, AIAA, 2008 |

| Lehrveranstaltung L0848: Flugführung I (Grundlagen) | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Einführung und Motivation Flugführungsprinzipien<br>Cockpit- und Avioniksysteme (Cockpitgestaltung, Cockpitausrüstung, Bus- und Rechnersysteme)<br>Luftverkehrsmanagement (Luftraumstrukturen, Organisation der Flugsicherung, etc.)<br>Grundlagen der Flugmeßtechnik Positionsmessung (geometrische Verfahren, Entfernungsmessung, Richtungmessung) Bestimmung der Fluglage (Magnetfeld- und Trägheitssensoren) Geschwindigkeitsmessung<br>Theorie der Navigation<br>Funknavigation<br>Satellitennavigation<br>Luftraumüberwachung (Radarsysteme)<br>Kommunikationssysteme<br>Integrierte Navigations- und Führungssysteme |
| **Literatur** | Rudolf Brockhaus, Robert Luckner, Wolfgang Alles: "Flugregelung", Springer Berlin Heidelberg New York, 2011<br>Holger Flühr: "Avionik und Flugsicherungssysteme", Springer Berlin Heidelberg New York, 2013<br>Volker Gollnick, Dieter Schmitt "Air Transport Systems", Springer Berlin Heidelberg New York, 2016<br>R.P.G. Collinson „Introduction to Avionics”, Springer Berlin Heidelberg New York 2003 |

| Lehrveranstaltung L0854: Flugführung I (Grundlagen) | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L1276: Flughafenbetrieb | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Peter Willems |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | FA-F Flugbetrieb Flugbetrieb - Produktion Infrastruktur Betrieb Planung Masterplanung Flughafenkapazität Bodenverkehrdienste Terminalbetrieb |
| **Literatur** | Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, McGraw Hill, 2003 |

| Lehrveranstaltung L1275: Flughafenplanung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Häp |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung, Definitionen, Rahmen, Überblick<br>2. Start- und Landebahnsysteme<br>3. Luftraumstrukturen rund um den Flughafen<br>4. Befeuerung, Markierungen, Beschilderung<br>5. Vorfeld- und Terminalkonfigurationen |
| **Literatur** | N. Ashford, Martin Stanton, Clifton Moore: Airport Operations, John Wiley & Sons, 1991<br><br>Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, Aviation Week Books, MacGraw Hill, 2003 |

| Lehrveranstaltung L1469: Flughafenplanung | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Häp |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| **Lehrveranstaltung L2376: Luftverkehr und Umwelt** | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Die Lehrveranstaltung vermittelt die notwendigen Grundlagen und Methoden für das Verständnis der Wechselwirkungen des Luftverkehrs mit der Umwelt, sowohl in Bezug auf die Wirkung von Wetter/Klima auf das Fliegen als auch hinsichtlich der Auswirkungen des Luftverkehrs auf Schadstoffemissionen, Lärm und Klima.<br><br>Es werden im Einzelnen die folgenden Themen behandelt:<br><br>• Atmosphärenphysik/-chemie<br>  ◦ Aufbau und Statik<br>  ◦ Dynamik (Wasserkreislauf, Entstehung von Wetterereignissen, Hoch- und Tiefdruckgebiete, Wind, Böen und Turbulenz)<br>  ◦ Wolkenphysik (Thermodynamik, Kondensstreifen)<br>  ◦ Strahlungsphysik (Energiebilanz, Treibhauseffekt)<br>  ◦ Photochemie (Ozonchemie)<br>• Umweltwirkungen (Wetter) auf das Fliegen<br>  ◦ Atmosphärische Einflüsse auf Flugleistungen<br>  ◦ Flugplanung<br>  ◦ Störungen durch Wetter, z.B. Gewitter, Winterwetter (Vereisung), Clear Air Turbulence, Sicht<br>  ◦ Auswirkungen des Klimawandels und Adaption<br>• Wirkungen des Luftverkehrs auf Umwelt und Klima<br>  ◦ Schadstoffemissionen der Luftfahrt<br>  ◦ Wirkung von Emissionen auf Konzentrationen in der Atmosphäre<br>  ◦ Klimametriken/-modelle und Hintergrundszenarien<br>  ◦ Emissionskataster<br>• Mitigationsmaßnahmen<br>  ◦ Technologische Maßnahmen, z.B. klimaoptimierter Flugzeugentwurf<br>  ◦ Alternative Kraftstoffe<br>  ◦ Operationelle Maßnahmen, z.B. klimaoptimierte Flugplanung<br>  ◦ Umweltpolitische Maßnahmen, z.B. EU-ETS, CORSIA<br>  ◦ Potenziale und Gegenüberstellung, Begriff der Ökoeffizienz<br>• Lokale Umweltwirkungen<br>  ◦ Lokale Luftqualität (Partikel/Feinstaub, sonstige Emissionen in Bodennähe)<br>  ◦ Lärm (Lärmquellen, Lärmmetriken, Lärmimmissionen, Messung, Zertifizierung, Psychoakustik, Lärmmitigation)<br>  ◦ Gesundheitliche Auswirkungen<br>• Aspekte der Nachhaltigkeit<br>  ◦ Weitere Aspekte, u.a. Lebenszyklusemissionen, Entsorgung<br>  ◦ Einordnung in globale Ziele, z.B. Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen, Pariser Klimaabkommen |
| **Literatur** | • Ruijgrok, G.: Elements of Aircraft Pollution, Delft University Press, 2005<br>• Friedrich, R., Reis, S.: Emissions of Air Pollutants, Springer 2004<br>• Janic, M.: The Sustainability of Air Transportation, Ashgate, 2007<br>• Schumann, U. (ed.): Atmospheric Physics: Background - Methods - Trends, Springer, Berlin, Heidelberg, 2012<br>• Spiridonov, V., Curic, M.: Fundamentals of Meteorology, Springer, 2021<br>• Kaltschmitt, M., Neuling, U.: Biokerosene - Status and Prospects, Springer, 2018<br>• Roedel, W., Wagner, T.: Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre, Springer, 2017<br>• W. Bräunling: Flugzeugtriebwerke. Springer-Verlag Berlin, Deutschland, 2009<br>• G. Brüning, X. Hafer, G. Sachs: Flugleistungen, Springer, 1993 |

## Fachmodule der Vertiefung II. Luftfahrtsysteme

### Modul M0805: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics )

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Technische Akustik I (Akustische Wellen, Lärmschutz, Psychoakustik) (L0516) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Technische Akustik I (Akustische Wellen, Lärmschutz, Psychoakustik) (L0518) | Hörsaalübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Benedikt Kriegesmann |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics)<br><br>Mathematics I, II, III (in particular differential equations) |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students possess an in-depth knowledge in acoustics regarding acoustic waves, noise protection, and psycho acoustics and are able to give an overview of the corresponding theoretical and methodical basis. |
| *Fertigkeiten* | The students are capable to handle engineering problems in acoustics by theory-based application of the demanding methodologies and measurement procedures treated within the module. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions. |
| *Selbstständigkeit* | The students are able to independently solve challenging acoustical problems in the areas treated within the module. Possible conflicting issues and limitations can be identified and the results are critically scrutinized. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht |

#### Lehrveranstaltung L0516: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics )

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr.-Ing. Sören Keuchel |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | - Introduction and Motivation<br>- Acoustic quantities<br>- Acoustic waves<br>- Sound sources, sound radiation<br>- Sound engergy and intensity<br>- Sound propagation<br>- Signal processing<br>- Psycho acoustics<br>- Noise<br>- Measurements in acoustics |
| **Literatur** | Cremer, L.; Heckl, M. (1996): Körperschall. Springer Verlag, Berlin<br>Veit, I. (1988): Technische Akustik. Vogel-Buchverlag, Würzburg<br>Veit, I. (1988): Flüssigkeitsschall. Vogel-Buchverlag, Würzburg |

| Lehrveranstaltung L0518: Technical Acoustics I (Acoustic Waves, Noise Protection, Psycho Acoustics ) | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr.-Ing. Sören Keuchel |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1156: Systems Engineering

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Systems Engineering (L1547) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Systems Engineering (L1548) | Hörsaalübung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Ralf God |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlegende Kenntnisse in:<br>• Mathematik<br>• Mechanik<br>• Thermodynamik<br>• Elektrotechnik<br>• Regelungstechnik<br><br>Vorkenntnisse in:<br>• Flugzeug-Kabinensysteme |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können:<br>• Vorgehensmodelle, Methoden und Werkzeuge für das Systems Engineering zur Entwicklung komplexer Systeme verstehen<br>• Innovationsprozesse und die Notwendigkeit des Technologiemanagements beschreiben<br>• den Flugzeug-Entwicklungsprozess und den Vorgang der Musterzulassung bei Flugzeugen erläutern<br>• den System-Entwicklungsprozess inklusive der Anforderungen an die Zuverlässigkeit von Systemen erklären<br>• die Umgebungs- und Einsatzbedingungen von Luftfahrtausrüstung mit den entsprechenden Testanforderungen benennen<br>• die Methodik des Requirements-Based Engineering (RBE) und des Model-Based Requirements Engineering (MBRE) einschätzen |
| *Fertigkeiten* | Studierende können:<br>• das Vorgehen zur Entwicklung eines komplexen Systems planen<br>• die Entwicklungsphasen und Entwicklungsaufgaben organisieren<br>• erforderliche Geschäfts- und Technikprozesse zuordnen<br>• Werkzeuge und Methoden des Systems Engineering anwenden |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können:<br>• ihre Aufgaben innerhalb eines Entwicklungsteams verstehen und annehmen<br>• sich mit ihrer Rolle ihre Aufgaben in den Gesamtprozess einordnen<br>• ihre Lieferanten und Kunden in großen Projekten verstehen und bedienen<br>• Verantwortung für Mensch und Technik bei der Entwicklung sicherheitskritischer Systeme übernehmen |
| *Selbstständigkeit* | Studierende können:<br>• in einem Entwicklungsteam mit Aufgabenteilung interagieren und kommunizieren<br>• eigenständig Bauvorschriften recherchieren und identifizieren<br>• alleine Anforderungen formulieren<br>• von sich aus Testpläne erstellen und Zulassungen begleiten |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1547: Systems Engineering | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf God |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist die Schaffung von Voraussetzungen für die Entwicklung und Integration von komplexen Systemen am Beispiel von Verkehrsflugzeugen und Kabinensystemen. Es soll Prozess-, Werkzeug- und Methodenkompetenz erreicht werden. Vorschriften, Richtlinien und Zulassungsaspekte sollen bekannt sein.<br><br>Schwerpunkte der Vorlesung bilden die Prozesse beim Innovations- und Technologiemanagement, der Systementwicklung, Systemintegration und der Zulassung sowie Werkzeuge und Methoden für das Systems Engineering:<br>• Innovationsprozesse<br>• IP-Schutz<br>• Technologiemanagement<br>• Systems Engineering<br>• Flugzeug-Entwicklungsprozess<br>• Themen der Zulassung<br>• System-Entwicklungsprozess<br>• Sicherheitsziele und Fehlertoleranz<br>• Umgebungs- und Einsatzbedingungen<br>• Werkzeuge und Methoden für das Systems Engineering<br>• Requirements-Based Engineering (RBE)<br>• Model-Based Requirements Engineering (MBRE) |
| **Literatur** | - Skript zur Vorlesung<br>- diverse Normen und Richtlinien (EASA, FAA, RTCA, SAE)<br>- Hauschildt, J., Salomo, S.: Innovationsmanagement. Vahlen, 5. Auflage, 2010<br>- NASA Systems Engineering Handbook, National Aeronautics and Space Administration, 2007<br>- Hinsch, M.: Industrielles Luftfahrtmanagement: Technik und Organisation luftfahrttechnischer Betriebe. Springer, 2010<br>- De Florio, P.: Airworthiness: An Introduction to Aircraft Certification. Elsevier Ltd., 2010<br>- Pohl, K.: Requirements Engineering. Grundlagen, Prinzipien, Techniken. 2. korrigierte Auflage, dpunkt.Verlag, 2008 |

| Lehrveranstaltung L1548: Systems Engineering | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf God |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0721: Klimaanlagen

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Klimaanlagen (L0594) | Vorlesung | 3 | 5 |
| Klimaanlagen (L0595) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Arne Speerforck |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Technische Thermodynamik I, II, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende kennen die verschiedenen Arten von Klimaanlagen und die dazugehörenden Regelungskonzepte für stationäre und mobile Anwendungen. Sie beherrschen die Zustandsänderungen feuchter Luft im h1+x,x-Diagramm. Sie sind in der Lage die aus hygienischen Gründen notwendigen Luftvolumenströme für Aufenthaltsräume von Personen zu bestimmen und können dazu die geeigneten Filterverfahren auswählen. Ihnen sind grundlegende Raumströmungszustände bekannt und sie können einfache Verfahren zur Berechnung einer Strömung in Räumen anwenden. Sie wissen, wie ein Kanalnetz ausgelegt und berechnet wird. Sie sind mit verschiedenen Verfahren zur Erzeugung von Kälte vertraut und können die entsprechenden Prozesse in den geeigneten thermodynamischen Diagrammen darstellen. Sie kennen die verschiedenen Umweltbewertungskriterien für Kältemittel. |
| *Fertigkeiten* | Studierende beherrschen die Berechnung von Klimaanlagen für stationäre und mobile Anwendungen. Sie können eine Kanalnetzberechnung durchführen und sind befähigt, einfache Planungsaufgaben selbstständig unter Berücksichtigung der Einbindung natürlicher Wärmequellen und -senken durchzuführen. Sie sind in der Lage aktuelle Forschungsergebnisse in die Praxis zu übertragen und wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der Klimatechnik selbstständig durchzuführen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können in Vorlesung und Übung anhand vieler Beispiele und Experimente zielorientiert in Kleingruppen diskutieren, einen Lösungsweg erarbeiten und diesen darstellen. Sie können im Rahmen von Übungsaufgaben eigenständig weitergehende Fragestellungen entwickeln und zielgerechte Lösungen ausarbeiten. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben zu definieren, hierfür notwendiges Wissen aufbauend auf dem vermittelten Wissen selbst zu erarbeiten sowie geeignete Mittel zur Umsetzung einzusetzen. In den Übungen diskutieren die Studierenden die in den Vorlesungen vermittelten Methoden anhand komplexer Aufgabenstellungen und analysieren die Ergebnisse kritisch. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht<br>Energietechnik: Vertiefung Schiffsmaschinenbau: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0594: Klimaanlagen | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 5 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Arne Speerforck, Prof. Gerhard Schmitz |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Überblick über Klimaanlagen 1.1 Einteilung von Klimaanlagen1.2 Lüftung1.3 Aufbau und Funktion von Klimaanlagen2. Thermodynamische Prozesse in Klimaanlagen2.1 Das *h,x*-Diagramm für feuchte Luft2.2 Mischkammer, Vorwärmer, Nachwärmer2.3 Luftkühler2.4 Luftbefeuchter2.5 Darstellung des konventionellen Klimaanlagenprozesses im *h,x*-Diagramm2.6 Sorptionsgestützte Klimatisierung3. Berechnung der Heiz- und Kühlleistung3.1 Heizlast und Heizleistung3.2 Kühllasten und Kühlleistung3.3 Berechnung der inneren Kühllast3.4 Berechnung der äußeren Kühllast4. Lufttechnische Anlagen4.1 Frischluftbedarf4.2 Raumluftströmung4.3 Kanalnetzberechnung4.4 Ventilatoren4.5 Filter5. Kälteanlagen5.1. Kaltdampfkompressionskälteanlagen5.2Absorptionskälteanlagen |
| **Literatur** | • Schmitz, G.: Klimaanlagen, Skript zur Vorlesung<br>• VDI Wärmeatlas, 11. Auflage, Springer Verlag, Düsseldorf 2013<br>• Herwig, H.; Moschallski, A.: Wärmeübertragung, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009<br>• Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schrammek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2013/2014, 76. Auflage, Deutscher Industrieverlag, 2013 |

| Lehrveranstaltung L0595: Klimaanlagen | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Arne Speerforck, Prof. Gerhard Schmitz |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1690: Luftfahrzeugentwurf II (Entwurf von Flugsystemen)

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Luftfahrzeugentwurf II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV) (L0844) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Luftfahrzeugentwurf II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV) (L0847) | Hörsaalübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Volker Gollnick |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen)<br><br>Lufttransportsysteme |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Kenntnis verschiedener Flugsystemkonzepte und deren Besonderheiten (Überschallflugzeuge, Drehflügler, Hochleistungsflugzeuge, Unbemannte Flugsysteme)<br><br>Verständnis der Vor- und Nachteile sowie physikalischen Wirkprinzipien unterschiedlicher Luftfahrzeugsysteme<br><br>Kenntnis des Einflusses spezieller Missionsanforderungen auf die Definition und Konzeption von Luftfahrzeugsystemen<br><br>Vertiefte Kenntnis der Leistungsauslegung und Bewertung verschiedener Luftfahrzeugsysteme |
| *Fertigkeiten* | Verstehen und Anwenden von Auslegungsmethoden und Berechnungsverfahren<br><br>Verstehen interdisziplinärer und integrativer Wechselwirkungen<br><br>Missionsorientierte technische Definition von Luftfahrzeugsystemen<br><br>Anwendung geeigneter spezieller konzeptioneller Berechnungsmethoden für besondere Ausrüstungsmerkmale<br><br>Bewertung verschiedener Entwurfslösungen |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Arbeiten in Gruppen zur konzentrierten Lösungsfindung<br><br>Kommunikation, Durchsetzungsfähigkeit, fachliche Überzeugungsfähigkeit |
| *Selbstständigkeit* | Organisation von Arbeitsabläufen und Strategien<br><br>Strukturierte Aufgabenanalyse und Lösungsfindung |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0844: Luftfahrzeugentwurf II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV)

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Bernd Liebhardt, Jens Thöben |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Auslegung von Überschallverkehrsflugzeugen<br>2. Grundlagen für die Auslegung von Hochleistungsflugzeugen<br>3. Grundlagen für den Entwurf von Drehflüglern<br>4. Grundlagen für die Auslegung von unbemannten Flugsystemen, Lufttaxis, Elektroflugzeuge |
| **Literatur** | Gareth Padfield: Helicopter Flight Dynamics, butterworth ltd.<br><br>Raymond Prouty: Helicopter Performance Stability and Control, Krieger Publ.<br><br>Klaus Hünecke: Das Kampfflugzeug von Heute, Motorbuch Verlag<br><br>Jay Gundelach: Designing Unmanned Aircraft Systems - Configurative Approach, AIAA |

| Lehrveranstaltung L0847: Luftfahrzeugentwurf II (Drehflügler, Sonderflugzeuge, UAV) | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Bernd Liebhardt, Jens Thöben |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0764: Flugsteuerungssysteme

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Flugsteuerungssysteme (L0736) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Flugsteuerungssysteme (L0740) | Hörsaalübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Frank Thielecke |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlegende Kenntnisse in:<br>• Mathematik<br>• Mechanik<br>• Thermodynamik<br>• Elektrotechnik<br>• Strömungsmechanik<br>• Regelungstechnik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können:<br>• den generellen Aufbau und die Wirkprinzipien der primären Flugsteuerung sowie von Aktuator-, Avionik-, und Hochauftriebssystemen von Flugzeugen inklusive deren spezifischen Eigenschaften und Anwendungsfelder beschreiben,<br>• einen Überblick über die Funktionsweise und den Aufbau flugzeugspezifischer Fahrwerke und Fahrwerkssysteme geben,<br>• unterschiedlicher Konfigurationen der jeweiligen Flugzeugsysteme erläutern,<br>• entsprechende Ausgestaltungen erklären. |
| | unterschiedlicher Konfigurationen der jeweiligen Flugzeugsysteme erläutern, |
| *Fertigkeiten* | Studierende können:<br>• Aktuatorsysteme der primären Flugsteuerung auslegen,<br>• einen Reglerentwurfsprozess für Aktuatoren der Flugsteuerung durchführen,<br>• Hochauftriebssysteme auslegen und Hochauftriebskinematiken entwerfen,<br>• die Auslegung der grundlegenden Fahrwerkskomponenten durchführen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können:<br>• In gemischten Teams gemeinschaftlich Lösungen erarbeiten<br>• Erarbeitete Lösungen vor anderen Studierenden vorstellen und erklären<br>• Eigene Lösungsideen mit Experten diskutieren |
| *Selbstständigkeit* | Studierende können:<br>• Selbstständig aus komplexen Fragestellungen Anforderungen an Flugzeugsysteme ableiten und entsprechende, vereinfachte Entwurfsprozesse einleiten und durchführen<br>• Selbstständig im Rahmen von Übungen erlernte Methoden anzuwenden |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 165 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0736: Flugsteuerungssysteme | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Frank Thielecke |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Aktuatorik (Grundkonzepte von Aktuatoren; elektro-mechanische Aktuatoren; Modellierung, Analyse und Auslegung von Positionsregelsystemen; hydromotorische Stellsysteme)<br>• Flugsteuerungssysteme (Steuerflächen, Scharniermomente; Stabilitäts- und Steuerbarkeitsanforderungen, Stellkräfte; reversible und irreversible Flugsteuerung; Servo-Stellsysteme)<br>• Fahrwerksysteme (Konfigurationen und Geometrien; Analyse von Fahrwerkssystemen mit Hinblick auf Stoßdämpferdynamiken, Dynamik des abbremsenden Flugzeuges und Leistungsbedarf; Aufbau und Analyse von Bremssystemen im Hinblick auf Energie und Wärme; ABS)<br>• Kraftstoffsysteme (Architekturen; Flugkraftstoffe; Systemkomponenten; Betankungsanlage; Tankinertisierung; Kraftstoffmanagement; Trimmtank)<br>• Enteisungssysteme (Atmosphärische Vereisungsbedingungen; physikalische Prinzipien von Enteisungssystemen) |
| **Literatur** | • Moir, Seabridge: Aircraft Systems<br>• Torenbek: Synthesis of Subsonic Airplane Design<br>• Curry: Aircraft Landing Gear Design: Principles and Practices |

| Lehrveranstaltung L0740: Flugsteuerungssysteme | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Frank Thielecke |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0763: Flugzeug-Energiesysteme

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Flugzeug-Energiesysteme (L0735) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Flugzeug-Energiesysteme (L0739) | Hörsaalübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Frank Thielecke |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlegende Kenntnisse in:<br>• Mathematik<br>• Mechanik<br>• Thermodynamik<br>• Elektrotechnik<br>• Strömungsmechanik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können:<br>• die Schwierigkeiten bei der Auslegung von Energiesystemen von Flugzeugen richtig einschätzen<br>• die wichtigsten Komponenten und Auslegungspunkte von hydraulischen und elektrischen Versorgungssystemen beschreiben<br>• einen Überblick über Wirkprinzipien von Klimaanlagen geben<br>• verschiedene Systemkonzepte zur Enteisung beschreiben<br>• Randbedingungen zur Elektrifizierung von Flugzeugsystemen identifizieren, sowie mögliche Konzepte und Einschränkungen kritisch bewerten<br>• Architekturen für Systeme zur Kraftstoffversorgung beschreiben, sowie Designbeispiele darlegen<br>• Mögliche Konzepte zur Integration von Brennstoffzellen-Systemen erläutern, sowie allgemeine Ansätze zum emissionsfreien Fliegen bewerten |
| *Fertigkeiten* | Studierende können:<br>• Hydraulische und elektrische Versorgungssysteme an Bord von Flugzeugen auslegen<br>• Thermodynamische Analysen von Klimaanlagen durchführen<br>• Eisschutzsysteme auslegen<br>• Mögliche Elektrifizierungskonzepte auf bestehende Flugzeugsysteme anwenden<br>• Systeme zur Kraftstoffversorgung auslegen<br>• Die Auslegung eines Brennstoffzellensystems durchführen |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können:<br>• Systemauslegungen in Gruppen durchführen und Ergebnisse diskutieren<br>• Systemtechnische Problemstellungen präsentieren und Lösungen mit Expertinnen und Experten diskutieren |
| *Selbstständigkeit* | Studierende können:<br>• Vorlesungsinhalte eigenständig aufbereiten<br>• Im Rahmen der Übungen erlernte Methoden auf weiterführende Problemstellungen anwenden<br>• Komplexe Systemabhängigkeiten selbstständig identifizieren und zu vereinfachten Modellen und Auslegungsprozessen abstrahieren |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 165 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0735: Flugzeug-Energiesysteme | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Frank Thielecke |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Hydraulische Energiesysteme (Flüssigkeiten; Druckverluste in Ventilen und Rohrleitungen; Komponenten hydraulischer Systeme wie Pumpen, Ventile, etc.; Druck/Durchflusscharakteristika; Aktuatoren; Behälter; Leistungs- und Wärmebilanzen; Notenergie)<br>• Elektrisches Energiesystem (Generatoren; Konstantdrehzahlgetriebe; DC und AC Konverter; elektrische Energieverteilung; Bus-Systeme; Überwachung; Lastanalyse)<br>• Hochauftriebssysteme (Prinzipien; Ermittlung von Lasten und Systemantriebsleistungen; Prinzipien und Auslegung von Antriebs- und Stellsystemen; Sicherheitsforderungen und -einrichtungen)<br>• Klimaanlagen (Thermodynamische Analyse; Expansions- und Kompressions-Kältemaschinen; Kontrollmechanismen; Kabinendruck-Kontrollsysteme) |
| **Literatur** | • Moir, Seabridge: Aircraft Systems<br>• Green: Aircraft Hydraulic Systems<br>• Torenbek: Synthesis of Subsonic Airplane Design<br>• SAE1991: ARP; Air Conditioning Systems for Subsonic Airplanes |

| Lehrveranstaltung L0739: Flugzeug-Energiesysteme | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Frank Thielecke |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0771: Flugphysik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Aerodynamik und Flugmechanik I (L0727) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Flugmechanik II (L0730) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Flugmechanik II (L0731) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Frank Thielecke |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlegende Kenntnisse in:<br>• Mathematik<br>• Mechanik<br>• Themodynamik<br>• Luftfahrtechnik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können:<br>• Die Fundamentalgleichungen der Aerodynamik für kompressible, inkompressible und reibungsbehaftete Strömungen beschreiben<br>• Wirkprinzipien von Flügelprofilen und Tragflächen erläutern<br>• Die Bewegungsgleichungen des Flugzeugs erklären<br>• Die Flugleistung sowie Stabilität des Flugzeugs einschätzen<br>• Die Dynamik der Längs-und Seitenbewegung beschreiben<br>• Methoden der Flugsimulation und Flugmesstechnik erläutern |
| *Fertigkeiten* | Studierende können:<br>• Flugmechanische Simulationen durchführen<br>• Flugmechanische Zusammenhänge aus virtuellen wie realen Flugversuchsdaten herleiten |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können:<br>• Simulationen in Gruppen durchführen und Ergebnisse diskutieren<br>• Flugversuchsdaten in Gruppen auswerten, Ergebnisse diskutieren und präsentieren |
| *Selbstständigkeit* | Studierende können:<br>• Lehrinhalte eigenständig aufbereiten<br>• Simulationsmodelle eigenständig vorbereiten, erarbeiten und aufbereiten<br>• Lehrinhalte auf virtuelle sowie reale Flugversuchsdaten anwenden |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 160 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0727: Aerodynamik und Flugmechanik I | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Frank Thielecke, Dr. Ralf Heinrich |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Aerodynamik (Fundamentalgleichungen; kompressible und inkompressible Strömungen; Flügelprofile und Tragflächen; Reibungsbehaftete Strömungen)<br>• Flugmechanik (Bewegungsgleichungen; Flugleistung; Steuerflächen, Beiwerte; Längsstabilität und Steuerung; Trimmzustände; Flugmanöver) |
| **Literatur** | • Schlichting, H.; Truckenbrodt, E.: Aerodynamik des Flugzeuges I und II<br>• Etkin, B.: Dynamics of Atmospheric Flight<br>• Sachs/Hafer: Flugmechanik<br>• Brockhaus: Flugregelung<br>• J.D. Anderson: Introduction to flight |

| Lehrveranstaltung L0730: Flugmechanik II | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Frank Thielecke |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | **Inhalt:**<br>• Dynamik der Längsbewegung<br>• stationärer unsymmetrischer Flug<br>• Flugmanöver der Seitenbewegung<br>• Dynamik der Seitenbewegung<br>• Methoden der Flugsimulation<br>• Experimentelle Methoden der Flugmechanik<br>• Modellvalidierung mit Parameteridentifikation |
| **Literatur** | • Schlichting, H.; Truckenbrodt, E.: Aerodynamik des Flugzeuges I und II<br>• Etkin, B.: Dynamics of Atmospheric Flight<br>• Sachs/Hafer: Flugmechanik<br>• Brockhaus: Flugregelung<br>• J.D. Anderson: Introduction to flight |

| Lehrveranstaltung L0731: Flugmechanik II | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Frank Thielecke |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0812: Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen)

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen) (L0820) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen) (L0834) | Hörsaalübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Volker Gollnick |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Bachelor Mech. Eng.<br>• Bachelor Verkehrswissenschaften<br>• Vordiplom Maschinenbau<br>• Modul Luftfahrtsysteme |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | 1. Grundlegendes Verständnis der Vorgehensweise für den ganzheitlichen Flugzeugentwurf am Beispiel Verkehrsflugzeuge<br>2. Verständnis der Wechselwirkungen und Beiträge der verschiedenen Disziplinen<br>3. Einfluss der relevanten Entwurfparameter auf die Auslegung des Flugzeugs am Beispiel Verkehrsflugzeuge<br>4. Kennenlernen der grundlegenden Berechnungsmethoden |
| *Fertigkeiten* | Verstehen und Anwenden von Auslegungsmethoden und Berechnungsverfahren<br>Verstehen interdisziplinärer und integrativer Wechselwirkungen |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Arbeiten in interdisziplinären Teams<br>Kommunikation |
| *Selbstständigkeit* | Organisation von Arbeitsabläufen und -strategien |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** / **Bonus** / **Art der Studienleistung** / **Beschreibung**<br>Nein / 10 % / Testate / Durchführung einer Konzeptauslegung für ein Verkehrsflugzeug |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0820: Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen)

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Jens Thöben |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Einführung in den Flugzeugentwurfsprozess<br>1. Einführung/Ablauf der Flugzeugentwicklung/Verschiedene Flugzeugkonfigurationen<br>2. Anforderungen und Auslegungsziele, wesentliche Auslegungsparameter (u.a. Nutzlast-Reichweiten-Diagramm)<br>3. Statistische Methoden im Gesamtentwurf/Datenbankmethoden<br>4. Kabinenauslegung (Rumpfdimensionierung, Ausstattung, Ladesysteme)<br>5. Grundlagen des aerodynamischen Entwurfs (Polare, Geometrie, 2D/3DAerodynamik)<br>6. Flügelgeometrie<br>7. Leitwerke und Fahrwerk<br>8. Grundlagen der Triebwerksdimensionsierung und -integration<br>9. Grundlagen der Flugleistungsauslegung für den Reiseflug<br>10. Auslegung Start u. Landung (Streckenberechnung)<br>11. Lasten (Festigkeitsauslegung, V-n-Diagramm)<br>12. Betriebskosten |
| **Literatur** | J. Roskam: "Airplane Design"<br>D.P. Raymer: "Aircraft Design - A Conceptual Approach"<br>J.P. Fielding: "Introduction to Aircraft Design"<br>Jenkinson, Simpkon, Rhods: "Civil Jet Aircraft Design" |

| Lehrveranstaltung L0834: Luftfahrzeugentwurf I (Entwurf von Verkehrsflugzeugen) | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Jens Thöben |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1155: Flugzeug-Kabinensysteme

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Flugzeug-Kabinensysteme (L1545) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Flugzeug-Kabinensysteme (L1546) | Hörsaalübung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Ralf God |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlegende Kenntnisse in:<br>• Mathematik<br>• Mechanik<br>• Thermodynamik<br>• Elektrotechnik<br>• Regelungstechnik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können:<br>• die Betriebsabläufe in der Flugzeugkabine, deren Ausrüstung und Systeme beschreiben<br>• die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an Kabinensysteme erläutern<br>• die Notwendigkeit der Kabinenbetriebs- und Notfallsysteme erklären<br>• die Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion in der Kabine einschätzen |
| *Fertigkeiten* | Studierende können:<br>• das Kabinenlayout für ein vorgegebenes Geschäftsmodell einer Fluggesellschaft erstellen<br>• Kabinensysteme für den sicheren Kabinenbetrieb auslegen<br>• Notfallsysteme für eine zuverlässige Mensch-Systeminteraktion gestalten<br>• Lösungen für Komfortanforderungen und Unterhaltungssysteme in der Kabine entwerfen |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können:<br>• bestehende Systemlösungen nachvollziehen und anhand bstehender Anforderungen erklären<br>• mit Experten in Fachsprache diskutieren<br>• Systemfunktionen erklären<br>• die Kritikalität von Funktionen einstufen<br>• bekannte Systeme beschreiben |
| *Selbstständigkeit* | Studierende können:<br>• Vorlesungsinhalte und Expertenvorträge eigenständig reflektieren<br>• sich selbstandig vertiefende Inhalte erschließen<br>• weiterführende Wissensgebiete erkennen |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1545: Flugzeug-Kabinensysteme | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf God |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Flugzeug-Kabinensystemen und zu Betriebsabläufen in der Kabine. Es soll ein grundlegendes Verständnis für den systemtechnischen Aufwand zur Aufrechterhaltung eines bei Reiseflughöhe künstlichen, aber angenehmen und sicheren Arbeits- und Aufenthaltsraumes erreicht werden. Weiterhin sollen Kenntnisse zum Betrieb und zur Wartung des Arbeitssystems Kabine erworben werden.<br><br>Die Vorlesung vermittelt einen umfassenden Überblick über aktuelle Kabinentechnik und Kabinensysteme in modernen Verkehrsflugzeugen. Die Erfüllung von Anforderungen an das zentrale Arbeitssystem Kabine werden anhand der Themengebiete Komfort, Ergonomie, Faktor Mensch, Betriebsprozesse, Wartung und Energieversorgung behandelt:<br>• Werkstoffe in der Kabine<br>• Ergonomie und Human Factors<br>• Kabinen-Innenausstattung und nicht-elektrische Systeme<br>• Kabinenelektrik und Beleuchtung<br>• Kabinenelektronik, Kommunikations-, Informations- und Unterhaltungssysteme<br>• Kabinen- und Passagierprozesse<br>• RFID-Kennzeichnung von Flugzeugbauteilen<br>• Energiequellen und Energiewandlung für den Betrieb |
| **Literatur** | - Skript zur Vorlesung<br>- Jenkinson, L.R., Simpkin, P., Rhodes, D.: Civil Jet Aircraft Design. London: Arnold, 1999<br>- Rossow, C.-C., Wolf, K., Horst, P. (Hrsg.): Handbuch der Luftfahrzeugtechnik. Carl Hanser Verlag, 2014<br>- Moir, I., Seabridge, A.: Aircraft Systems: Mechanical, Electrical and Avionics Subsystems Integration, Wiley 2008<br>- Davies, M.: The standard handbook for aeronautical and astronautical engineers. McGraw-Hill, 2003<br>- Kompendium der Flugmedizin. Verbesserte und ergänzte Neuauflage, Nachdruck April 2006. Fürstenfeldbruck, 2006<br>- Campbell, F.C.: Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials. Elsevier Ltd., 2006 |

| Lehrveranstaltung L1546: Flugzeug-Kabinensysteme | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf God |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1691: Betriebsaspekte in der Luftfahrt (Variante B: 12 LP)

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft (L1310) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Flugführung I (Grundlagen) (L0848) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Flugführung I (Grundlagen) (L0854) | Hörsaalübung | 1 | 1 |
| Flughafenbetrieb (L1276) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Flughafenplanung (L1275) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Flughafenplanung (L1469) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Luftverkehr und Umwelt (L2376) | Vorlesung | 3 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Volker Gollnick |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Lufttransportsysteme |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Analyse und Beschreibung des Zusammenwirkens von Menschen und Luftfahrzeugen im Betrieb |
| *Fertigkeiten* | Verstehen und Anwenden von Auslegungsmethoden und Berechnungsverfahren<br>Verstehen interdisziplinärer und integrativer Wechselwirkungen<br>Bewertung betrieblicher Fragen der Luftfahrt und Entwicklung betrieblicher Lösungsmöglichkeiten |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Arbeiten in Gruppen zur konzentrierten Lösungsfindung<br>Kommunikation, Durchsetzungsfähigkeit, fachliche Überzeugungsfähigkeit |
| *Selbstständigkeit* | Organisation von Arbeitsabläufen und Strategien<br>Strukturierte Aufgabenanalyse und Lösungsfindung |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen |
| **Leistungspunkte** | 12 |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L1310: Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Karl Echtermeyer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung und Überblick<br>2. Geschäftsmodelle von Luftverkehrsgesellschaften<br>3. Interdependenzen der Flugplanung (Netzwerkmanagement, Slot Management, Netzstrukturen, Umlaufplanung)<br>4. Operative Flugvorbereitung (Beladung, Nutzlast/Reichweite, etc.)<br>5. Flottenpolitik<br>6. Flugzeugbewertung und Flottenplanung<br>7. Aufbau und Organisation einer Luftverkehrsgesellschaft<br>8. Instandhaltung von Flugzeugen<br><br>bis SoSe 2022 |
| **Literatur** | Volker Gollnick, Dieter Schmitt: The Air Transport System, Springer Berlin Heidelberg New York, 2014<br><br>Paul Clark: “Buying the Big Jets”, Ashgate 2008<br><br>Mike Hirst: The Air Transport System, AIAA, 2008 |

| Lehrveranstaltung L0848: Flugführung I (Grundlagen) | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Einführung und Motivation Flugführungsprinzipien<br>Cockpit- und Avioniksysteme (Cockpitgestaltung, Cockpitausrüstung, Bus- und Rechnersysteme)<br>Luftverkehrsmanagement (Luftraumstrukturen, Organisation der Flugsicherung, etc.)<br>Grundlagen der Flugmeßtechnik Positionsmessung (geometrische Verfahren, Entfernungsmessung, Richtungmessung) Bestimmung der Fluglage (Magnetfeld- und Trägheitssensoren) Geschwindigkeitsmessung<br>Theorie der Navigation<br>Funknavigation<br>Satellitennavigation<br>Luftraumüberwachung (Radarsysteme)<br>Kommunikationssysteme<br>Integrierte Navigations- und Führungssysteme |
| **Literatur** | Rudolf Brockhaus, Robert Luckner, Wolfgang Alles: "Flugregelung", Springer Berlin Heidelberg New York, 2011<br>Holger Flühr: "Avionik und Flugsicherungssysteme", Springer Berlin Heidelberg New York, 2013<br>Volker Gollnick, Dieter Schmitt "Air Transport Systems", Springer Berlin Heidelberg New York, 2016<br>R.P.G. Collinson „Introduction to Avionics”, Springer Berlin Heidelberg New York 2003 |

| Lehrveranstaltung L0854: Flugführung I (Grundlagen) | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L1276: Flughafenbetrieb | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Peter Willems |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | FA-F Flugbetrieb Flugbetrieb - Produktion Infrastruktur Betrieb Planung Masterplanung Flughafenkapazität Bodenverkehrdienste Terminalbetrieb |
| **Literatur** | Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, McGraw Hill, 2003 |

| Lehrveranstaltung L1275: Flughafenplanung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Häp |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung, Definitionen, Rahmen, Überblick<br>2. Start- und Landebahnsysteme<br>3. Luftraumstrukturen rund um den Flughafen<br>4. Befeuerung, Markierungen, Beschilderung<br>5. Vorfeld- und Terminalkonfigurationen |
| **Literatur** | N. Ashford, Martin Stanton, Clifton Moore: Airport Operations, John Wiley & Sons, 1991<br><br>Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, Aviation Week Books, MacGraw Hill, 2003 |

| Lehrveranstaltung L1469: Flughafenplanung | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Häp |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| **Lehrveranstaltung L2376: Luftverkehr und Umwelt** | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Die Lehrveranstaltung vermittelt die notwendigen Grundlagen und Methoden für das Verständnis der Wechselwirkungen des Luftverkehrs mit der Umwelt, sowohl in Bezug auf die Wirkung von Wetter/Klima auf das Fliegen als auch hinsichtlich der Auswirkungen des Luftverkehrs auf Schadstoffemissionen, Lärm und Klima.<br><br>Es werden im Einzelnen die folgenden Themen behandelt:<br><br>• Atmosphärenphysik/-chemie<br>  ◦ Aufbau und Statik<br>  ◦ Dynamik (Wasserkreislauf, Entstehung von Wetterereignissen, Hoch- und Tiefdruckgebiete, Wind, Böen und Turbulenz)<br>  ◦ Wolkenphysik (Thermodynamik, Kondensstreifen)<br>  ◦ Strahlungsphysik (Energiebilanz, Treibhauseffekt)<br>  ◦ Photochemie (Ozonchemie)<br>• Umweltwirkungen (Wetter) auf das Fliegen<br>  ◦ Atmosphärische Einflüsse auf Flugleistungen<br>  ◦ Flugplanung<br>  ◦ Störungen durch Wetter, z.B. Gewitter, Winterwetter (Vereisung), Clear Air Turbulence, Sicht<br>  ◦ Auswirkungen des Klimawandels und Adaption<br>• Wirkungen des Luftverkehrs auf Umwelt und Klima<br>  ◦ Schadstoffemissionen der Luftfahrt<br>  ◦ Wirkung von Emissionen auf Konzentrationen in der Atmosphäre<br>  ◦ Klimametriken/-modelle und Hintergrundszenarien<br>  ◦ Emissionskataster<br>• Mitigationsmaßnahmen<br>  ◦ Technologische Maßnahmen, z.B. klimaoptimierter Flugzeugentwurf<br>  ◦ Alternative Kraftstoffe<br>  ◦ Operationelle Maßnahmen, z.B. klimaoptimierte Flugplanung<br>  ◦ Umweltpolitische Maßnahmen, z.B. EU-ETS, CORSIA<br>  ◦ Potenziale und Gegenüberstellung, Begriff der Ökoeffizienz<br>• Lokale Umweltwirkungen<br>  ◦ Lokale Luftqualität (Partikel/Feinstaub, sonstige Emissionen in Bodennähe)<br>  ◦ Lärm (Lärmquellen, Lärmmetriken, Lärmimmissionen, Messung, Zertifizierung, Psychoakustik, Lärmmitigation)<br>  ◦ Gesundheitliche Auswirkungen<br>• Aspekte der Nachhaltigkeit<br>  ◦ Weitere Aspekte, u.a. Lebenszyklusemissionen, Entsorgung<br>  ◦ Einordnung in globale Ziele, z.B. Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen, Pariser Klimaabkommen |
| **Literatur** | • Ruijgrok, G.: Elements of Aircraft Pollution, Delft University Press, 2005<br>• Friedrich, R., Reis, S.: Emissions of Air Pollutants, Springer 2004<br>• Janic, M.: The Sustainability of Air Transportation, Ashgate, 2007<br>• Schumann, U. (ed.): Atmospheric Physics: Background - Methods - Trends, Springer, Berlin, Heidelberg, 2012<br>• Spiridonov, V., Curic, M.: Fundamentals of Meteorology, Springer, 2021<br>• Kaltschmitt, M., Neuling, U.: Biokerosene - Status and Prospects, Springer, 2018<br>• Roedel, W., Wagner, T.: Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre, Springer, 2017<br>• W. Bräunling: Flugzeugtriebwerke. Springer-Verlag Berlin, Deutschland, 2009<br>• G. Brüning, X. Hafer, G. Sachs: Flugleistungen, Springer, 1993 |

## Modul M1193: Entwurf von Kabinensystemen

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik (L1557) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik (L1558) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML (L1551) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Ralf God |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlegende Kenntnisse in:<br>• Mathematik<br>• Mechanik<br>• Thermodynamik<br>• Elektrotechnik<br>• Regelungstechnik<br><br>Vorkenntnisse in:<br>• Systems Engineering |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können:<br>• den Aufbau und die Funktionsweise von Rechnerarchitekturen beschreiben<br>• den Aufbau und die Funktionsweise von digitalen Kommunikationsnetzwerken erläutern<br>• Architekturen von Kabinenelektronik, integrierter modularer Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN) erklären<br>• das Vorgehen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) beim Entwurf von hardware- und softwarebasierten Kabinensystemen verstehen |
| *Fertigkeiten* | Studierende können:<br>• einen Minicomputer verstehen, in Betrieb nehmen und betreiben<br>• eine Netzwerkkommunikation aufbauen und mit einem anderen Netzwerkteilnehmer kommunizieren<br>• einen Minicomputer mit einem Kabinenmanagementsystem (A380 CIDS) verbinden und über ein AFDX®-Netzwerk kommunizieren<br>• Systemfunktionen mittels der formalen Sprachen SysML/UML modellieren und aus den Modellen Softwarecode generieren<br>• Softwarecode auf einem Minicomputer ausführen |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können:<br>• für die praktischen Arbeiten Zweierteams oder Kleingruppen bilden<br>• Teilergebnisse selbst erarbeiten und mit anderen zu einer Gesamtlösung zusammenführen<br>• ihre eigene Lösung vertreten und einbringen<br>• die Anleitung des Teams übernehmen<br>• im Team mitarbeiten |
| *Selbstständigkeit* | Studierende können:<br>• ihre praktischen Aufgaben organisieren und planen<br>• ihre eigenen Fähigkeiten weiter herausbilden<br>• Eigeninitiative ergreifen<br>• eigene neue Lösungswetge finden |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1557: Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf God |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist der Erwerb von Kenntnissen zu Computer- und Kommunikationstechnik bei elektronischen Systemen in der Kabine und im Flugzeug. Software, mechanische und elektronische Systemkomponenten wirken heute so intensiv zusammen, dass dies für den Systemtechniker ein grundlegendes Verständnis von Kabinenelektronik und Avionik erfordert.<br><br>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zum Aufbau und der Funktionsweise von Computern und Datennetzwerken und fokussiert dann auf aktuelle Prinzipien und Anwendungen bei integrierter modularer Avionik (IMA), Aircraft Data Communication Networks (ADCN), Kabinenelektronik und Kabinennetzwerken:<br>• Historie der Computer- und Netzwerktechnik<br>• Schichtenmodell in der Computertechnik<br>• Rechnerarchitekturen (PC, IPC, Embedded Systeme)<br>• BIOS, UEFI und Betriebssystem (OS)<br>• Programmiersprachen (Maschinencode und Hochsprachen)<br>• Applikationen und Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung<br>• Externe Schnittstellen (seriell, USB, Ethernet)<br>• Schichtenmodell in der Netzwerktechnik<br>• Netzwerktopologien<br>• Netzwerkkomponenten<br>• Buszugriffsverfahren<br>• Integrierte modulare Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN)<br>• Kabinenelektronik und Kabinennetzwerke |
| **Literatur** | - Skript zur Vorlesung<br>- Schnabel, P.: Computertechnik-Fibel: Grundlagen Computertechnik, Mikroprozessortechnik, Halbleiterspeicher, Schnittstellen und Peripherie. Books on Demand; 1. Auflage, 2003<br>- Schnabel, P.: Netzwerktechnik-Fibel: Grundlagen, Übertragungstechnik und Protokolle, Anwendungen und Dienste, Sicherheit. Books on Demand; 1. Auflage, 2004<br>- Wüst, K.: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen und Programmierung von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Vieweg Verlag; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2006 |

| Lehrveranstaltung L1558: Computer- und Kommunikationstechnik bei Kabinenelektronik und Avionik | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf God |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Kabinenelektronik und Kabinennetzwerken:<br>• Historie der Computer- und Netzwerktechnik<br>• Schichtenmodell in der Computertechnik<br>• Rechnerarchitekturen (PC, IPC, Embedded Systeme)<br>• BIOS, UEFI und Betriebssystem (OS)<br>• Programmiersprachen (Maschinencode und Hochsprachen)<br>• Applikationen und Schnittstellen zur Anwendungsprogrammierung<br>• Externe Schnittstellen (seriell, USB, Ethernet)<br>• Schichtenmodell in der Netzwerktechnik<br>• Netzwerktopologien<br>• Netzwerkkomponenten<br>• Buszugriffsverfahren<br>• Integrierte modulare Avionik (IMA) und Aircraft Data Communication Networks (ADCN)<br>• Kabinenelektronik und Kabinennetzwerke |
| **Literatur** | - Skript zur Vorlesung<br>- Schnabel, P.: Computertechnik-Fibel: Grundlagen Computertechnik, Mikroprozessortechnik, Halbleiterspeicher, Schnittstellen und Peripherie. Books on Demand; 1. Auflage, 2003<br>- Schnabel, P.: Netzwerktechnik-Fibel: Grundlagen, Übertragungstechnik und Protokolle, Anwendungen und Dienste, Sicherheit. Books on Demand; 1. Auflage, 2004<br>- Wüst, K.: Mikroprozessortechnik: Grundlagen, Architekturen und Programmierung von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern und Signalprozessoren. Vieweg Verlag; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2006 |

| Lehrveranstaltung L1551: Model-Based Systems Engineering (MBSE) mit SysML/UML | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf God |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Ziele der problemorientierten Lehrveranstaltung sind der Erwerb von Kenntnissen zum Vorgehen beim Systementwurf mittels der formalen Sprachen SysML/UML, das Kennenlernen von Werkzeugen zur Modellierung und schließlich die Durchführung eines Projekts mit Methoden und Werkzeugen des Model-Based Systems Engineering (MBSE) auf einer realistischen Hardwareplattform (z.B. Arduino®, Raspberry Pi®):<br>• Was ist ein Modell?<br>• Was ist Systems Engineering?<br>• Überblick zu MBSE Methodiken<br>• Die Modellierungssprachen SysML/UML<br>• Werkzeuge für das MBSE<br>• Vorgehensweisen beim MBSE<br>• Anforderungsspezifikation, funktionale Architektur, Lösungsspezifikation<br>• Vom Modell zum Softwarecode<br>• Validierung und Verifikation: XiL-Methoden<br>• Begleitendes MBSE-Projekt |
| **Literatur** | - Skript zur Vorlesung<br>- Weilkiens, T.: Systems Engineering mit SysML/UML: Modellierung, Analyse, Design. 2. Auflage, dpunkt.Verlag, 2008<br>- Holt, J., Perry, S.A., Brownsword, M.: Model-Based Requirements Engineering. Institution Engineering & Tech, 2011 |

## Modul M1739: Betriebsaspekte in der Luftfahrt (Variante A: 6 LP)

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft (L1310) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Flugführung I (Grundlagen) (L0848) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Flugführung I (Grundlagen) (L0854) | Hörsaalübung | 1 | 1 |
| Flughafenbetrieb (L1276) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Flughafenplanung (L1275) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Flughafenplanung (L1469) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Luftverkehr und Umwelt (L2376) | Vorlesung | 3 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Volker Gollnick |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Lufttransportsysteme |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Analyse und Beschreibung des Zusammenwirkens von Menschen und Luftfahrzeugen im Betrieb |
| *Fertigkeiten* | Verstehen und Anwenden von Auslegungsmethoden und Berechnungsverfahren<br>Verstehen interdisziplinärer und integrativer Wechselwirkungen<br>Bewertung betrieblicher Fragen der Luftfahrt und Entwicklung betrieblicher Lösungsmöglichkeiten |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Arbeiten in Gruppen zur konzentrierten Lösungsfindung<br>Kommunikation, Durchsetzungsfähigkeit, fachliche Überzeugungsfähigkeit |
| *Selbstständigkeit* | Organisation von Arbeitsabläufen und Strategien<br>Strukturierte Aufgabenanalyse und Lösungsfindung |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Data Science: Vertiefung III. Applications: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L1310: Betrieb einer Luftverkehrsgesellschaft

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Karl Echtermeyer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung und Überblick<br>2. Geschäftsmodelle von Luftverkehrsgesellschaften<br>3. Interdependenzen der Flugplanung (Netzwerkmanagement, Slot Management, Netzstrukturen, Umlaufplanung)<br>4. Operative Flugvorbereitung (Beladung, Nutzlast/Reichweite, etc.)<br>5. Flottenpolitik<br>6. Flugzeugbewertung und Flottenplanung<br>7. Aufbau und Organisation einer Luftverkehrsgesellschaft<br>8. Instandhaltung von Flugzeugen<br><br>bis SoSe 2022 |
| **Literatur** | Volker Gollnick, Dieter Schmitt: The Air Transport System, Springer Berlin Heidelberg New York, 2014<br><br>Paul Clark: “Buying the Big Jets”, Ashgate 2008<br><br>Mike Hirst: The Air Transport System, AIAA, 2008 |

| Lehrveranstaltung L0848: Flugführung I (Grundlagen) | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Einführung und Motivation Flugführungsprinzipien<br>Cockpit- und Avioniksysteme (Cockpitgestaltung, Cockpitausrüstung, Bus- und Rechnersysteme)<br>Luftverkehrsmanagement (Luftraumstrukturen, Organisation der Flugsicherung, etc.)<br>Grundlagen der Flugmeßtechnik Positionsmessung (geometrische Verfahren, Entfernungsmessung, Richtungmessung) Bestimmung der Fluglage (Magnetfeld- und Trägheitssensoren) Geschwindigkeitsmessung<br>Theorie der Navigation<br>Funknavigation<br>Satellitennavigation<br>Luftraumüberwachung (Radarsysteme)<br>Kommunikationssysteme<br>Integrierte Navigations- und Führungssysteme |
| **Literatur** | Rudolf Brockhaus, Robert Luckner, Wolfgang Alles: "Flugregelung", Springer Berlin Heidelberg New York, 2011<br>Holger Flühr: "Avionik und Flugsicherungssysteme", Springer Berlin Heidelberg New York, 2013<br>Volker Gollnick, Dieter Schmitt "Air Transport Systems", Springer Berlin Heidelberg New York, 2016<br>R.P.G. Collinson „Introduction to Avionics”, Springer Berlin Heidelberg New York 2003 |

| Lehrveranstaltung L0854: Flugführung I (Grundlagen) | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L1276: Flughafenbetrieb | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Peter Willems |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | FA-F Flugbetrieb Flugbetrieb - Produktion Infrastruktur Betrieb Planung Masterplanung Flughafenkapazität Bodenverkehrdienste Terminalbetrieb |
| **Literatur** | Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, McGraw Hill, 2003 |

| Lehrveranstaltung L1275: Flughafenplanung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Häp |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung, Definitionen, Rahmen, Überblick<br>2. Start- und Landebahnsysteme<br>3. Luftraumstrukturen rund um den Flughafen<br>4. Befeuerung, Markierungen, Beschilderung<br>5. Vorfeld- und Terminalkonfigurationen |
| **Literatur** | N. Ashford, Martin Stanton, Clifton Moore: Airport Operations, John Wiley & Sons, 1991<br><br>Richard de Neufville, Amedeo Odoni: Airport Systems, Aviation Week Books, MacGraw Hill, 2003 |

| Lehrveranstaltung L1469: Flughafenplanung | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick, Dr. Ulrich Häp |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| **Lehrveranstaltung L2376: Luftverkehr und Umwelt** | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Prüfungsart** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Dozenten** | Prof. Volker Gollnick |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Die Lehrveranstaltung vermittelt die notwendigen Grundlagen und Methoden für das Verständnis der Wechselwirkungen des Luftverkehrs mit der Umwelt, sowohl in Bezug auf die Wirkung von Wetter/Klima auf das Fliegen als auch hinsichtlich der Auswirkungen des Luftverkehrs auf Schadstoffemissionen, Lärm und Klima.<br><br>Es werden im Einzelnen die folgenden Themen behandelt:<br><br>• Atmosphärenphysik/-chemie<br>  ◦ Aufbau und Statik<br>  ◦ Dynamik (Wasserkreislauf, Entstehung von Wetterereignissen, Hoch- und Tiefdruckgebiete, Wind, Böen und Turbulenz)<br>  ◦ Wolkenphysik (Thermodynamik, Kondensstreifen)<br>  ◦ Strahlungsphysik (Energiebilanz, Treibhauseffekt)<br>  ◦ Photochemie (Ozonchemie)<br>• Umweltwirkungen (Wetter) auf das Fliegen<br>  ◦ Atmosphärische Einflüsse auf Flugleistungen<br>  ◦ Flugplanung<br>  ◦ Störungen durch Wetter, z.B. Gewitter, Winterwetter (Vereisung), Clear Air Turbulence, Sicht<br>  ◦ Auswirkungen des Klimawandels und Adaption<br>• Wirkungen des Luftverkehrs auf Umwelt und Klima<br>  ◦ Schadstoffemissionen der Luftfahrt<br>  ◦ Wirkung von Emissionen auf Konzentrationen in der Atmosphäre<br>  ◦ Klimametriken/-modelle und Hintergrundszenarien<br>  ◦ Emissionskataster<br>• Mitigationsmaßnahmen<br>  ◦ Technologische Maßnahmen, z.B. klimaoptimierter Flugzeugentwurf<br>  ◦ Alternative Kraftstoffe<br>  ◦ Operationelle Maßnahmen, z.B. klimaoptimierte Flugplanung<br>  ◦ Umweltpolitische Maßnahmen, z.B. EU-ETS, CORSIA<br>  ◦ Potenziale und Gegenüberstellung, Begriff der Ökoeffizienz<br>• Lokale Umweltwirkungen<br>  ◦ Lokale Luftqualität (Partikel/Feinstaub, sonstige Emissionen in Bodennähe)<br>  ◦ Lärm (Lärmquellen, Lärmmetriken, Lärmimmissionen, Messung, Zertifizierung, Psychoakustik, Lärmmitigation)<br>  ◦ Gesundheitliche Auswirkungen<br>• Aspekte der Nachhaltigkeit<br>  ◦ Weitere Aspekte, u.a. Lebenszyklusemissionen, Entsorgung<br>  ◦ Einordnung in globale Ziele, z.B. Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen, Pariser Klimaabkommen |
| **Literatur** | • Ruijgrok, G.: Elements of Aircraft Pollution, Delft University Press, 2005<br>• Friedrich, R., Reis, S.: Emissions of Air Pollutants, Springer 2004<br>• Janic, M.: The Sustainability of Air Transportation, Ashgate, 2007<br>• Schumann, U. (ed.): Atmospheric Physics: Background - Methods - Trends, Springer, Berlin, Heidelberg, 2012<br>• Spiridonov, V., Curic, M.: Fundamentals of Meteorology, Springer, 2021<br>• Kaltschmitt, M., Neuling, U.: Biokerosene - Status and Prospects, Springer, 2018<br>• Roedel, W., Wagner, T.: Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre, Springer, 2017<br>• W. Bräunling: Flugzeugtriebwerke. Springer-Verlag Berlin, Deutschland, 2009<br>• G. Brüning, X. Hafer, G. Sachs: Flugleistungen, Springer, 1993 |

## Fachmodule der Vertiefung II. Mechatronik

### Modul M0752: Nichtlineare Dynamik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Nichtlineare Dynamik (L0702) | Integrierte Vorlesung | 4 | 6 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Norbert Hoffmann |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Analysis<br>• Lineare Algebra<br>• Technische Mechanik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | • Studierende sind in der Lage bestehende Begriffe und Konzepte der Nichtlinearen Dynamik wiederzugeben und neue Begriffe und Konzepte zu entwickeln.<br>• Studierende sind in der Lage Methoden der Modellierung und Analyse nichtlinearer dynamischer Systeme zu benennen und weiter zu entwickeln. |
| *Fertigkeiten* | • Studierende sind in der Lage bestehende Verfahren und Methoden der Analyse nichtlinearer dynamischer Systeme anzuwenden.<br>• Studierende sind in der Lage neue Verfahren und Methoden zur Modellierung und Berechnung nichtlinearer Systeme zu entwickeln. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | • Studierende können Probleme der nichtlinearen Dynamik auch in Gruppen analysieren.<br>• Studierende können Lösungsansätze für Probleme bei nichtlinearen dynamischen Systemen auch in Gruppen erzielen. |
| *Selbstständigkeit* | • Studierende können eigenständig vorgegebene Forschungsaufgaben der nichtlinearen Dynamik mit vorliegenden Methoden angehen.<br>• Studierende können selbstständig neue Forschungsaufgaben der nichtlinearen Dynamik identifizieren und bearbeiten. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 2 Stunden |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0702: Nichtlineare Dynamik | |
|---|---|
| **Typ** | Integrierte Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **LP** | 6 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Dozenten** | Prof. Norbert Hoffmann |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Grundlagen der Nichtlinearen Dynamik<br>• Eindimensionale Probleme<br>  ◦ Lineare Stabilität<br>  ◦ Lokale Bifurkationen<br>  ◦ Synchronisation<br>• Zweidimensionale Probleme<br>  ◦ Grenzzykel<br>  ◦ Globale Bifurkationen<br>• Chaos<br>  ◦ Lorenz-Gleichungen<br>  ◦ Fraktale und Seltsame Attraktoren<br>  ◦ Vorhersagehorizonte |
| **Literatur** | Steven Strogatz: Nonlinear Dynamics and Chaos. |

## Modul M1143: Applied Design Methodology in Mechatronics

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Praktische Entwicklungsmethodik in der Mechatronik (L1523) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Praktische Entwicklungsmethodik in der Mechatronik (L1524) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 4 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Thorsten Kern |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basics of mechanical design, electrical design or computer-sciences |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Science-based working on interdisciplinary product design considering targeted application of specific product design techniques |
| *Fertigkeiten* | Creative handling of processes used for scientific preparation and formulation of complex product design problems / Application of various product design techniques following theoretical aspects. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students will solve and execute technical-scientific tasks from an industrial context in small design-teams with application of common, creative methodologies. |
| *Selbstständigkeit* | Students are enabled to optimize the design and development process according to the target and topic of the design<br>Students are educated to operate in a development team<br>Students learn about the right application of creative methods in engineering. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 30 min Gespräch zu einer Gruppen-Entwicklungsarbeit |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1523: Applied Design Methodology in Mechatronics | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Thorsten Kern |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Systematic analysis and planning of the design process for products combining a multitude of disciplines<br>• Structure of the engineering process with focus on engineering steps (task-definition, functional decomposition, physical principles, elements for solution, combination to systems and products, execution of design, component-tests, system-tests, product-testing and qualification/validation)<br>• Creative methods (Basics, methods like lead-user-method, 6-3-5, BrainStorming, Intergalactic Thinking, ... - Applications in examples all around mechatronics topics)<br>• Several design-supporting methods and tools (functional strcutures, GALFMOS, AEIOU-method, GAMPFT, simulation and its application, TRIZ, design for SixSigma, continous integration and testing, ...)<br>• Evaluation and final selection of solution (technical and business-considerations, preference-matrix, pair-comparision), dealing with uncertainties, decision-making<br>• Value-analysis<br>• Derivation of architectures and architectural management<br>• Project-tracking and -guidance (project-lead, guiding of employees, organization of multidisciplinary R&D departments, idea-identification, responsibilities and communication)<br>• Project-execution methods (Scrum, Kanbaan, ...)<br>• Presentation-skills<br>• Questions of aesthetic product design and design for subjective requirements (industrial design, color, haptic/optic/acoustic interfaces)<br>• Evaluation of selected methods at practical examples in small teams |
| **Literatur** | • Definition folgt...<br>• Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Konstruktionslehre: Grundlage erfolgreicher Produktentwicklung, Methoden und Anwendung, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2007<br>• VDI-Richtlinien: 2206; 2221ff |

| Lehrveranstaltung L1524: Applied Design Methodology in Mechatronics | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Thorsten Kern |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0605: Numerische Strukturdynamik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Numerische Strukturdynamik (L0282) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Numerische Strukturdynamik (L0283) | Gruppenübung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Alexander Düster |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Vorkenntnisse bzgl. partieller Differentialgleichungen sind empfehlenswert. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können<br>+ einen Überblick über die Verfahren zur numerischen Lösung von strukturdynamischen Problemen geben.<br>+ den Einsatz von Finite-Elemente-Programmen zur Lösung von Problemen der Strukturdynamik erläutern.<br>+ mögliche Probleme strukturdynamischer Berechnungen aufzählen, im konkreten Fall erkennen und die entsprechenden mathematischen und mechanischen Hintergründe erläutern. |
| *Fertigkeiten* | Studierende sind in der Lage<br>+ strukturdynamische Probleme zu modellieren.<br>+ für Probleme der Strukturdynamik geeignete Lösungsverfahren auszuwählen.<br>+ Berechnungsverfahren zur Lösung von Problemen der Strukturdynamik anzuwenden.<br>+ Ergebnisse von numerischen Berechnungen zur Strukturdynamik zu verifizieren und kritisch zu beurteilen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können<br>+ in heterogen zusammengesetzten Gruppen gemeinsam Lösungen erarbeiten.<br>+ ihre Arbeitsergebnisse vor Kommilitonen vorstellen und diskutieren.<br>+ fachlich konstruktives Feedback an Kommilitonen geben und mit Rückmeldungen zur Ihren eigenen Arbeiten umgehen. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind fähig<br>+ ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben und E-Learning einzuschätzen.<br>+ sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen.<br>+ das erworbene Wissen auf ähnliche Problemstellungen zu transformieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 2h |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht<br>Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0282: Numerische Strukturdynamik

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Düster |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Motivation<br>2. Grundlagen der Dynamik<br>3. Zeitintegrationsverfahren<br>4. Modalanalyse<br>5. Fourier-Transformation<br>6. Ausgewählte Beispiele |
| **Literatur** | [1] K.-J. Bathe, Finite-Elemente-Methoden, Springer, 2002.<br>[2] J.L. Humar, Dynamics of Structures, Taylor & Francis, 2012. |

| Lehrveranstaltung L0283: Numerische Strukturdynamik | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Düster |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0633: Industrial Process Automation

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Prozessautomatisierungstechnik (L0344) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Prozessautomatisierungstechnik (L0345) | Gruppenübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | mathematics and optimization methods<br>principles of automata<br>principles of algorithms and data structures<br>programming skills |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students can evaluate and assess discrete event systems. They can evaluate properties of processes and explain methods for process analysis. The students can compare methods for process modelling and select an appropriate method for actual problems. They can discuss scheduling methods in the context of actual problems and give a detailed explanation of advantages and disadvantages of different programming methods. The students can relate process automation to methods from robotics and sensor systems as well as to recent topics like 'cyberphysical systems' and 'industry 4.0'. |
| *Fertigkeiten* | The students are able to develop and model processes and evaluate them accordingly. This involves taking into account optimal scheduling, understanding algorithmic complexity, and implementation using PLCs. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students can independently define work processes within their groups, distribute tasks within the group and develop solutions collaboratively. |
| *Selbstständigkeit* | The students are able to assess their level of knowledge and to document their work results adequately. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Nein 10 % Übungsaufgaben |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0344: Industrial Process Automation | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | - foundations of problem solving and system modeling, discrete event systems<br>- properties of processes, modeling using automata and Petri-nets<br>- design considerations for processes (mutex, deadlock avoidance, liveness)<br>- optimal scheduling for processes<br>- optimal decisions when planning manufacturing systems, decisions under uncertainty<br>- software design and software architectures for automation, PLCs |
| **Literatur** | J. Lunze: „Automatisierungstechnik“, Oldenbourg Verlag, 2012<br>Reisig: Petrinetze: Modellierungstechnik, Analysemethoden, Fallstudien; Vieweg+Teubner 2010<br>Hrúz, Zhou: Modeling and Control of Discrete-event Dynamic Systems; Springer 2007<br>Li, Zhou: Deadlock Resolution in Automated Manufacturing Systems, Springer 2009<br>Pinedo: Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, Springer 2009 |

| Lehrveranstaltung L0345: Industrial Process Automation | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0746: Microsystem Engineering

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Mikrosystemtechnik (L0680) | Vorlesung | 2 | 4 |
| Mikrosystemtechnik (L0682) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Dr. Timo Lipka |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basic courses in physics, mathematics and electric engineering |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students know about the most important technologies and materials of MEMS as well as their applications in sensors and actuators. |
| *Fertigkeiten* | Students are able to analyze and describe the functional behaviour of MEMS components and to evaluate the potential of microsystems. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students are able to solve specific problems alone or in a group and to present the results accordingly. |
| *Selbstständigkeit* | Students are able to acquire particular knowledge using specialized literature and to integrate and associate this knowledge with other fields. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Nein 10 % Referat |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | zweistündig |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0680: Microsystem Engineering | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Timo Lipka |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Object and goal of MEMS<br>Scaling Rules<br>Lithography<br>Film deposition<br>Structuring and etching<br>Energy conversion and force generation<br>Electromagnetic Actuators<br>Reluctance motors<br>Piezoelectric actuators, bi-metal-actuator<br>Transducer principles<br>Signal detection and signal processing<br>Mechanical and physical sensors<br>Acceleration sensor, pressure sensor<br>Sensor arrays<br>System integration<br>Yield, test and reliability |
| **Literatur** | M. Kasper: Mikrosystementwurf, Springer (2000)<br>M. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press (1997) |

| Lehrveranstaltung L0682: Microsystem Engineering | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Timo Lipka |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Examples of MEMS components<br>Layout consideration<br>Electric, thermal and mechanical behaviour<br>Design aspects |
| **Literatur** | Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben |

## Modul M0751: Technische Schwingungslehre

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Technische Schwingungslehre (L0701) | Integrierte Vorlesung | 4 | 6 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Norbert Hoffmann |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Analysis<br>• Lineare Algebra<br>• Technische Mechanik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | • Die Studierenden können Begriffe und Zusammenhänge der Technischen Schwingungslehre wiedergeben und weiterentwickeln.<br>• Die Studierenden kennen Methoden der Modellierung und Berechnung bei freien, fremderregten, selbsterregten und parametererregten Schwingungen.<br>• Die Studierenden kennen Zusammenhänge bei linearen und nichtlinearen Schwingungsproblemen.<br>• Die Studierenden kennen Grundproblematiken von Schwingungsproblemen bei diskreten und kontinuierlichen Systemen. |
| *Fertigkeiten* | • Studierende können allgemeine Methoden der Technischen Schwingungslehre benennen, anwenden und weiterentwickeln.<br>• Studierende können Methoden der Modellierung und Berechnung bei freien, erzwungenen, selbsterregten und parametererregten Schwingungen anwenden und weiterentwickeln.<br>• Studierende können lineare und nichtlineare Schwingungsprobleme bei diskreten und kontinuierlichen Systemen lösen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | • Studierende können auch in Arbeitsgruppen Schwingungsprobleme analysieren, bearbeiten, und zu Arbeitsergebnissen kommen.<br>• Studierende können in Arbeitsgruppen Ergebnisse von Schwingungsuntersuchungen schriftlich dokumentieren. |
| *Selbstständigkeit* | • Studierende können eigenständig Schwingungsprobleme analysieren und bearbeiten.<br>• Studierende können sich eigenständig Forschungsaufgaben der Technischen Schwingungslehre erschließen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 2 Stunden |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht<br>Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0701: Technische Schwingungslehre | |
|---|---|
| **Typ** | Integrierte Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **LP** | 6 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Dozenten** | Prof. Norbert Hoffmann |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Lineare und Nichtlineare Ein- und Mehrfreiheitsgradschwingungen<br>• Freie Schwingungen<br>• Selbsterregte Schwingungen<br>• Parametererregte Schwingungen<br>• Erzwungene Schwingungen<br>• Mehrfreiheitsgradschwingungen<br>• Kontinuumsschwingungen<br>• Irreguläre Schwingungen |
| **Literatur** | German - K. Magnus, K. Popp, W. Sextro: Schwingungen. Physikalische Grundlagen und mathematische Behandlung von Schwingungen.<br><br>English - K. Magnus: Vibrations. |

## Modul M0808: Finite Elements Methods

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Finite-Elemente-Methoden (L0291) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Finite-Elemente-Methoden (L0804) | Hörsaalübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Benedikt Kriegesmann |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics)<br>Mathematics I, II, III (in particular differential equations) |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students possess an in-depth knowledge regarding the derivation of the finite element method and are able to give an overview of the theoretical and methodical basis of the method. |
| *Fertigkeiten* | The students are capable to handle engineering problems by formulating suitable finite elements, assembling the corresponding system matrices, and solving the resulting system of equations. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions. |
| *Selbstständigkeit* | The students are able to independently solve challenging computational problems and develop own finite element routines. Problems can be identified and the results are critically scrutinized. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Nein 20 % Midterm |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht<br>Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L0291: Finite Element Methods | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Benedikt Kriegesmann |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | - General overview on modern engineering<br>- Displacement method<br>- Hybrid formulation<br>- Isoparametric elements<br>- Numerical integration<br>- Solving systems of equations (statics, dynamics)<br>- Eigenvalue problems<br>- Non-linear systems<br>- Applications<br><br>- Programming of elements (Matlab, hands-on sessions)<br>- Applications |
| **Literatur** | Bathe, K.-J. (2000): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin |

| Lehrveranstaltung L0804: Finite Element Methods | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Benedikt Kriegesmann |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0768: Microsystems Technology in Theory and Practice

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Mikrosystemtechnologie (L0724) | Vorlesung | 2 | 4 |
| Mikrosystemtechnologie (L0725) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Hoc Khiem Trieu |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basics in physics, chemistry, mechanics and semiconductor technology |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students are able<br>• to present and to explain current fabrication techniques for microstructures and especially methods for the fabrication of microsensors and microactuators, as well as the integration thereof in more complex systems<br>• to explain in details operation principles of microsensors and microactuators and<br>• to discuss the potential and limitation of microsystems in application. |
| *Fertigkeiten* | Students are capable<br>• to analyze the feasibility of microsystems,<br>• to develop process flows for the fabrication of microstructures and<br>• to apply them. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students are able to plan and carry out experiments in groups, as well as present and represent the results in front of others. These social skills are practiced both during the preparation phase, in which the groups work out and present the theory, and during the follow-up phase, in which the groups prepare, document and present their practical experiences. |
| *Selbstständigkeit* | The independence of the students is demanded and promoted in that they have to transfer and apply what they have learned to ever new boundary conditions. This requirement is communicated at the beginning of the semester and consistently practiced until the exam. Students are encouraged to work independently by not being given a solution, but by learning to work out the solution step by step by asking specific questions. Students learn to ask questions independently when they are faced with a problem. They learn to independently break down problems into manageable sub-problems. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Ja; **Bonus** Keiner; **Art der Studienleistung** Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung; **Beschreibung** Studierenden führen in Kleingruppen ein Laborpraktikum durch. Jede Gruppe präsentiert und diskutiert die Theorie sowie die Ergebniise ihrer Labortätigkeit. vor dem gesamten Kurs. |
| **Prüfung** | Mündliche Prüfung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 30 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0724: Microsystems Technology | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Hoc Khiem Trieu |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Introduction (historical view, scientific and economic relevance, scaling laws)<br>• Semiconductor Technology Basics, Lithography (wafer fabrication, photolithography, improving resolution, next-generation lithography, nano-imprinting, molecular imprinting)<br>• Deposition Techniques (thermal oxidation, epitaxy, electroplating, PVD techniques: evaporation and sputtering; CVD techniques: APCVD, LPCVD, PECVD and LECVD; screen printing)<br>• Etching and Bulk Micromachining (definitions, wet chemical etching, isotropic etch with HNA, electrochemical etching, anisotropic etching with KOH/TMAH: theory, corner undercutting, measures for compensation and etch-stop techniques; plasma processes, dry etching: back sputtering, plasma etching, RIE, Bosch process, cryo process, XeF2 etching)<br>• Surface Micromachining and alternative Techniques (sacrificial etching, film stress, stiction: theory and counter measures; Origami microstructures, Epi-Poly, porous silicon, SOI, SCREAM process, LIGA, SU8, rapid prototyping)<br>• Thermal and Radiation Sensors (temperature measurement, self-generating sensors: Seebeck effect and thermopile; modulating sensors: thermo resistor, Pt-100, spreading resistance sensor, pn junction, NTC and PTC; thermal anemometer, mass flow sensor, photometry, radiometry, IR sensor: thermopile and bolometer)<br>• Mechanical Sensors (strain based and stress based principle, capacitive readout, piezoresistivity, pressure sensor: piezoresistive, capacitive and fabrication process; accelerometer: piezoresistive, piezoelectric and capacitive; angular rate sensor: operating principle and fabrication process)<br>• Magnetic Sensors (galvanomagnetic sensors: spinning current Hall sensor and magneto-transistor; magnetoresistive sensors: magneto resistance, AMR and GMR, fluxgate magnetometer)<br>• Chemical and Bio Sensors (thermal gas sensors: pellistor and thermal conductivity sensor; metal oxide semiconductor gas sensor, organic semiconductor gas sensor, Lambda probe, MOSFET gas sensor, pH-FET, SAW sensor, principle of biosensor, Clark electrode, enzyme electrode, DNA chip)<br>• Micro Actuators, Microfluidics and TAS (drives: thermal, electrostatic, piezo electric and electromagnetic; light modulators, DMD, adaptive optics, microscanner, microvalves: passive and active, micropumps, valveless micropump, electrokinetic micropumps, micromixer, filter, inkjet printhead, microdispenser, microfluidic switching elements, microreactor, lab-on-a-chip, microanalytics)<br>• MEMS in medical Engineering (wireless energy and data transmission, smart pill, implantable drug delivery system, stimulators: microelectrodes, cochlear and retinal implant; implantable pressure sensors, intelligent osteosynthesis, implant for spinal cord regeneration)<br>• Design, Simulation, Test (development and design flows, bottom-up approach, top-down approach, testability, modelling: multiphysics, FEM and equivalent circuit simulation; reliability test, physics-of-failure, Arrhenius equation, bath-tub relationship)<br>• System Integration (monolithic and hybrid integration, assembly and packaging, dicing, electrical contact: wire bonding, TAB and flip chip bonding; packages, chip-on-board, wafer-level-package, 3D integration, wafer bonding: anodic bonding and silicon fusion bonding; micro electroplating, 3D-MID) |
| **Literatur** | M. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, 2002<br><br>N. Schwesinger: Lehrbuch Mikrosystemtechnik, Oldenbourg Verlag, 2009<br><br>T. M. Adams, R. A. Layton:Introductory MEMS, Springer, 2010<br><br>G. Gerlach; W. Dötzel: Introduction to microsystem technology, Wiley, 2008 |

| Lehrveranstaltung L0725: Microsystems Technology | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Hoc Khiem Trieu |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1025: Fluidtechnik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Fluidtechnik (L1256) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Fluidtechnik (L1371) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 2 |
| Fluidtechnik (L1257) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Dieter Krause |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Gute Kenntnisse in Mechanik (Stereostatik, Elastostatik, Hydrostatik, Kinematik und Kinetik), Strömungsmechanik und Konstruktionslehre |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,<br>• Aufbau und Funktionsweise von Komponenten der Hydrostatik, Pneumatik und Hydrodynamik zu erklären,<br>• das Zusammenwirken hydraulischer Komponenten in Systemen zu erläutern,<br>• die Steuerung und Regelung hydraulischer Systeme detailliert zu erklären,<br>• Funktion und Einsatzbereiche von hydrodynamischen Wandlern, Bremsen und Kupplungen sowie von Kreiselpumpen und Aggregaten in der Anlagentechnik zu beschreiben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,<br>• hydraulische und pneumatische Komponenten und Systeme zu analysieren und zu beurteilen,<br>• hydraulische Systeme für mechanische Anwendungen zu konzipieren und zu dimensionieren,<br>• Numerische Simulationen hydraulischer Systeme anhand abstrakter Problemstellungen durchzuführen,<br>• Pumpenkennlinien für hydraulische Anlagen auszuwählen und anzupassen,<br>• Wandler und Bremsen für mechanische Aggregate auszulegen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,<br>• in der Vorlesung Funktionszusammenhänge in Gruppen zu diskutieren und vorzustellen,<br>• Arbeiten in Teams selbstständig zu organisieren. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,<br>• für die Simulation erforderliches Wissen selbständig zu erschließen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Ja; **Bonus** Keiner; **Art der Studienleistung** Testate; **Beschreibung** Simulation hydrostatischer Systeme |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1256: Fluidtechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Dieter Krause |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | **Vorlesung**<br>Hydrostatik<br>• Physikalische Grundlagen<br>• Druckflüssigkeiten<br>• Hydrostatische Maschinen<br>• Ventile<br>• Komponenten<br>• Hydrostatische Getriebe<br>• Anwendungsbeispiele aus der Industrie<br>Pneumatik<br>• Drucklufterzeugung<br>• Pneumatische Motoren<br>• Anwendungsbeispiele<br>Hydrodynamik<br>• Physikalische Grundlagen<br>• Hydraulische Strömungsmaschinen<br>• Hydrodynamische Getriebe<br>• Zusammenarbeit von Motor und Getriebe<br>**Hörsaalübung**<br>Hydrostatik<br>• Lesen und Entwerfen von hydraulischen Schaltplänen<br>• Auslegung von hydrostatischen Fahr- und Arbeitsantrieben<br>• Leistungsberechnung<br>Hydrodynamik<br>• Berechnung/Auslegung von hydrodynamischen Wandlern<br>• Berechnung/Auslegung von Kreiselpumpen<br>• Erstellen und Lesen von Pumpen- und Anlagenkennlinien<br>Exkursion<br>• Es findet eine Exkursion zu einem regionalen Unternehmen der Hydraulikbranche statt.<br>**Übung**<br>Numerische Simulation hydrostatischer Systeme<br>• Kennenlernen einer numerischen Simulationsumgebung für hydraulische Systeme<br>• Umsetzen einer Aufgabenstellung in ein Simulationsmodell<br>• Simulation gängiger Komponenten<br>• Variation von Simulationsparametern<br>• Nutzung von Simulation zur Systemauslegung und -optimierung<br>• Z.T. selbstorganisiertes Arbeiten in Teams |
| **Literatur** | Bücher<br>• Murrenhoff, H.: Grundlagen der Fluidtechnik - Teil 1: Hydraulik, Shaker Verlag, Aachen, 2011<br>• Murrenhoff, H.: Grundlagen der Fluidtechnik - Teil 2: Pneumatik, Shaker Verlag, Aachen, 2006<br>• Matthies, H.J. Renius, K.Th.: Einführung in die Ölhydraulik, Teubner Verlag, 2006<br>• Beitz, W., Grote, K.-H.: Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau, Springer-Verlag, Berlin, aktuelle Auflage<br>Skript zur Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L1371: Fluidtechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Dieter Krause |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L1257: Fluidtechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Dieter Krause |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0563: Robotics

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Robotik: Modellierung und Regelung (L0168) | Integrierte Vorlesung | 4 | 4 |
| Robotik: Modellierung und Regelung (L1305) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Dr. Martin Gomse |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Fundamentals of electrical engineering<br>Broad knowledge of mechanics<br>Fundamentals of control theory |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students are able to describe fundamental properties of robots and solution approaches for multiple problems in robotics. |
| *Fertigkeiten* | Students are able to derive and solve equations of motion for various manipulators.<br>Students can generate trajectories in various coordinate systems.<br>Students can design linear and partially nonlinear controllers for robotic manipulators. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students are able to work goal-oriented in small mixed groups. |
| *Selbstständigkeit* | Students are able to recognize and improve knowledge deficits independently.<br>With instructor assistance, students are able to evaluate their own knowledge level and define a further course of study. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Ja; **Bonus** Keiner; **Art der Studienleistung** Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung; **Beschreibung** Teilnahme an PBL-Einheiten sowie Erreichen des Gesamtziels und der jeweiligen Session-Ziele |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0168: Robotics: Modelling and Control

| | |
|---|---|
| **Typ** | Integrierte Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56 |
| **Dozenten** | Dr. Martin Gomse |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Fundamental kinematics of rigid body systems<br>Newton-Euler equations for manipulators<br>Trajectory generation<br>Linear and nonlinear control of robots |
| **Literatur** | Craig, John J.: Introduction to Robotics Mechanics and Control, Third Edition, Prentice Hall. ISBN 0201-54361-3<br>Spong, Mark W.; Hutchinson, Seth; Vidyasagar, M. : Robot Modeling and Control. WILEY. ISBN 0-471-64990-2 |

| Lehrveranstaltung L1305: Robotics: Modelling and Control | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Martin Gomse |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Fachmodule der Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion

### Modul M1143: Applied Design Methodology in Mechatronics

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Praktische Entwicklungsmethodik in der Mechatronik (L1523) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Praktische Entwicklungsmethodik in der Mechatronik (L1524) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 4 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Thorsten Kern |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basics of mechanical design, electrical design or computer-sciences |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Science-based working on interdisciplinary product design considering targeted application of specific product design techniques |
| *Fertigkeiten* | Creative handling of processes used for scientific preparation and formulation of complex product design problems / Application of various product design techniques following theoretical aspects. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students will solve and execute technical-scientific tasks from an industrial context in small design-teams with application of common, creative methodologies. |
| *Selbstständigkeit* | Students are enabled to optimize the design and development process according to the target and topic of the design<br>Students are educated to operate in a development team<br>Students learn about the right application of creative methods in engineering. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 30 min Gespräch zu einer Gruppen-Entwicklungsarbeit |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1523: Applied Design Methodology in Mechatronics | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Thorsten Kern |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Systematic analysis and planning of the design process for products combining a multitude of disciplines<br>• Structure of the engineering process with focus on engineering steps (task-definition, functional decomposition, physical principles, elements for solution, combination to systems and products, execution of design, component-tests, system-tests, product-testing and qualification/validation)<br>• Creative methods (Basics, methods like lead-user-method, 6-3-5, BrainStorming, Intergalactic Thinking, ... - Applications in examples all around mechatronics topics)<br>• Several design-supporting methods and tools (functional strcutures, GALFMOS, AEIOU-method, GAMPFT, simulation and its application, TRIZ, design for SixSigma, continous integration and testing, ...)<br>• Evaluation and final selection of solution (technical and business-considerations, preference-matrix, pair-comparision), dealing with uncertainties, decision-making<br>• Value-analysis<br>• Derivation of architectures and architectural management<br>• Project-tracking and -guidance (project-lead, guiding of employees, organization of multidisciplinary R&D departments, idea-identification, responsibilities and communication)<br>• Project-execution methods (Scrum, Kanbaan, ...)<br>• Presentation-skills<br>• Questions of aesthetic product design and design for subjective requirements (industrial design, color, haptic/optic/acoustic interfaces)<br>• Evaluation of selected methods at practical examples in small teams |
| **Literatur** | • Definition folgt...<br>• Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Konstruktionslehre: Grundlage erfolgreicher Produktentwicklung, Methoden und Anwendung, 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2007<br>• VDI-Richtlinien: 2206; 2221ff |

| Lehrveranstaltung L1524: Applied Design Methodology in Mechatronics | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Thorsten Kern |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0604: High-Order FEM

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| High-Order FEM (L0280) | Vorlesung | 3 | 4 |
| High-Order FEM (L0281) | Hörsaalübung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Alexander Düster |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Knowledge of partial differential equations is recommended. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students are able to<br>+ give an overview of the different (h, p, hp) finite element procedures.<br>+ explain high-order finite element procedures.<br>+ specify problems of finite element procedures, to identify them in a given situation and to explain their mathematical and mechanical background. |
| *Fertigkeiten* | Students are able to<br>+ apply high-order finite elements to problems of structural mechanics.<br>+ select for a given problem of structural mechanics a suitable finite element procedure.<br>+ critically judge results of high-order finite elements.<br>+ transfer their knowledge of high-order finite elements to new problems. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students are able to<br>+ solve problems in heterogeneous groups.<br>+ present and discuss their results in front of others.<br>+ give and accept professional constructive criticism. |
| *Selbstständigkeit* | Students are able to<br>+ assess their knowledge by means of exercises and E-Learning.<br>+ acquaint themselves with the necessary knowledge to solve research oriented tasks.<br>+ to transform the acquired knowledge to similar problems. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |

**Studienleistung**

| Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
|---|---|---|---|
| Nein | 10 % | Referat | Forschendes Lernen |

| | |
|---|---|
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0280: High-Order FEM | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Düster |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Introduction<br>2. Motivation<br>3. Hierarchic shape functions<br>4. Mapping functions<br>5. Computation of element matrices, assembly, constraint enforcement and solution<br>6. Convergence characteristics<br>7. Mechanical models and finite elements for thin-walled structures<br>8. Computation of thin-walled structures<br>9. Error estimation and hp-adaptivity<br>10. High-order fictitious domain methods |
| **Literatur** | [1] Alexander Düster, High-Order FEM, Lecture Notes, Technische Universität Hamburg-Harburg, 164 pages, 2014<br>[2] Barna Szabo, Ivo Babuska, Introduction to Finite Element Analysis – Formulation, Verification and Validation, John Wiley & Sons, 2011 |

| Lehrveranstaltung L0281: High-Order FEM | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Düster |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1343: Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L1894) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L2614) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |
| Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L2613) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Bodo Fiedler |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen aus der Chemie / Physik / Werkstoffkunde |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können<br><br>- die Grundlagen der Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) und ihrer Konstituenten (Faser / Matrix) wiedergeben und kennen die entsprechenden Prüf- und Analysemethoden.<br><br>- die komplexen Zusammenhänge Struktur-Eigenschaftsbeziehung erklären.<br><br>- die Wechselwirkungen von chemischen Aufbau der Polymere, deren Verarbeitung mit den unterschiedlichen Fasertypen unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern (z.B. Nachhaltigkeit, Umweltschutz). |
| *Fertigkeiten* | Studierende sind in der Lage standardisierte Berechnungsmethoden in einem angegebenen Kontext einzusetzen, um<br><br>• mechanische Eigenschaften (Modul, Festigkeit) zu berechnen und die unterschiedlichen Materialien zu bewerten.<br>• überschlägige Dimensionierung mit Hilfe der Netztheorie der Konstruktionselemente durchführen und bewerten.<br>• für werkstoffliche Probleme geeignete Lösungen auszuwählen und zu Dimensionieren z.B. Steifigkeit, Korrosion, Festigkeit. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können<br><br>• in heterogen Gruppen zu fundierten Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren.<br>• angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind fähig,<br><br>- eigene Stärken und Schwächen einzuschätzen.<br><br>- ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte zu definieren.<br><br>- mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns einzuschätzen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht<br>Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht<br>Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1894: Structure and properties of fibre-polymer-composites | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Bodo Fiedler |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | - Microstructure and properties of the matrix and reinforcing materials and their interaction<br>- Development of composite materials<br>- Mechanical and physical properties<br>- Mechanics of Composite Materials<br>- Laminate theory<br>- Test methods<br>- Non destructive testing<br>- Failure mechanisms<br>- Theoretical models for the prediction of properties<br>- Application |
| **Literatur** | Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press<br>Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press<br>Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Deckker, New York |

| Lehrveranstaltung L2614: Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Bodo Fiedler |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Die Studierenden erhalten die Aufgabenstellung in Form eines Materialdesigns für Prüfkörper aus Faserverbundwerkstoffen. Technische und normative Anforderungen sind in der Aufgabenstellung aufgeführt, alle weiteren benötigten Informationen stammen aus den Vorlesungen und Übungen bzw. den entsprechenden Unterlagen (elektronisch und im Gespräch).<br><br>Das Vorgehen ist in einem Meilensteinplan festgelegt und ermöglicht es den Studierenden, Teilaufgaben zu planen und so kontinuierlich zu arbeiten. Am Ende des Projekts wurden verschiedene Probekörper im Zug- oder Biegeversuch geprüft.<br><br>In den einzelnen Projektbesprechungen wird die Konzeption (Diskussion der Anforderungen und Risiken) hinterfragt. Die Berechnungen werden analysiert, die Produktionsmethoden werden bewertet und festgelegt. Die Werkstoffe werden ausgewählt und die Probekörper normgerecht hergestellt. Die Qualität und die mechanischen Eigenschaften werden geprüft und klassifiziert. Am Ende wird ein Abschlussbericht erstellt und die Ergebnisse werden allen Teilnehmern in Form einer Präsentation vorgestellt und diskutiert. |
| **Literatur** | Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press<br>Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press<br>Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Deckker, New York |

| Lehrveranstaltung L2613: Structure and properties of fibre-polymer-composites | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Bodo Fiedler |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | The contents of the lecture are repeated and deepened using practical examples.<br><br>Calculations are carried out together or individually, and the results are discussed critically. |
| **Literatur** | Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press<br>Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press<br>Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Deckker, New York |

## Modul M1012: Labor Technische Logistik und Automatisierung

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Labor Technische Logistik und Automatisierung (L1462) | Seminar | 4 | 6 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Jochen Kreutzfeldt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Bachelor Abschluss in Logistik<br><br>Grundlagen in einer objekt-orientierten Programmiersprache, z.B. python oder Java |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden erwerben folgende Kenntnisse:<br>1. Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte des Maschinellen Lernens (supervised learning, unsupervised learning, reinforcement learning).<br><br>2. Die Studierenden kennen die notwendigen Schritte zur Implementierung von Modellen des Maschinellen Lernens in python.<br><br>3. Die Studierenden kennen die Herangehensweisen und Hürden zur Implementierung von Maschinellem Lernen in der Logistik. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden erwerben folgende Fertigkeiten:<br><br>1. Die Studierenden können aus verschiedenen Alternativen des Maschinellen Lernens für logistische Probleme des Lagerns, Förderns, Sortierens, Kommissionierens und Identifizierens auswählen und hinsichtlich ihrer Implementierung bewerten.<br><br>2. Die Studierenden können die vorgestellten Lösungen des Maschinellen Lernens selbst im Modellmaßstab anwenden und implementieren.<br><br>3. Die Studierenden können den Implementierungsaufwand der ausgewählten Lösung des Maschinellen Lernens abschätzen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden erwerben folgende Sozialkompetenzen:<br>1. Die Studierenden können in der Gruppe technische Lösungen für logistische Probleme erarbeiten und modellhaft implementieren.<br><br>2. Die technischen Lösungsvorschläge aus der Gruppe können gemeinsam dokumentiert und vor Publikum präsentiert werden.<br><br>3. Die Studierenden können aus dem zu ihren erarbeiteten Lösungsvorschlägen erhaltenen Feedback neue Ideen und Verbesserungen ableiten. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden erwerben folgende selbstständigen Kompetenzen:<br>1. Die Studierenden sind in der Lage unter Anleitung eigenständig Vorschläge für den Einsatz von Maschinellem Lernen als Lösung für logistische Probleme des Lagerns, Förderns, Sortierens, Kommissionierens und Identifizierens theoretisch zu erarbeiten und modellhaft zu implementieren.<br><br>2. Die Studierenden können die Vor- und Nachteile ihrer Lösungsvorschläge bewerten und diskutieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Schriftliche Ausarbeitung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Prototypenaufbau im Labor mit Dokumentation (Kleingruppenarbeit) |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1462: Labor Technische Logistik und Automatisierung | |
|---|---|
| **Typ** | Seminar |
| **SWS** | 4 |
| **LP** | 6 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Dozenten** | Prof. Jochen Kreutzfeldt |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Das Ziel des Labors Technische Logistik ist die praktische Einführung der Studierenden in verschiedene technische Lösungen für logistische Problemstellungen. Dabei steht vor allem das angeleitete Entwickeln eigener Lösungen im Labor im Vordergrund. Die Probleme und Lösungen kommen dabei aus folgenden logistischen Themenfeldern:<br><br>(1) Lagern<br><br>(2) Fördern<br><br>(3) Sortieren<br><br>(4) Kommissionieren<br><br>(5) Identifizieren<br><br>Die Studierenden erarbeiten in Kleingruppen für ausgewählte Probleme aus den oben genannten Themenfelder modellhafte Lösungen und implementieren diese im Labormaßstab. Anschließend werden die Lösungen vor Publikum präsentiert und Vor- und Nachteile diskutiert. Das aufgenommene Feedback wird anschließend in die Modelllösung aufgenommen. |
| **Literatur** | Dembowski, Klaus (2015): Raspberry Pi - Das technische Handbuch. Konfiguration, Hardware, Applikationserstellung. 2., erw. und überarb. Aufl. 2015. Wiesbaden: Springer Vieweg.<br><br>Follmann, Rüdiger (2014): Das Raspberry Pi Kompendium. 2014. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Xpert.press).<br><br>Griemert, Rudolf (2015): Fördertechnik. Auswahl und Berechnung von Elementen und Baugruppen. [S.l.]: Morgan Kaufmann.<br><br>Hompel, Michael ten; Büchter, Hubert; Franzke, Ulrich (2008): Identifikationssysteme und Automatisierung. [Intralogistik]. Berlin, Heidelberg: Springer.<br><br>Hompel, Michael ten; Beck, Maria; Sadowsky, Volker (2011): Kommissionierung. Materialflusssysteme 2 - Planung und Berechnung der Kommissionierung in der Logistik. Berlin [u.a.]: Springer.<br><br>Jodin, Dirk; Hompel, Michael ten (2012): Sortier- und Verteilsysteme. Grundlagen, Aufbau, Berechnung und Realisierung. 2. Aufl. Berlin: Springer Berlin.<br><br>Martin, Heinrich (2014): Transport- und Lagerlogistik. Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik. 9., vollst. überarb. u. akt. Aufl. 2014. Wiesbaden: Imprint: Springer Vieweg.<br><br>Purdum, Jack J. (2014): Beginning C for Arduino. Learn C programming for the Arduino. Second edition.: Springer Berlin.<br><br>McRoberts, Michael (2014): Beginning Arduino. Second edition.: Springer Berlin. |

## Modul M1156: Systems Engineering

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Systems Engineering (L1547) | Vorlesung | 3 | 4 |
| Systems Engineering (L1548) | Hörsaalübung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Ralf God |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlegende Kenntnisse in:<br>• Mathematik<br>• Mechanik<br>• Thermodynamik<br>• Elektrotechnik<br>• Regelungstechnik<br><br>Vorkenntnisse in:<br>• Flugzeug-Kabinensysteme |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können:<br>• Vorgehensmodelle, Methoden und Werkzeuge für das Systems Engineering zur Entwicklung komplexer Systeme verstehen<br>• Innovationsprozesse und die Notwendigkeit des Technologiemanagements beschreiben<br>• den Flugzeug-Entwicklungsprozess und den Vorgang der Musterzulassung bei Flugzeugen erläutern<br>• den System-Entwicklungsprozess inklusive der Anforderungen an die Zuverlässigkeit von Systemen erklären<br>• die Umgebungs- und Einsatzbedingungen von Luftfahrtausrüstung mit den entsprechenden Testanforderungen benennen<br>• die Methodik des Requirements-Based Engineering (RBE) und des Model-Based Requirements Engineering (MBRE) einschätzen |
| *Fertigkeiten* | Studierende können:<br>• das Vorgehen zur Entwicklung eines komplexen Systems planen<br>• die Entwicklungsphasen und Entwicklungsaufgaben organisieren<br>• erforderliche Geschäfts- und Technikprozesse zuordnen<br>• Werkzeuge und Methoden des Systems Engineering anwenden |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können:<br>• ihre Aufgaben innerhalb eines Entwicklungsteams verstehen und annehmen<br>• sich mit ihrer Rolle ihre Aufgaben in den Gesamtprozess einordnen<br>• ihre Lieferanten und Kunden in großen Projekten verstehen und bedienen<br>• Verantwortung für Mensch und Technik bei der Entwicklung sicherheitskritischer Systeme übernehmen |
| *Selbstständigkeit* | Studierende können:<br>• in einem Entwicklungsteam mit Aufgabenteilung interagieren und kommunizieren<br>• eigenständig Bauvorschriften recherchieren und identifizieren<br>• alleine Anforderungen formulieren<br>• von sich aus Testpläne erstellen und Zulassungen begleiten |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Luftfahrtsysteme: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Flugzeug-Systemtechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1547: Systems Engineering | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf God |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Ziel der Vorlesung mit der zugehörigen Übung ist die Schaffung von Voraussetzungen für die Entwicklung und Integration von komplexen Systemen am Beispiel von Verkehrsflugzeugen und Kabinensystemen. Es soll Prozess-, Werkzeug- und Methodenkompetenz erreicht werden. Vorschriften, Richtlinien und Zulassungsaspekte sollen bekannt sein.<br><br>Schwerpunkte der Vorlesung bilden die Prozesse beim Innovations- und Technologiemanagement, der Systementwicklung, Systemintegration und der Zulassung sowie Werkzeuge und Methoden für das Systems Engineering:<br>• Innovationsprozesse<br>• IP-Schutz<br>• Technologiemanagement<br>• Systems Engineering<br>• Flugzeug-Entwicklungsprozess<br>• Themen der Zulassung<br>• System-Entwicklungsprozess<br>• Sicherheitsziele und Fehlertoleranz<br>• Umgebungs- und Einsatzbedingungen<br>• Werkzeuge und Methoden für das Systems Engineering<br>• Requirements-Based Engineering (RBE)<br>• Model-Based Requirements Engineering (MBRE) |
| **Literatur** | - Skript zur Vorlesung<br>- diverse Normen und Richtlinien (EASA, FAA, RTCA, SAE)<br>- Hauschildt, J., Salomo, S.: Innovationsmanagement. Vahlen, 5. Auflage, 2010<br>- NASA Systems Engineering Handbook, National Aeronautics and Space Administration, 2007<br>- Hinsch, M.: Industrielles Luftfahrtmanagement: Technik und Organisation luftfahrttechnischer Betriebe. Springer, 2010<br>- De Florio, P.: Airworthiness: An Introduction to Aircraft Certification. Elsevier Ltd., 2010<br>- Pohl, K.: Requirements Engineering. Grundlagen, Prinzipien, Techniken. 2. korrigierte Auflage, dpunkt.Verlag, 2008 |

| Lehrveranstaltung L1548: Systems Engineering | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf God |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1894: Automatisierungstechnik und -systeme

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Automatisierungstechnik und -systeme (L2329) | Vorlesung | 4 | 4 |
| Automatisierungstechnik und -systeme (L2331) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 1 |
| Automatisierungstechnik und -systeme (L2330) | Gruppenübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Thorsten Schüppstuhl |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | keine Leistungsnachweise erforderlich |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können...<br>• typische Komponenten der Automatisierungstechnik benennen und ihr Zusammenspiel erklären<br>• Methoden zur systematischen Analyse von Automatisierungsaufgaben erläutern und anwenden<br>• industrieroboterbasierten Automatisierungsysteme erlären |
| *Fertigkeiten* | Studierende sind in der Lage ...<br>• komplexe Automatisierungsaufgaben zu analysieren<br>• anwendungsorientierte Lösungskonzepte zu entwickeln.<br>• Teilsysteme auszulegen und zu einem Gesamtsystem zusammenzuführen<br>• Anlagen hinsichtlich der Grundlagen der Maschinensicherheit zu untersuchen und zu bewerten<br>• Einfache Programme für Roboter und speicherprogrammierbare Steuerungen zu schreiben<br>• Schaltpläne für einfache Pneumatikanwendungen zu lesen und zu erstellen |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können, ...<br>• in Gruppen Lösungen für Aufgaben der Prozessautomatisierung und Handhabungstechnik erarbeiten.<br>• im Produktionsumfeld mit Fachpersonal auf fachlicher Ebene Lösungen entwickeln und Entscheidungen vertreten. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind fähig, ...<br>• mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Aufgaben der Automatisierung zu analysieren.<br>• eigenständig Programme für Roboter oder speicherprogrammierbare Steuerungen zu erstellen.<br>• mit Hilfe von Hinweisen eigenständig Lösungen für praktische Aufgaben der Automatisierung zu finden<br>• eigenständig Sicherheitskonzepte für Automatisierungsanlagen zu entwickeln.<br>• mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns und ihre Verantwortung einzuschätzen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Nein; **Bonus** 20 %; **Art der Studienleistung** Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung; **Beschreibung** Die Studienleistung umfasst die Ergebnisse der PBL basierten Anteile des Moduls sowie der Präsentation in der Gruppe. |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L2329: Automatisierungstechnik und -systeme

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56 |
| **Dozenten** | Prof. Thorsten Schüppstuhl |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | |
| **Literatur** | |

| Lehrveranstaltung L2331: Automatisierungstechnik und -systeme | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Thorsten Schüppstuhl |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L2330: Automatisierungstechnik und -systeme | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Thorsten Schüppstuhl |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0563: Robotics

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Robotik: Modellierung und Regelung (L0168) | Integrierte Vorlesung | 4 | 4 |
| Robotik: Modellierung und Regelung (L1305) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Dr. Martin Gomse |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Fundamentals of electrical engineering<br>Broad knowledge of mechanics<br>Fundamentals of control theory |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students are able to describe fundamental properties of robots and solution approaches for multiple problems in robotics. |
| *Fertigkeiten* | Students are able to derive and solve equations of motion for various manipulators.<br>Students can generate trajectories in various coordinate systems.<br>Students can design linear and partially nonlinear controllers for robotic manipulators. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students are able to work goal-oriented in small mixed groups. |
| *Selbstständigkeit* | Students are able to recognize and improve knowledge deficits independently.<br>With instructor assistance, students are able to evaluate their own knowledge level and define a further course of study. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Ja; **Bonus** Keiner; **Art der Studienleistung** Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung; **Beschreibung** Teilnahme an PBL-Einheiten sowie Erreichen des Gesamtziels und der jeweiligen Session-Ziele |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0168: Robotics: Modelling and Control

| | |
|---|---|
| **Typ** | Integrierte Vorlesung |
| **SWS** | 4 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56 |
| **Dozenten** | Dr. Martin Gomse |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Fundamental kinematics of rigid body systems<br>Newton-Euler equations for manipulators<br>Trajectory generation<br>Linear and nonlinear control of robots |
| **Literatur** | Craig, John J.: Introduction to Robotics Mechanics and Control, Third Edition, Prentice Hall. ISBN 0201-54361-3<br>Spong, Mark W.; Hutchinson, Seth; Vidyasagar, M. : Robot Modeling and Control. WILEY. ISBN 0-471-64990-2 |

| Lehrveranstaltung L1305: Robotics: Modelling and Control | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Martin Gomse |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0808: Finite Elements Methods

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Finite-Elemente-Methoden (L0291) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Finite-Elemente-Methoden (L0804) | Hörsaalübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Benedikt Kriegesmann |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Mechanics I (Statics, Mechanics of Materials) and Mechanics II (Hydrostatics, Kinematics, Dynamics)<br>Mathematics I, II, III (in particular differential equations) |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students possess an in-depth knowledge regarding the derivation of the finite element method and are able to give an overview of the theoretical and methodical basis of the method. |
| *Fertigkeiten* | The students are capable to handle engineering problems by formulating suitable finite elements, assembling the corresponding system matrices, and solving the resulting system of equations. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students can work in small groups on specific problems to arrive at joint solutions. |
| *Selbstständigkeit* | The students are able to independently solve challenging computational problems and develop own finite element routines. Problems can be identified and the results are critically scrutinized. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Nein 20 % Midterm |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht<br>Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht<br>Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L0291: Finite Element Methods | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Benedikt Kriegesmann |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | - General overview on modern engineering<br>- Displacement method<br>- Hybrid formulation<br>- Isoparametric elements<br>- Numerical integration<br>- Solving systems of equations (statics, dynamics)<br>- Eigenvalue problems<br>- Non-linear systems<br>- Applications<br><br>- Programming of elements (Matlab, hands-on sessions)<br>- Applications |
| **Literatur** | Bathe, K.-J. (2000): Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin |

| Lehrveranstaltung L0804: Finite Element Methods | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Benedikt Kriegesmann |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1024: Methoden der Produktentwicklung

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Methoden der Produktentwicklung (L1254) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Methoden der Produktentwicklung (L1255) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Dieter Krause |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundkenntnisse der Integrierten Produktentwicklung und CAE-Anwendung |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:<br>• Fachbegriffe der Konstruktionsmethodik zu erklären,<br>• wesentliche Elemente des Konstruktionsmanagements zu beschreiben,<br>• aktuelle Problemstellungen und den gegenwärtigen Forschungsstand der integrierten Produktentwicklung zu beschreiben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:<br>• für die nicht standardisierte Lösung eines Problems eine geeignete Konstruktionsmethode auszuwählen und anzuwenden sowie an neue Randbedingungen anzupassen,<br>• Problemstellungen der Produktentwicklung mit Hilfe einer workshopbasierten Vorgehensweise zu lösen,<br>• Moderationstechniken situationsspezifisch auszuwählen und durchzuführen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:<br>• Teamsitzungen und Moderationsprozesse vorzubereiten und anzuleiten,<br>• in Gruppenarbeitsprozessen komplexe Aufgaben gemeinsam zu bearbeiten,<br>• Probleme und Lösungen vor Fachpersonen vertreten und Ideen weiterzuentwickeln. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls in der Lage:<br>• strukturiertes Feedback zu geben und kritisches Feedback anzunehmen,<br>• angenommenes Feedback eigenständig umzusetzen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Mündliche Prüfung |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 30 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1254: Methoden der Produktentwicklung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Dieter Krause |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | **Vorlesung**<br><br>**Die Vorlesung erweitert und vertieft die im Modul „Integrierte Produktentwicklung und Leichtbau“ erlernten Inhalte und baut auf den dort erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf.**<br><br>Themen der Vorlesung sind insbesondere:<br><br>• Methoden der Produktentwicklung,<br>• Moderationstechniken,<br>• Industrial Design,<br>• variantengerechte Produktgestaltung,<br>• Modularisierungsmethoden,<br>• Konstruktionskataloge,<br>• angepasste QFD-Matrix,<br>• systematische Werkstoffauswahl,<br>• montagegerechtes Konstruieren,<br><br>Konstruktionsmanagement<br><br>• CE-Kennzeichnung, Konformitätserklärung inkl. Gefährdungsbeurteilung,<br>• Patentwesen, Patentrechte, Patentüberwachung<br>• Projektmanagement (Kosten, Zeit, Qualität) und Eskalationsprinzipien,<br>• Entwicklungsmanagement Mechatronik,<br>• Technisches Supply Chain Management.<br><br>**Übung (PBL)**<br><br>In der Übung werden die in der Vorlesung Integrierte Produktentwicklung II vorgestellten Inhalte und Methoden der Produktentwicklung und des Konstruktionsmanagement weiter vertieft.<br><br>Die Studierenden erlernen über industrienahe Praxisbeispiele ein selbstständig moderiertes und Workshop basiertes Vorgehen zur Lösung komplexer, aktuell bestehender Sachverhalte in der Produktentwicklung. Sie erlernen die Fähigkeit, selbstständig wichtige Methoden der Produktentwicklung und des Konstruktionsmanagements anzuwenden, und erwerben so weiterführende Fachkompetenzen auf dem Gebiet der Integrierten Produktentwicklung. Daneben werden personale Kompetenzen, wie Teamfähigkeit, Führen von Diskussionen und Vertreten von Arbeitsergebnissen durch den workshopbasierten Aufbau der Veranstaltung unter eigener Planung und Leitung erworben. |
| **Literatur** | • Andreasen, M.M., Design for Assembly, Berlin, Springer 1985.<br>• Ashby, M. F.: Materials Selection in Mechanical Design, München, Spektrum 2007.<br>• Beckmann, H.: Supply Chain Management, Berlin, Springer 2004.<br>• Hartmann, M., Rieger, M., Funk, R., Rath, U.: Zielgerichtet moderieren. Ein Handbuch für Führungskräfte, Berater und Trainer, Weinheim, Beltz 2007.<br>• Pahl, G., Beitz, W.: Konstruktionslehre, Berlin, Springer 2006.<br>• Roth, K.H.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Band 1-3, Berlin, Springer 2000.<br>• Simpson, T.W., Siddique, Z., Jiao, R.J.: Product Platform and Product Family Design. Methods and Applications, New York, Springer 2013. |

| Lehrveranstaltung L1255: Methoden der Produktentwicklung | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Dieter Krause |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1025: Fluidtechnik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Fluidtechnik (L1256) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Fluidtechnik (L1371) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 2 |
| Fluidtechnik (L1257) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Dieter Krause |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Gute Kenntnisse in Mechanik (Stereostatik, Elastostatik, Hydrostatik, Kinematik und Kinetik), Strömungsmechanik und Konstruktionslehre |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,<br>• Aufbau und Funktionsweise von Komponenten der Hydrostatik, Pneumatik und Hydrodynamik zu erklären,<br>• das Zusammenwirken hydraulischer Komponenten in Systemen zu erläutern,<br>• die Steuerung und Regelung hydraulischer Systeme detailliert zu erklären,<br>• Funktion und Einsatzbereiche von hydrodynamischen Wandlern, Bremsen und Kupplungen sowie von Kreiselpumpen und Aggregaten in der Anlagentechnik zu beschreiben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,<br>• hydraulische und pneumatische Komponenten und Systeme zu analysieren und zu beurteilen,<br>• hydraulische Systeme für mechanische Anwendungen zu konzipieren und zu dimensionieren,<br>• Numerische Simulationen hydraulischer Systeme anhand abstrakter Problemstellungen durchzuführen,<br>• Pumpenkennlinien für hydraulische Anlagen auszuwählen und anzupassen,<br>• Wandler und Bremsen für mechanische Aggregate auszulegen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,<br>• in der Vorlesung Funktionszusammenhänge in Gruppen zu diskutieren und vorzustellen,<br>• Arbeiten in Teams selbstständig zu organisieren. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen in der Lage,<br>• für die Simulation erforderliches Wissen selbständig zu erschließen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Ja Keiner Testate Simulation hydrostatischer Systeme |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1256: Fluidtechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Dieter Krause |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | **Vorlesung**<br>Hydrostatik<br>• Physikalische Grundlagen<br>• Druckflüssigkeiten<br>• Hydrostatische Maschinen<br>• Ventile<br>• Komponenten<br>• Hydrostatische Getriebe<br>• Anwendungsbeispiele aus der Industrie<br>Pneumatik<br>• Drucklufterzeugung<br>• Pneumatische Motoren<br>• Anwendungsbeispiele<br>Hydrodynamik<br>• Physikalische Grundlagen<br>• Hydraulische Strömungsmaschinen<br>• Hydrodynamische Getriebe<br>• Zusammenarbeit von Motor und Getriebe<br>**Hörsaalübung**<br>Hydrostatik<br>• Lesen und Entwerfen von hydraulischen Schaltplänen<br>• Auslegung von hydrostatischen Fahr- und Arbeitsantrieben<br>• Leistungsberechnung<br>Hydrodynamik<br>• Berechnung/Auslegung von hydrodynamischen Wandlern<br>• Berechnung/Auslegung von Kreiselpumpen<br>• Erstellen und Lesen von Pumpen- und Anlagenkennlinien<br>Exkursion<br>• Es findet eine Exkursion zu einem regionalen Unternehmen der Hydraulikbranche statt.<br>**Übung**<br>Numerische Simulation hydrostatischer Systeme<br>• Kennenlernen einer numerischen Simulationsumgebung für hydraulische Systeme<br>• Umsetzen einer Aufgabenstellung in ein Simulationsmodell<br>• Simulation gängiger Komponenten<br>• Variation von Simulationsparametern<br>• Nutzung von Simulation zur Systemauslegung und -optimierung<br>• Z.T. selbstorganisiertes Arbeiten in Teams |
| **Literatur** | Bücher<br>• Murrenhoff, H.: Grundlagen der Fluidtechnik - Teil 1: Hydraulik, Shaker Verlag, Aachen, 2011<br>• Murrenhoff, H.: Grundlagen der Fluidtechnik - Teil 2: Pneumatik, Shaker Verlag, Aachen, 2006<br>• Matthies, H.J. Renius, K.Th.: Einführung in die Ölhydraulik, Teubner Verlag, 2006<br>• Beitz, W., Grote, K.-H.: Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau, Springer-Verlag, Berlin, aktuelle Auflage<br>Skript zur Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L1371: Fluidtechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Dieter Krause |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L1257: Fluidtechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Dieter Krause |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0633: Industrial Process Automation

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Prozessautomatisierungstechnik (L0344) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Prozessautomatisierungstechnik (L0345) | Gruppenübung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | mathematics and optimization methods<br>principles of automata<br>principles of algorithms and data structures<br>programming skills |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students can evaluate and assess discrete event systems. They can evaluate properties of processes and explain methods for process analysis. The students can compare methods for process modelling and select an appropriate method for actual problems. They can discuss scheduling methods in the context of actual problems and give a detailed explanation of advantages and disadvantages of different programming methods. The students can relate process automation to methods from robotics and sensor systems as well as to recent topics like 'cyberphysical systems' and 'industry 4.0'. |
| *Fertigkeiten* | The students are able to develop and model processes and evaluate them accordingly. This involves taking into account optimal scheduling, understanding algorithmic complexity, and implementation using PLCs. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students can independently define work processes within their groups, distribute tasks within the group and develop solutions collaboratively. |
| *Selbstständigkeit* | The students are able to assess their level of knowledge and to document their work results adequately. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Nein 10 % Übungsaufgaben |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Regelungs- und Energiesystemtechnik: Wahlpflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Mechatronik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Vertiefung Intelligente Systeme und Robotik: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0344: Industrial Process Automation | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | - foundations of problem solving and system modeling, discrete event systems<br>- properties of processes, modeling using automata and Petri-nets<br>- design considerations for processes (mutex, deadlock avoidance, liveness)<br>- optimal scheduling for processes<br>- optimal decisions when planning manufacturing systems, decisions under uncertainty<br>- software design and software architectures for automation, PLCs |
| **Literatur** | J. Lunze: „Automatisierungstechnik“, Oldenbourg Verlag, 2012<br>Reisig: Petrinetze: Modellierungstechnik, Analysemethoden, Fallstudien; Vieweg+Teubner 2010<br>Hrúz, Zhou: Modeling and Control of Discrete-event Dynamic Systems; Springer 2007<br>Li, Zhou: Deadlock Resolution in Automated Manufacturing Systems, Springer 2009<br>Pinedo: Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, Springer 2009 |

| Lehrveranstaltung L0345: Industrial Process Automation | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1170: Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Experimentelle Methoden der Materialcharakterisierung (L1580) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Phasengleichgewichte und Umwandlungen (L1579) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Übung zu Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft (L2991) | Hörsaalübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Jörg Weißmüller |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Kenntnisse in Werkstoffwissenschaften, z.B. aus den Modulen Werkstoffwissenschaft I/II |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können die Eigenschaften von modernen Hochleistungswerkstoffen sowie deren Einsatz in der Technik erläutern. Sie können die werkstoffwissenschaftliche Bedeutung und Anwendung von metallischen Werkstoffen, Keramiken, Polymeren, Halbleitern sowie von modernen Kompositmaterialien (insbesondere Biomaterialien) und Nanomaterialien beschreiben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind nach dem Erlernen grundlegender Prinzipien des Materialdesigns in der Lage, selbst neue Materialkonfigurationen mit gewünschten Eigenschaften zusammenzustellen.<br>Die Studierenden können einen Überblick über moderne Werkstoffe geben und optimale Werkstoffkombinationen für vorgegebene Anwendungen zusammenstellen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können ...<br>• ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln.<br>• benötigtes Wissen aneignen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L1580: Experimental Methods for the Characterization of Materials

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Shan Shi |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Structural characterization by photons, neutrons and electrons (in particular X-ray and neutron scattering, electron microscopy, tomography)<br>• Mechanical and thermodynamical characterization methods (indenter measurements, mechanical compression and tension tests, specific heat measurements)<br>• Characterization of optical, electrical and magnetic properties (spectroscopy, electrical conductivity and magnetometry) |
| **Literatur** | William D. Callister und David G. Rethwisch, Materialwissenschaften und Werkstofftechnik, Wiley&Sons, Asia (2011).<br>William D. Callister, Materials Science and Technology, Wiley& Sons, Inc. (2007). |

| Lehrveranstaltung L1579: Phasengleichgewichte und Umwandlungen | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Jörg Weißmüller |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Grundlagen der statistischen Physik, formale Struktur der phänomenologischen Thermodynamik, einfache atomistische Modelle und freie Energiefunktionen für Mischkristalle und Verbindungen. Korrekturen bei nichtlokaler Wechselwirkung (Elastizität, Gradiententerme). Phasengleichgewicht und Legierungsphasendiagramme als Konsequenz daraus. Einfache atomistische Betrachtungen für Wechselwirkungsenergien in metallischen Mischkristallen. Diffusion in realen Systemen. Kinetik von Phasenumwandlungen unter anwendungsrelevanten Randbedingungen. Partitionierung, Stabilität und Morphologie an Erstarrungsfronten. Ordnung von Phasenübergängen, Glasübergang. Phasenübergänge in nano- und mikroskaligen Systemen. |
| **Literatur** | D.A. Porter, K.E. Easterling, “Phase transformations in metals and alloys”, New York, CRC Press, Taylor & Francis, 2009, 3. Auflage<br>Peter Haasen, „Physikalische Metallkunde“ , Springer 1994<br>Herbert B. Callen, “Thermodynamics and an introduction to thermostatistics”, New York, NY: Wiley, 1985, 2. Auflage.<br>Robert W. Cahn und Peter Haasen, "Physical Metallurgy", Elsevier 1996<br>H. Ibach, “Physics of Surfaces and Interfaces” 2006, Berlin: Springer. |

| Lehrveranstaltung L2991: Übung zu Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Shan Shi |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Übungsaufgaben zur Einübung und Vertiefung der im Modul vermittelten Fähigkeiten und Inhalte. In den Übungen werden mathematische Details vertieft mit dem Ziel, die Studierenden mit Gleichungen/Konzepten und deren Anwendung in der Praxis vertraut zu machen (z. B. Definition thermodynamischer Potenziale und Beziehungen, Berechnung von Enthalpie und Entropie eines Mischkristalls, Konstruktion von Phasendiagrammen, ...). |
| **Literatur** | D.A. Porter, K.E. Easterling, “Phase transformations in metals and alloys”, New York, CRC Press, Taylor & Francis, 2009, 3. Auflage<br>Peter Haasen, „Physikalische Metallkunde“ , Springer 1994<br>Herbert B. Callen, “Thermodynamics and an introduction to thermostatistics”, New York, NY: Wiley, 1985, 2. Auflage.<br>Robert W. Cahn und Peter Haasen, "Physical Metallurgy", Elsevier 1996<br>H. Ibach, “Physics of Surfaces and Interfaces” 2006, Berlin: Springer.<br>William D. Callister und David G. Rethwisch, Materialwissenschaften und Werkstofftechnik, Wiley&Sons, Asia (2011).<br>William D. Callister, Materials Science and Technology, Wiley& Sons, Inc. (2007). |

## Modul M0739: Fabrikplanung & Produktionslogistik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Fabrikplanung (L1445) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Produktionslogistik (L1446) | Vorlesung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Jochen Kreutzfeldt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Bachelorabschluss in Logistik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden erwerben folgende Kenntnisse:<br>1. Die Studierenden kennen aktuelle Trends und Entwicklungen in der Fabrikplanung.<br>2. Die Studierenden können grundsätzliche Vorgehensmodelle der Fabrikplanung erklären und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Gegebenheiten einsetzen.<br>3. Die Studierenden kennen verschiedene Methoden der Fabrikplanung und können sich mit diesen kritisch auseinandersetzen. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden erwerben folgende Fertigkeiten:<br>1. Die Studierenden können Fabriken und andere Materialflusssysteme hinsichtlich Neuentwicklungs- und Änderungsbedarf analysieren.<br>2. Die Studierenden können Fabriken und andere Materialflusssysteme neu planen und umgestalten.<br>3. Die Studierenden können Vorgehensweisen zur Implementierung neuer und geänderter Materialflusssysteme entwickeln. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden erwerben folgende Sozialkompetenzen:<br>1. Die Studierenden können in der Gruppe Planungsvorschläge zur Entwicklung neuer und Verbesserung existierender Materialflusssysteme entwickeln.<br>2. Die entwickelten Planungsvorschläge aus der Gruppenarbeit können gemeinsam dokumentiert und präsentiert werden.<br>3. Die Studierenden können aus der Kritik der Planungsvorschläge Verbesserungsvorschläge ableiten und selbst konstruktiv Kritik üben. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden erwerben folgende selbstständige Kompetenzen:<br>1. Die Studierenden sind in der Lage unter Anwendung erlernter Vorgehensmodelle die Neu- und Umgestaltung von Materialflusssystemen zu planen.<br>2. Die Studierenden können die Stärken und Schwächen erlernter Methoden der Fabrikplanung selbstständig erarbeiten und in einem Kontext geeignete Methoden auswählen.<br>3. Die Studierenden können selbstständig Neuplanungen und Umgestaltungen von Materialflusssystemen durchführen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Logistik: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L1445: Fabrikplanung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Jochen Kreutzfeldt, Philipp Maximilian Braun |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Fabrik- und Materialflussplanung. Die Studierenden erlernen dabei Vorgehensmodelle und Methoden, um neue Fabriken zu planen und bestehende Materialflusssysteme zu verbessern. Die Vorlesung enthält drei grundsätzliche Themenfelder:<br>(1) Analyse von Fabrik- und Materialflusssystemen<br>(2) Neu- und Umplanung von Fabrik- und Materialflusssystemen<br>(3) Implementierung und Umsetzung der Fabrikplanung<br>Die Studierenden arbeiten sich dabei in mehrere verschiedene Methoden und Musterlösungen pro Themenfeld ein. Beispiele aus der Praxis und Planungsübungen vertiefen die besprochenen Methoden und erklären die Anwendung. Die Besonderheiten einer Fabrikplanung im internationalen Kontext werden vermittelt. Aktuelle Trends in der Fabrikplanung runden die Vorlesung ab. |
| **Literatur** | Bracht, Uwe; Wenzel, Sigrid; Geckler, Dieter (2018): Digitale Fabrik: Methoden und Praxisbeispiele. 2. Aufl.: Springer, Berlin.<br>Helbing, Kurt W. (2010): Handbuch Fabrikprojektierung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.<br>Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion: Optimierte Abläufe, rationelle Automatisierung. 2. Aufl.: Springer, Berlin.<br>Müller, Egon; Engelmann, Jörg; Löffler, Thomas; Jörg, Strauch (2009): Energieeffiziente Fabriken planen und betreiben. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.<br>Schenk, Michael; Müller, Egon; Wirth, Siegfried (2014): Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik. 2. Aufl. Berlin [u.a.]: Springer Vieweg.<br>Wiendahl, Hans-Peter; Reichardt, Jürgen; Nyhuis, Peter (2014): Handbuch Fabrikplanung: Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. 2. Aufl. Carl Hanser Verlag. |

| Lehrveranstaltung L1446: Produktionslogistik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dipl.-Ing. Arnd Schirrmann |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Einführung: Situation, Bedeutung und Innovationsschwerpunkte der Logistik im Produktionsunternehmen, Aspekte der Beschaffungs-, Produktions-, Distributions- und Entsorgungslogistik, Produktions- und Transportnetzwerke<br>• Logistik als Produktionsstrategie: Logistikorientierte Arbeitsweise in der Fabrik, Durchlaufzeit, Unternehmensstrategie, strukturierte Vernetzung, Senkung der Komplexität, integrierte Organisation, Integrierte Produkt- und Produktionslogistik (IPPL)<br>• Logistikgerechte Produkt- und Prozessstrukturierung: Logistikgerechte Produkt-, Materialfluss-, Informations- und Organisationsstrukturen<br>• Logistikorientierte Produktionssteuerung: Situation und Entwicklungstendenzen, Logistik und Kybernetik, Marktorientierte Produktionsplanung, -steuerung, -überwachung, PPS-Systeme und Fertigungssteuerung, kybernetische Produktionsorganisation und -steuerung (KYPOS), Produktionslogistik-Leitsysteme (PLL).<br>• Planung der Produktionslogistik: Kennzahlen, Entwicklung eines Produktionslogistik-Konzeptes, EDV-gestützte Hilfsmittel zur Planung der Produktionslogistik, IPPL-Funktionen, Wirtschaftlichkeit von Logistik-Projekten<br>• Produktionslogistik-Controlling: Produktionslogistik und Controlling, materialflussorientierte Kostentransparenz, Kostencontrolling (Prozesskostenrechnung, Kostenmodell im IPPL), Verfahrenscontrolling (Ganzheitliches Produktionssystem, Methoden und Tools, Methodenportal MEPORT.net) |
| **Literatur** | Pawellek, G.: Produktionslogistik: Planung - Steuerung - Controlling. Carl Hanser Verlag 2007 |

## Modul M0867: Produktionsplanung und -steuerung und Digitales Unternehmen

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Das digitale Unternehmen (L0932) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Produktionsplanung und -steuerung (L0929) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Produktionsplanung und -steuerung (L0930) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Übung: Das digitale Unternehmen (L0933) | Gruppenübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Hermann Lödding |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen des Produktions- und Qualitätsmanagements |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können die Inhalte des Moduls detailliert erläutern und dazu Stellung beziehen. |
| *Fertigkeiten* | Studierende sind in der Lage, Modelle und Methoden des Moduls für industrielle Problemstellungen auszuwählen und anzuwenden. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können in fachlich gemischten Teams gemeinsame Lösungen entwickeln und diese vor anderen vertreten. |
| *Selbstständigkeit* | - |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0932: Das digitale Unternehmen

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Robert Rost |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Im Kontext von Industrie 4.0 werden die Vernetzung und die Digitalisierung von Unternehmen zu einem strategischen Vorteil im internationalen Wettbev<br>Vorlesung thematisiert die relevantesten Bausteine hierfür und befähigt die Teilnehmer, aktuelle Entwicklungen kritisch zu hinterfragen. Insbesondere werc<br>die Themen Wissensmanagement, Simulation, Prozessmodellierung und virtuelle Technologien behandelt.<br><br>Inhalte:<br><br>• Geschäftsprozess- und Datenmodellierung, Simulation<br>• Wissens-/Kompetenzmanagement<br>• Prozess-Management (PPS, Workflow-Management)<br>• Rechnerunterstützte Arbeitsplanung - Computer Aided Planning (CAP) und<br>• NC-Programmierung<br>• Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR)<br>• Computer Aided Quality Management (CAQ)<br>• Industrie 4.0 |
| **Literatur** | Scheer, A.-W.: ARIS - vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem. Springer-Verlag, Berlin 4. Aufl. 2002<br><br>Schuh, G. et. al.: Produktionsplanung und -steuerung, Springer-Verlag. Berlin 3. Auflage 2006<br><br>Becker, J.; Luczak, H.: Workflowmanagement in der Produktionsplanung und -steuerung. Springer-Verlag, Berlin 2004<br><br>Pfeifer, T; Schmitt, R.: Masing Handbuch Qualitätsmanagement. Hanser-Verlag, München 5. Aufl. 2007<br><br>Kühn, W.: Digitale Fabrik. Hanser-Verlag, München 2006 |

| Lehrveranstaltung L0929: Produktionsplanung und -steuerung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Hermann Lödding |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Modelle der Logistik – Produktion und Lager<br>• Produktionsprogamm- und Mengenplanung<br>• Termin- und Kapazitätsplanung<br>• Ausgewählte Verfahren der PPS<br>• Fertigungssteuerung<br>• Produktionscontrolling<br>• Logistikmanagement in der Lieferkette |
| **Literatur** | • Vorlesungsskript<br>• Lödding, H: Verfahren der Fertigungssteuerung, Springer 2008<br>• Nyhuis, P.; Wiendahl, H.-P.: Logistische Kennlinien, Springer 2002 |

| Lehrveranstaltung L0930: Produktionsplanung und -steuerung | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Hermann Lödding |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0933: Übung: Das digitale Unternehmen | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Robert Rost |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung<br><br>See interlocking course |

## Fachmodule der Vertiefung II. Regenerative Energien

### Modul M0512: Solarenergienutzung

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Energiemeteorologie (L0016) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Energiemeteorologie (L0017) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Kollektortechnik (L0018) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Solare Stromerzeugung (L0015) | Vorlesung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Martin Kaltschmitt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | keine |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden sich fachliche mit Grundlagen und mit aktuellen Fragen und Problemen aus dem Gebiet der Solarenergienutzung auseinandersetzen und diese unter Einbeziehung vorheriger Lehrinhalte und aktueller Problematiken erläutern und kritisch Stellung dazu beziehen. Sie können insbesondere die Prozesse innerhalb einer Solarzelle fachlich beschreiben und die Besonderheiten bei der Anwendung von Solarmodulen erläutern. Des Weiteren können sie einen Überblick über die Kollektortechnik in solarthermischen Anlagen geben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten Grundlagen auf beispielhafte solarstrahlungnutzende Energiesysteme anwenden und in diesem Zusammenhang unter anderem Potenziale und Grenzen solarer Energieerzeugungsanlagen für verschiedene geografische Bedingungen einschätzen und beurteilen. Sie sind in der Lage unter gegebenen Randbedingungen solare Energieerzeugungsanlagen technische effizient zu dimensionieren und mit der Nutzung modulübergreifendes Wissens ökonomisch und ökologisch zu beurteilen. Dafür notwendige Berechnungsmethoden innerhalb der Strahlungslehre können sie auswählen und aufgabenspezifisch anwenden. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können Problemstellungen in den angrenzenden Themengebieten im Bereich erneuerbarer Energien, die innerhalb des Moduls vertieft wurden, diskutieren. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich selbstständig Quellen auf Basis der Vorlesungsschwerpunkte über das Fachgebiet erschließen und Wissen aneignen. Des Weiteren können die Studierenden angeleitet durch Lehrende eigenständig Berechnungsmethoden zur Potenzialanalyse und technischen Auslegung von solaren Energiesystemen durchführen und auf dieser Basis Ihren jeweiligen Lernstand einschätzen und eventuell weitere Arbeitsschritte definieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** Ja; **Bonus** 20 %; **Art der Studienleistung** Schriftliche Ausarbeitung; **Beschreibung** Ausarbeitung Kollektortechnik |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0016: Energiemeteorologie | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Volker Matthias, Dr. Beate Geyer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Einführung: Strahlungsquelle Sonne, Astronomische Grundlagen, Grundlagen der Strahlung<br>• Aufbau der Atmosphäre<br>• Eigenschaften und Gesetze von Strahlung<br>  ◦ Polarisation<br>  ◦ Strahlungsgrößen<br>  ◦ Plancksches Strahlungsgesetz<br>  ◦ Wiensches Verschiebungsgesetz<br>  ◦ Stefan-Boltzmann Gesetz<br>  ◦ Das Kirchhoffsche Gesetz<br>  ◦ Helligkeitstemperatur<br>  ◦ Absorption, Reflexion, Transmission<br>• Strahlungsbilanz, Globalstrahlung, Energiebilanz<br>• Atmosphärische Extinktion<br>• Mie- und Rayleigh-Streuung<br>• Strahlungstransfer<br>• Optische Effekte in der Atmosphäre<br>• Berechnung Sonnenstand und Berechnung Strahlung auf geneigte Flächen |
| **Literatur** | • Helmut Kraus: Die Atmosphäre der Erde<br>• Hans Häckel: Meteorologie<br>• Grant W. Petty: A First Course in Atmosheric Radiation<br>• Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese: Renewable Energy<br>• Alexander Löw, Volker Matthias: Skript Optik Strahlung Fernerkundung |

| Lehrveranstaltung L0017: Energiemeteorologie | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Beate Geyer |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0018: Kollektortechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Agis Papadopoulos |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Einführung: Energiebedarf und Anwendung der Sonnenenergie.<br>• Wärmeübertragung in der Solarthermie: Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung.<br>• Kollektoren: Arten, Aufbau, Wirkungsgrad, Dimensionierung, konzentrierende Systeme.<br>• Energiespeicher: Anforderungen, Arten.<br>• Passive Sonnenenergienutzung: Komponenten und Systeme.<br>• Solarthermische Niedertemperatursysteme: Kollektorvarianten, Aufbau, Berechnung.<br>• Solarthermische Hochtemperatursysteme: Klassifizierung von Solarkraftwerke, Aufbau.<br>• Solare Klimatisierung. |
| **Literatur** | • Vorlesungsskript.<br>• Kaltschmitt, Streicher und Wiese (Hrsg.). Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 5. Auflage, Springer, 2013.<br>• Stieglitz und Heinzel .Thermische Solarenergie: Grundlagen, Technologie, Anwendungen. Springer, 2012.<br>• Von Böckh und Wetzel. Wärmeübertragung: Grundlagen und Praxis, Springer, 2011.<br>• Baehr und Stephan. Wärme- und Stoffübertragung. Springer, 2009.<br>• de Vos. Thermodynamics of solar energy conversion. Wiley-VCH, 2008.<br>• Mohr, Svoboda und Unger. Praxis solarthermischer Kraftwerke. Springer, 1999. |

| Lehrveranstaltung L0015: Solare Stromerzeugung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Martin Schlecht, Prof. Alf Mews, Roman Fritsches-Baguhl |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Photovoltaik:<br>1. Einführung<br>2. Primärenergien und Verbrauch, verfügbare Sonnenenergie<br>3. Physik der idealen Solarzelle<br>4. Lichtabsorption, PN-Übergang, charakteristische Größen der Solarzelle, Wirkungsgrad<br>5. Physik der realen Solarzelle<br>6. Ladungsträgerrekombination, Kennlinien, Sperrschichtrekombination, Ersatzschaltbild<br>7. Erhöhung der Effizienz<br>8. Methoden zur Erhöhung der Quantenausbeute und Verringerung der Rekombination<br>9. Hetero- und Tandemstrukturen<br>10. Hetero-Übergang, Schottky-, elektrochemische, MIS- und SIS-Zelle, Tandem-Zelle<br>11. Konzentratorzellen<br>12. Konzentrator-Optiken und Nachführsysteme, Konzentratorzellen<br>13. Technologie und Eigenschaften: Solarzellentypen, Herstellung, einkristallines Silizium und Galliumarsenid, polykristalline Silizium- und Silizium-Dünnschichtzellen, Dünnschichtzellen auf Trägern (amorphes Silizium, CIS, elektrochemische Zellen)<br>14. Module<br>15. Schaltungen<br>Konzentrierende Solarkraftwerke:<br>1. Einführung<br>2. Punkt-fokussierte Technologien<br>3. Linien-fokussierte Technologien<br>4. Auslegung CSP-Projekte |
| **Literatur** | • A. Götzberger, B. Voß, J. Knobloch: Sonnenenergie: Photovoltaik, Teubner Studienskripten, Stuttgart, 1995<br>• A. Götzberger: Sonnenenergie: Photovoltaik : Physik und Technologie der Solarzelle, Teubner Stuttgart, 1994<br>• H.-J. Lewerenz, H. Jungblut: Photovoltaik, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995<br>• A. Götzberger: Photovoltaic solar energy generation, Springer, Berlin, 2005<br>• C. Hu, R. M. White: Solar Cells, Mc Graw Hill, New York, 1983<br>• H.-G. Wagemann: Grundlagen der photovoltaischen Energiewandlung: Solarstrahlung, Halbleitereigenschaften und Solarzellenkonzepte, Teubner, Stuttgart, 1994<br>• R. J. van Overstraeten, R.P. Mertens: Physics, technology and use of photovoltaics, Adam Hilger Ltd, Bristol and Boston, 1986<br>• B. O. Seraphin: Solar energy conversion Topics of applied physics V 01 31, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995<br>• P. Würfel: Physics of Solar cells, Principles and new concepts, Wiley-VCH, Weinheim 2005<br>• U. Rindelhardt: Photovoltaische Stromversorgung, Teubner-Reihe Umwelt, Stuttgart 2001<br>• V. Quaschning: Regenerative Energiesysteme, Hanser, München, 2003<br>• G. Schmitz: Regenerative Energien, Ringvorlesung TU Hamburg-Harburg 1994/95, Institut für Energietechnik |

## Modul M0513: Systemaspekte regenerativer Energien

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung (L0021) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Energiehandel und Energiemärkte (L0019) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Energiehandel und Energiemärkte (L0020) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Tiefe Geothermie (L0025) | Vorlesung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Martin Kaltschmitt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Modul: Technische Thermodynamik I<br><br>Modul: Technische Thermodynamik II |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die Prozesse im Energiehandel und die Gestaltung der Energiemärkte beschreiben und kritisch in Bezug zu aktuellen Problemstellungen bewerten. Des Weiteren sind sie in der Lage die thermodynamischen Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung in Brennstoffzellen zu erklären und den Bezug zu verschiedenen Bauarten von Brennstoffzellen und deren jeweiligem Aufbau herzustellen und zu erläutern. Die Studenten können diese Technologie mit weiteren Energiespeichermöglichkeiten vergleichen. Zusätzlich können die Studenten einen Überblick über die Verfahrensweise und der energetischen Einbindung von tiefer Geothermie geben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können das erlernte Wissen zur Speicherung überschüssiger Energie anwenden, um für unterschiedlicher Energiesysteme Lösungsansätze für eine versorgungssichere Energiebereitstellung erläutern. Insbesondere können sie diesbezüglich häusliche, gewerbliche und industrielle Beheizungsanlagen unter Anwendung von Speichern energiesparend planen und berechnen, und im Bezug zu komplexen Energiesystemen beurteilen. In diesem Zusammenhang können die Studierenden die Potenziale und Grenzen von Geothermieanlagen einschätzen und deren Funktionsweise erläutern.<br><br>Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage die Vorgehensweisen und Strategien zur Vermarktung von Energie zu erläutern und im Kontext anderer Module auf erneuerbare Energieprojekte anwenden. In diesem Zusammenhang können die Studierenden eigenständig Analysen zur Bewertung von Energiehandel und Energiemärkten erstellen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können Problemstellungen in den angrenzenden Themengebieten im Bereich erneuerbarer Energien, die innerhalb des Moduls vertieft wurden, diskutieren. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesungen erschließen und sich das darin enthaltene Wissen aneignen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 3 Stunden |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0021: Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Michael Fröba |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung in die elektrochemische Energiewandlung<br>2. Funktion und Aufbau von Elektrolyten<br>3. Die Niedertemperatur-Brennstoffzellen<br>  ◦ Bauformen<br>  ◦ Thermodynamik der PEM-Brennstoffzelle<br>  ◦ Kühl- und Befeuchtungsstrategie<br>4. Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle<br>  ◦ Die MCFC<br>  ◦ Die SOFC<br>  ◦ Integrationsstrategien und Teilreformierung<br>5. Brennstoffe<br>  ◦ Bereitstellung von Brennstoffen<br>  ◦ Reformierung von Erdgas und Biogas<br>  ◦ Reformierung von flüssigen Kohlenwasserstoffen<br>6. Energetische Integration und Regelung von Brennstoffzellen-Systemen |
| **Literatur** | • Hamann, C.; Vielstich, W.: Elektrochemie 3. Aufl.; Weinheim: Wiley - VCH, 2003 |

| Lehrveranstaltung L0019: Energiehandel und Energiemärkte | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Michael Sagorje, Dr. Sven Orlowski |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Grundbegriffe und handelbare Produkte in Energiemärkten<br>• Primärenergiemärkte<br>• Strommärkte<br>• Europäisches Emissionshandelssystem<br>• Einfluss von Erneuerbaren Energien<br>• Realoptionen<br>• Risikomanagement<br><br>Innerhalb der Übung werden die verschiedenen Aufgabenstellungen aktiv diskutiert und auf verschiedene Anwendungsfälle angewandt. |
| **Literatur** | |

| Lehrveranstaltung L0020: Energiehandel und Energiemärkte | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Michael Sagorje, Dr. Sven Orlowski |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0025: Tiefe Geothermie | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Ben Norden |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung in die tiefe geothermische Nutzung<br>2. Geologische Grundlagen I<br>3. Geologische Grundlagen II<br>4. Geologisch-thermische Aspekte<br>5. Gesteinsphysikalische Aspekte<br>6. Geochemische Aspekte<br>7. Exploration tiefer geothermischer Reservoire<br>8. Bohrungstechnologien, Verrohrung und Ausbau<br>9. Bohrlochgeophysik<br>10. Untertägige Systemcharakterisierung und Reservoirengineering<br>11. Mikrobiologie und Obertägige Systemkomponenten<br>12. Angepasste Anlagenkonzepte, Kosten und Umweltaspekt |
| **Literatur** | • Dipippo, R.: Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact. Butterworth Heinemann; 3rd revised edition. (29. Mai 2012)<br>• www.geo-energy.org<br>• Edenhofer et al. (eds): Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation; Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2012.<br>• Kaltschmitt et al. (eds): Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Springer, 5. Aufl. 2013.<br>• Kaltschmitt et al. (eds): Energie aus Erdwärme. Spektrum Akademischer Verlag; Auflage: 1999 (3. September 2001)<br>• Huenges, E. (ed.): Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Auflage: 1. Auflage (19. April 2010) |

## Modul M0518: Waste and Energy

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Abfallverwertungstechnologien (L0047) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Abfallverwertungstechnologien (L0048) | Gruppenübung | 1 | 2 |
| Energie aus Abfall (L0049) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Kerstin Kuchta |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basics of process engineering |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Students are able to describe and explain in detail techniques, processes and concepts for treatment and energy recovery from wastes. |
| *Fertigkeiten* | The students are able to select suitable processes for the treatment and energy recovery of wastes. They can evaluate the efforts and costs for processes and select economically feasible treatment Concepts. Students are able to evaluate alternatives even with incomplete information. Students are able to prepare systematic documentation of work results in form of reports, presentations and are able to defend their findings in a group. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | 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 of collegues. Furthermore, they can give and accept professional constructive criticism. |
| *Selbstständigkeit* | 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. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Ja 20 % Schriftliche Ausarbeitung |
| **Prüfung** | Referat |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | Vortrag mithilfe von Powerpoint-Folien (10-15 Minuten) |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Kernqualifikation: Pflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0047: Waste Recycling Technologies

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Kerstin Kuchta |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Fundamentals on primary and secondary production of raw materials (steel, aluminum, phosphorous, copper, precious metals, rare metals)<br>• Use and demand of metals and minerals in industry and society<br>• collection systems and concepts<br>• quota and efficiency<br>• Advanced sorting technologies<br>• mechanical pretreatment<br>• advanced treatment<br>• Chemical analysis of Critical Materials in post-consumer products<br>• Analytical tools in Resource Management (Material Flow Analysis, Recycling Performance Indicators, Criticality Assessment, statistical analysis of uncertainties) |
| **Literatur** | |

| Lehrveranstaltung L0048: Waste Recycling Technologies | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Kerstin Kuchta |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Fundamentals on primary and secondary production of raw materials (steel, aluminum, phosphorous, copper, precious metals, rare metals)<br>• Use and demand of metals and minerals in industry and society<br>• collection systems and concepts<br>• quota and efficiency<br>• Advanced sorting technologies<br>• mechanical pretreatment<br>• advanced treatment<br>• Chemical analysis of Critical Materials in post-consumer products<br>• Analytical tools in Resource Management (Material Flow Analysis, Recycling Performance Indicators, Criticality Assessment, statistical analysis of uncertainties) |
| **Literatur** | |

| Lehrveranstaltung L0049: Waste to Energy | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Rüdiger Siechau |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Project-based lecture<br>• Introduction into the " Waste to Energy " consisting of:<br>  ◦ Thermal Process ( incinerator , RDF combustion )<br>  ◦ Biological processes ( Wet-/Dryfermentation )<br>  ◦ technology , energy , emissions, approval , etc.<br>• Group work<br>  ◦ design of systems/plants for energy recovery from waste<br>  ◦ The following points are to be processed :<br>  ▪ Input: waste ( fraction collection and transportation, current quantity , material flows , possible amount of development )<br>  ▪ Plant (design, process diagram , technology, energy production )<br>  ▪ Output ( energy quantity / type , by-products )<br>  ▪ Costs and revenues<br>  ▪ Climate and resource protection ( CO2 balance , substitution of primary raw materials / fossil fuels )<br>  ▪ Location and approval (infrastructure , expiration authorization procedure)<br>  ▪ Focus at the whole concept ( advantages, disadvantages , risks and opportunities , discussion )<br>• Grading: No Exam , but presentation of the results of the working group |
| **Literatur** | **Literatur:**<br><br>Einführung in die Abfallwirtschaft; Martin Kranert, Klaus Cord-Landwehr (Hrsg.); Vieweg + Teubner Verlag; 2010<br><br>Powerpoint-Folien in Stud IP<br><br>**Literature:**<br>Introduction to Waste Management; Kranert Martin , Klaus Cord - Landwehr (Ed. ), Vieweg + Teubner Verlag , 2010<br><br>PowerPoint slides in Stud IP |

## Modul M0749: Abfallbehandlung und Feststoffverfahrenstechnik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Feststoffverfahrenstechnik für Biomassen (L0052) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Thermische Abfallbehandlung (L0320) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Thermische Abfallbehandlung (L1177) | Hörsaalübung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Kerstin Kuchta |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen der Thermodynamik,<br><br>Grundlagen Strömungsmechanik<br><br>Grundlagen der Chemie |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können aktuelle Frage- und Problemstellungen aus dem Gebiet der thermischen Abfallbehandlungstechnik und der Feststoffverfahrenstechnik benennen, beschreiben und in den Gesamtkontext des Fachs einordnen.<br><br>Dabei können sie verschiedene Arten von Verbrennungs- und Aufbereitungstechniken unterscheiden und beschreiben, zum Beispiel<br>Rostfeuerung, Pyrolyse, Pelletierung.<br><br>Die Studierenden sind in der Lage, Apparate der thermischen Abfallbehandlungstechnik und der Feststoffverfahrenstechnik zu konzipieren und auszulegen. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind in der Lage, geeignete Verfahren für die Behandlung bestimmter Abfälle oder Rohstoffe in Abhängigkeit von deren Charakteristika und den Zielsetzungen auszuwählen. Sie können den technischen Aufwand und die ökologischen Folgen der Technologien abschätzen . |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können<br><br>• respektvoll in der Gruppe lernen und technische Fragestellungen diskutieren,<br>• wissenschaftliche Aufgabenstellungen fachspezifische und fachübergreifende diskutieren,<br>• gemeinsame Lösungen entwickeln,<br>• fachliche konstruktives Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihrem eigenen Leistungen umgehen. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über das jeweilige Fachgebiet erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen und auf neue Fragestellungen transformieren. 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 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0052: Feststoffverfahrenstechnik für Biomassen | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **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 Brennnstoffen, der Bioethanolerzeugung, der Gewinnung und Veredelung von Pflanzenölen, von Biomass-to-liquid-Prozessen sowie der Herstellung von wood-plasic-composites. Aspekte zum Explosionsschutz und zur Anlagenplanung ergänzen die Vorlesung. |
| **Literatur** | Kaltschmitt M., Hartmann H. (Hrsg.): Energie aus Bioamsse, Springer Verlag, 2001, ISBN 3-540-64853-4<br><br>Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe,<br><br>Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. www.nachwachsende-rohstoffe.de<br><br>Bockisch M.: Nahrungsfette und -öle, Ulmer Verlag, 1993, ISBN 380000158175 |

| Lehrveranstaltung L0320: Thermal Waste Treatment | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Kerstin Kuchta |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Introduction, actual state-of-the-art of waste incineration, aims. legal background, reaction principals<br>• basics of incineration processes: waste composition, calorific value, calculation of air demand and flue gas composition<br>• Incineration techniques: grate firing, ash transfer, boiler<br>• Flue gas cleaning: Volume, composition, legal frame work and emission limits, dry treatment, scrubber, de-nox techniques, dioxin elimination, Mercury elimination<br>• 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 L1177: Thermal Waste Treatment | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Kerstin Kuchta |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1878: Nachhaltige elektrische Energie aus Wind und Wasser

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Offshore-Geotechnik (L0067) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Wasserkraftnutzung (L0013) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Windenergieanlagen (L0011) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Windenergienutzung - Schwerpunkt Offshore (L0012) | Vorlesung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Dr. Marvin Scherzinger |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Modul: Thermodynamik I,<br><br>Modul: Thermodynamik II,<br><br>Modul: Grundlagen der Strömungsmechanik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Mit Abschluss dieses Moduls können die Studierenden vertieftes Kenntnisse über Windenergieanlagen mit besonderem Fokus der Windenergienutzung unter den Offshore-Bedingungen detailliert erklären und unter Einbeziehung aktueller Problemstellung kritisch dazu Stellung beziehen. Des Weiteren sind sie in der Lage die Nutzung der Wasserkraft zur Stromerzeugung grundlegend zu beschreiben. Die Studierenden können das grundsätzliche Vorgehen bei der Umsetzung regenerativer Energieprojekte im außereuropäischen Ausland wiedergeben und erklären.<br><br>Durch aktive Diskussionen der verschiedenen Themenschwerpunkte innerhalb des Seminars 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. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die erlernten theoretischen Grundlagen auf beispielhafte Wasser- oder Windkraftsysteme anwenden und die sich ergebenden Zusammenhänge bezüglich der Auslegung und des Betriebs dieser Anlagen fachlich einschätzen und beurteilen. Die besondere Verfahrensweise zur Umsetzung erneuerbarer Energieprojekte im außereuropäischen Ausland können sie grundsätzliche mit der in Europa angewendeten Vorgehensweise kritisch vergleichen und auf beispielhafte Projekte theoretisch anwenden. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen innerhalb eines Seminars fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich selbstständig auf Basis der Schwerpunkte des Vorlesungsmaterials Quellen über das Fachgebiet erschließen, dieses zur Nachbereitung der Vorlesung nutzen und sich Wissen aneignen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L0067: Offshore-Geotechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Jan Dührkop |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Überblick und Einführung Offshore-Geotechnik<br>• Einführung in die Bodenmechanik<br>• Offshore-Baugrunderkundung<br>• Schwerpunktthema zyklische Einwirkungen<br>• Geotechnische Bemessung von Offshore-Gründungen<br>• Monopiles<br>• Jackets<br>• Schwergewichtgründungen<br>• Geotechnische Vorerkundung für den Einsatz von Hubschiffen und -plattformen |
| **Literatur** | • Randolph, M. and Gourvenec, S (2011): Offshore Geotechnical Engineering. Spon Press.<br>• Poulos H.G. (1988): Marine Geotechnics. Unwin Hyman, London<br>• BSH-Standard Baugrunderkundung für Offshore-Windenergieparks<br>• Lesny K. (2010): Foundations for Offshore Wind Turbines. VGE Verlag, Essen.<br>• EA-Pfähle (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle der DGGT. Ernst & Sohn, Berlin. |

| Lehrveranstaltung L0013: Wasserkraftnutzung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Stefan Achleitner |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Einführung; Bedeutung der Wasserkraft im nationalen und globalen Kontext<br>• Physikalische Grundlagen: Bernoulli-Gleichung, nutzbare Fallhöhe, hydrologische Grundlagen, Verlustmechanismen, Wirkungsgrade<br>• Einteilung der Wasserkraft: Lauf- und Speicherwasserkraft, Nieder- und Hochdruckanlagen<br>• Aufbau von Wasserkraftanlagen: Darstellung der einzelnen Komponenten und ihres systemtechnischen Zusammenspiels<br>  ◦ Bautechnische Komponenten; Darstellung von Dämmen, Wehren, Staumauern, Krafthäusern, Rechenanlagen etc.<br>  ◦ Energietechnische Komponenten: Darstellung der unterschiedlichen Arten der hydraulischen Strömungsmaschinen, der Generatoren und der Netzanbindung<br>• Wasserkraft und Umwelt<br>• Beispiele aus der Praxis |
| **Literatur** | • Schröder, W.; Euler, G.; Schneider, K.: Grundlagen des Wasserbaus; Werner, Düsseldorf, 1999, 4. Auflage<br>• Quaschning, V.: Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Simulation; Carl Hanser, München, 2011, 7. Auflage<br>• Giesecke, J.; Heimerl, S.; Mosony, E.: Wasserkraftanlagen - Planung, Bau und Betrieb; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 5. Auflage<br>• von König, F.; Jehle, C.: Bau von Wasserkraftanlagen - Praxisbezogene Planungsunterlagen; C. F. Müller, Heidelberg, 2005, 4. Auflage<br>• Strobl, T.; Zunic, F.: Wasserbau: Aktuelle Grundlagen - Neue Entwicklungen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2006 |

| Lehrveranstaltung L0011: Windenergieanlagen | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Rudolf Zellermann |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Historische Entwicklung<br>• Wind: Entstehung, geographische und zeitliche Verteilung, Standorte<br>• Leistungsbeiwert, Rotorschub<br>• Aerodynamik des Rotors<br>• Betriebsverhalten<br>• Leistungsbegrenzung, Teillast, Pitch und Stall, Regelung<br>• Anlagenauswahl, Ertragsprognose, Wirtschaftlichkeit<br>• Exkursion |
| **Literatur** | Gasch, R., Windkraftanlagen, 4. Auflage, Teubner-Verlag, 2005 |

| Lehrveranstaltung L0012: Windenergienutzung - Schwerpunkt Offshore | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Martin Skiba |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Einführung , Bedeutung der Offshore-Windstromerzeugung, Besondere Anforderungen an die Offshore-Technik<br>• Physikalische Grundlagen zur Nutzung der Windenergie<br>• Aufbau und Funktionsweise von Offshore-Windenergieanlagen, Vorstellung unterschiedlicher Konzepte von Offshore-Windenergieanlagen, Darstellung der einzelnen Systemkomponenten und deren systemtechnisches Zusammenspiel<br>• Gründungstechnik, Offshore-Baugrunderkundung, Vorstellung unterschiedlicher Konzepte von Offshore-Gründungsstrukturen, Planung und Fabrikation von Gründungsstrukturen<br>• Elektrische Infrastruktur eines Offshore-Windparks, Innerpark-Verkabelung, Offshore-Umspannwerk, Netzanbindung<br>• Installation von Offshore-Windparks, Installationstechniken und Hilfsgeräte, Errichtungslogistik<br>• Entwicklung und Planung eines Offshore-Windparks<br>• Betrieb und Optimierung von Offshore-Windparks<br>• Tagesexkursion |
| **Literatur** | • Gasch, R.; Twele, J.: Windkraftanlagen - Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb; Vieweg + Teubner, Stuttgart, 2007, 7. Auflage<br>• Molly, J. P.: Windenergie - Theorie, Anwendung, Messung; C. F. Müller, Heidel-berg, 1997, 3. Auflage<br>• Hau, E.: Windkraftanalagen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2008, 4.Auflage<br>• Heier, S.: Windkraftanlagen - Systemauslegung, Integration und Regelung; Vieweg + Teubner, Stuttgart, 2009, 5. Auflage<br>• Jarass, L.; Obermair, G.M.; Voigt, W.: Windenergie: Zuverlässige Integration in die Energieversorgung; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 2. Auflage |

## Modul M0508: Strömungsmechanik und Meeresenergie

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Energie aus dem Meer (L0002) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Strömungsmechanik II (L0001) | Vorlesung | 2 | 4 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Michael Schlüter |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Mathematik I-III<br>Grundlagen der Strömungsmechanik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können verschiedene Anwendungen der Strömungsmechanik in der Vertiefungsrichtungsrichtung Regenerative Energien beschreiben. Sie können die Grundlagen der Strömungsmechanik der Anwendung in der Meeresenergie zuordnen und für konkrete Berechnungen abwandeln. Die Studierenden können einschätzen, welche strömungsmechanischen Probleme mit analytischen Lösungen berechnet werden können und welche alternativen Möglichkeiten (z.B. Selbstähnlichkeit, empirische Lösungen, numerische Methoden) zur Verfügung stehen. |
| *Fertigkeiten* | Studierende sind in der Lage, die Grundlagen der Strömungsmechanik auf technische Prozesse anzuwenden. Insbesondere können sie Impuls- und Massenbilanzen aufstellen, um damit technische Prozesse hydrodynamisch zu optimieren. Sie sind in der Lage, einen verbal geschilderten Zusammenhang in einen abstrakten Formalismus umzusetzen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können die vorgegebene Aufgabenstellungen in Kleingruppen diskutieren und einen gemeinsamen Lösungsweg erarbeiten. Sie sind in der Lage, eine Aufgabenstellung aus dem Fachgebiet im Team zu bearbeiten, die Ergebnisse in Form eines Posters darzustellen und im Rahmen einer Posterpräsentation zu präsentieren. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben für strömungsmechanische Problemstellungen zu definieren und sich das zur Lösung dieser Aufgaben notwendige Wissen, aufbauend auf dem vermittelten Wissen, selbst zu erarbeiten. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Nein 10 % Gruppendiskussion |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 3h |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L0002: Energie aus dem Meer

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Moustafa Abdel-Maksoud |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung in die Umwandlung von Energie aus dem Meer<br>2. Welleneigenschaften<br>  ◦ Lineare Wellentheorie<br>  ◦ Nichtlineare Wellentheorie<br>  ◦ Irreguläre Wellen<br>  ◦ Wellenenergie<br>  ◦ Refraktion, Reflexion und Diffraktion von Wellen<br>3. Wellenkraftwerke<br>  ◦ Übersicht der verschiedenen Technologien<br>  ◦ Auslegungs- und Berechnungsverfahren<br>4. Meeresströmungskraftwerke |
| **Literatur** | • Cruz, J., Ocean wave energy, Springer Series in Green Energy and Technology, UK, 2008.<br>• Brooke, J., Wave energy conversion, Elsevier, 2003.<br>• McCormick, M.E., Ocean wave energy conversion, Courier Dover Publications, USA, 2013.<br>• Falnes, J., Ocean waves and oscillating systems, Cambridge University Press,UK, 2002.<br>• Charlier, R. H., Charles, W. F., Ocean energy. Tide and tidal Power. Berlin, Heidelberg, 2009.<br>• Clauss, G. F., Lehmann, E., Östergaard, C., Offshore Structures. Volume 1, Conceptual Design. Springer-Verlag, Berlin 1992 |

| Lehrveranstaltung L0001: Strömungsmechanik II | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Michael Schlüter |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Differenzialgleichungen zum Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch<br>• Beispiele für Vereinfachungen der Navier-Stokes Gleichungen<br>• Instationärer Impulsaustausch<br>• Freie Scherschichten, Turbulenz und Freistrahl<br>• Partikelumströmungen – Feststoffverfahrenstechnik<br>• Kopplung Impuls- und Wärmetransport - Thermische VT<br>• Kopplung Impuls- und Wärmetransport - Thermische VT<br>• Rheologie – Bioverfahrenstechnik<br>• Kopplung Impuls- und Stofftransport – Reaktives Mischen, Chemische VT<br>• Strömung in porösen Medien – heterogene Katalyse<br>• Pumpen und Turbinen - Energie- und Umwelttechnik<br>• Wind- und Wellenkraftanlagen - Regenerative Energien<br>• Einführung in die numerische Strömungssimulation |
| **Literatur** | 1. Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.<br>2. Brauer, H.; Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktion. Frankfurt: Sauerländer 1972.<br>3. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009.<br>4. Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.<br>5. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley & Sons, 1994.<br>6. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006.<br>7. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008.<br>8. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007<br>9. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009.<br>10. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007.<br>11. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.<br>12. Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006.<br>13. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882. |

## Modul M1294: Bioenergie

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Biokraftstoffverfahrenstechnik (L0061) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Biokraftstoffverfahrenstechnik (L0062) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Globale Märkte für land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe (L1769) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Thermische Biomassenutzung (L1767) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Thermische Biomassenutzung (L2386) | Laborpraktikum | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Martin Kaltschmitt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | keine |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können die Grundlagen der Energiegewinnung aus Biomasse, über aerobe und anaerobe Abfallbehandlungsverfahren, die dabei gewonnenen Produkte und die Behandlung der jeweils entstehenden Emissionen wiedergeben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können das erlernte Wissen über biomasse-basierte Energiebereitstellungsanlagen anwenden, um für unterschiedliche Fragestellungen, beispielsweise bezüglich der Dimensionierung und Auslegung von Anlagen, die Zusammenhänge zu erläutern. In diesem Zusammenhang sind die Studierenden auch in der Lage Berechnungsaufgaben zur Verbrennung, Vergasung und Biogas-, Biodiesel- und Bioethanolnutzung zu lösen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen zur Auslegung und Bewertung von Energiesystemen zur Biomassenutzung diskutieren. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich zur Aufarbeitung der Vorlesungsschwerpunkte selbstständig Quellen über das Fachgebiet erschließen, Wissen auswählen und aneignen. Des Weiteren können die Studierenden, unter Hilfestellung der Lehrenden, eigenständig Berechnungen zu biomasse-nutzenden Energiesysteme erfüllen und so Ihren jeweiligen Lernstand einschätzen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte definieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |

**Studienleistung**

| Verpflichtend | Bonus | Art der Studienleistung | Beschreibung |
|---|---|---|---|
| Ja | Keiner | Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung | |
| Nein | 10 % | Referat | |

| | |
|---|---|
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 3 Stunden Klausur |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie- und Bioprozesstechnik: Wahlpflicht<br>Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0061: Biokraftstoffverfahrenstechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Oliver Lüdtke |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Allgemeine Einleitung<br>• Was sind Biokraftstoffe?<br>• Märkte & Entwicklungen<br>• Gesetzliche Rahmenbedingungen<br>• Treibhausgaseinsparungen<br>• Generationen der Biokraftstoffe<br>  ◦ Bioethanol der ersten Generation<br>  ▪ Rohstoffe<br>  ▪ Fermentation<br>  ▪ Destillation<br>  ◦ Biobutanol / ETBE<br>  ◦ Bioethanol der zweiten Generation<br>  ▪ Bioethanol aus Stroh<br>  ◦ Biodiesel der ersten Generation<br>  ▪ Rohstoffe<br>  ▪ Produktionsprozess<br>  ▪ Biodiesel & Rohstoffe<br>  ◦ HVO / HEFA<br>  ◦ Biodiesel der zweiten Generation<br>  ▪ Biodiesel aus Algen<br>• Biogas als Kraftstoff<br>  ◦ Biogas der ersten Generation<br>  ▪ Rohstoffe<br>  ▪ Fermentation<br>  ▪ Reinigung zu Biomethan<br>  ◦ Biogas der zweiten Generation & Vergasungsverfahren<br>  ◦ Methanol / DME aus Holz und Tall oil© |
| **Literatur** | • Skriptum zur Vorlesung<br>• Drapcho, Nhuan, Walker; Biofuels Engineering Process Technology<br>• Harwardt; Systematic design of separations for processing of biorenewables<br>• Kaltschmitt; Hartmann; Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren<br>• Mousdale; Biofuels - Biotechnology, Chemistry and Sustainable Development<br>• VDI Wärmeatlas |

| Lehrveranstaltung L0062: Biokraftstoffverfahrenstechnik | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Oliver Lüdtke |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • **Ökobilanzen**<br>  ◦ **Exemplarisches Beispiel zur Bewertung von CO2 Einsparungspotentialen durch alternative Kraftstoffe -- Wahl der Systemgrenzen und Datenbanken**<br>• **Bioethanolherstellung**<br>  ◦ **Anwendungsaufgabe in der die Grundlagen der thermischen Trennverfahren (Rektifikation, Extraktion) thematisiert werden. Dabei liegt der Fokus auf einer Kolonnenauslegung, inkl. Wärmebedarf, Stufenanzahl, Rücklaufverhältnis...**<br>• **Biodieselherstellung**<br>  ◦ **Verfahrenstechnische Optionen der Fest/Flüssigtrennung, inklusive Grundgleichungen zum Abschätzen von Leistung, Energiebedarf, Trennschärfe und Durchsatz**<br>• **Biomethanproduktion**<br>  ◦ **Chemische Reaktionen, die bei der Herstellung von Biokraftstoffen relevant sind, inklusive Gleichgewichte, Aktivierungsenergien, shift-Reaktionen** |
| **Literatur** | Skriptum zur Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L1769: Globale Märkte für land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Michael Köhl, Bernhard Chilla |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | 1) Markets for Agricultural Commodities<br>What are the major markets and how are markets functioning<br>Recent trends in world production and consumption.<br>World trade is growing fast. Logistics. Bottlenecks.<br>The major countries with surplus production<br>Growing net import requirements, primarily of China, India and many other countries.<br>Tariff and non-tariff market barriers. Government interferences.<br><br>2) Closer Analysis of Individual Markets<br>Thomas Mielke will analyze in more detail the global vegetable oil markets, primarily palm oil, soya oil, rapeseed oil, sunflower oil. Also the raw material (the oilseed) as well as the by-product (oilmeal) will be included. The major producers and consumers.<br>Vegetable oils and oilmeals are extracted from the oilseed. The importance of vegetable oils and animal fats will be highlighted, primarily in the food industry in Europe and worldwide. But in the past 15 years there have also been rapidly rising global requirements of oils & fats for non-food purposes, primarily as a feedstock for biodiesel but also in the chemical industry.<br>Importance of oilmeals as an animal feed for the production of livestock and aquaculture<br>Oilseed area, yields per hectare as well as production of oilseeds. Analysis of the major oilseeds worldwide. The focus will be on soybeans, rapeseed, sunflowerseed, groundnuts and cottonseed.<br>Regional differences in productivity. The winners and losers in global agricultural production.<br><br>3) Forecasts: Future Global Demand & Production of Vegetable Oils<br>Big challenges in the years ahead: Lack of arable land for the production of oilseeds, grains and other crops. Competition with livestock. Lack of water. What are possible solutions? Need for better education & management, more mechanization, better seed varieties and better inputs to raise yields.<br>The importance of prices and changes in relative prices to solve market imbalances (shortage situations as well as surplus situations). How does it work? Time lags.<br>Rapidly rising population, primarily the number of people considered “middle class” in the years ahead.<br>Higher disposable income will trigger changing diets in favour of vegetable oils and livestock products.<br>Urbanization. Today, food consumption per caput is partly still very low in many developing countries, primarily in Africa, some regions of Asia and in Central America. What changes are to be expected?<br>The myth and the realities of palm oil in the world of today and tomorrow.<br>Labour issues curb production growth: Some examples: 1) Shortage of labour in oil palm plantations in Malaysia. 2) Structural reforms overdue for the agriculture in India, China and other countries to become more productive and successful, thus improving the standard of living of smallholders. |
| **Literatur** | Lecture material |

| Lehrveranstaltung L1767: Thermische Biomassenutzung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Martin Kaltschmitt |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Ziel dieses Kurses ist es, die physikalischen, chemischen und biologischen als auch die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Grundlagen aller Optionen der Energieerzeugung aus Biomasse aus deutscher und internationaler Sicht zu diskutieren. Zusätzlich unterschiedlichen Systemansätze zur Nutzung von Biomasse für die Energieerzeugung, Aspekte der Bioenergie im Energiesystem zu integrieren, technische und wirtschaftliche Entwicklungspotenziale und die aktuelle und erwartete zukünftige Verwendung innerhalb des Energiesystems vorgestellt.<br>Der Kurs ist wie folgt aufgebaut:<br>• Biomasse als Energieträger im Energiesystem, die Nutzung von Biomasse in Deutschland und weltweit, Übersicht über den Inhalt des Kurses<br>• Photosynthese , die Zusammensetzung der organischen Stoffe , Pflanzenproduktion , Energiepflanzen , Reststoffen, organischen Abfällen<br>• Biomasse Bereitstellung Ketten für holzige und krautige Biomasse , Ernte und Bereitstellung , Transport, Lagerung, Trocknung<br>- Thermo - chemische Umwandlung von biogenen Festbrennstoffen<br>◦ Grundlagen der thermo- chemischen Umwandlung<br>◦ Direkte thermo- chemische Umwandlung durch Verbrennung: Verbrennungstechnologien für kleine und Großanlagen , Strom- Erzeugungstechnologien , Abgasbehandlungstechnologien, Asche und ihre Verwendun<br>◦ Vergasung: Vergasungstechnologien, Gasreinigungstechnologien, Optionen zur Nutzung des gereinigten Gases für die Bereitstellung von Wärme, Strom und/oder Brennstoffe<br>◦ Schnelle und langsame Pyrolyse : Technologien für die Bereitstellung von Bio-Öl und / oder für die Bereitstellung von Kohle -, Öl- Reinigungstechnologien , Optionen um die Pyrolyse- Öl und Kohle als Energieträger als auch als Rohstoff verwenden<br>• Physikalisch-chemische Umwandlung von Biomasse , die Öle und / oder Fette : Grundlagen , Ölsaaten und Ölfrüchte, Pflanzenölproduktion , die Produktion von Biokraftstoff mit standardisierten Merkmalen ( Umesterung , Hydrierung, Co-Processing in bestehenden Raffinerien) , Optionen der Nutzung dieser Kraftstoffe, Optionen zur Verwendung der Rückstände (d.h. Mehl, Glycerin)<br>◦ Bio-chemische Umwandlung von Biomasse<br>◦ Grundlagen der bio-chemische Umwandlung<br>◦ Biogas: Prozess- Technologien für Anlagen mit landwirtschaftlichen Rohstoffen , Klärschlamm ( Klärgas ), organische Abfallfraktion (Deponiegas ) , Technologien für die Bereitstellung von Biomethan , die Verwendung des aufgeschlossenen Schlamm<br>◦ Ethanol-Produktion: Prozesstechnologien für Einsatzmaterial, Zucker, Stärke oder Cellulose , die Verwendung von Ethanol als Kraftstoff, Verwendung der Schlempe |
| **Literatur** | **Kaltschmitt, M.; Hartmann, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 2. Auflage** |

| Lehrveranstaltung L2386: Thermische Biomassenutzung | |
|---|---|
| **Typ** | Laborpraktikum |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Martin Kaltschmitt, Dr. Marvin Scherzinger |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Die Versuche des Praktikums verdeutlichen die unterschiedlichen Aspekte der Wärmegewinnung aus biogenen Festbrennstoffen. Dazu werden zunächst unterschiedliche Biomassen (wie z.B. Holz, Stroh oder landwirtschaftliche Reststoffe) untersucht; hierbei liegt der Schwerpunkt auf dem Heiz- und Brennwert der Biomasse. Weiterhin wird die verwendete Biomasse pelletiert, die Pelleteigenschaften analysiert und ein Verbrennungsversuch an einer Pellet-Einzelraumfeuerung durchgeführt. Dabei werden die gasförmigen und festen Schadstoffemissionen, besonders der entstehende Feinstaub, gemessen und in einem weiteren Versuch die Zusammensetzung des Feinstaubes untersucht. Ein weiterer Schwerpunkt des Praktikums liegt auf der Betrachtung von Optionen zur Reduzierung des Feinstaubes aus der Biomasseverbrennung. Im Praktikum wird eine Methode zur Feinstaubreduzierung erarbeitet und getestet. Alle Versuche werden ausgewertet und die Ergebnisse vorgestellt.<br><br>Innerhalb des Laborpraktikums diskutieren die Studierenden verschiedene technischwissenschaftliche Aufgabenstellungen, sowohl fachspezifisch und fachübergreifend. Sie<br>sprechen verschiedene Lösungsansätze der Aufgabenstellung durch und beraten über die theoretische oder praktische Umsetzung. |
| **Literatur** | - Kaltschmitt, Martin; Hartmann, Hans; Hofbauer, Hermann: Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren. 3. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Science & Business Media, 2016. -ISBN 978-3-662-47437-2<br>- Versuchsskript |

## Fachmodule der Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie

### Modul M0513: Systemaspekte regenerativer Energien

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung (L0021) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Energiehandel und Energiemärkte (L0019) | Vorlesung | 1 | 1 |
| Energiehandel und Energiemärkte (L0020) | Gruppenübung | 1 | 1 |
| Tiefe Geothermie (L0025) | Vorlesung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Martin Kaltschmitt |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Modul: Technische Thermodynamik I<br><br>Modul: Technische Thermodynamik II |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können mit Abschluss dieses Moduls die Prozesse im Energiehandel und die Gestaltung der Energiemärkte beschreiben und kritisch in Bezug zu aktuellen Problemstellungen bewerten. Des Weiteren sind sie in der Lage die thermodynamischen Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung in Brennstoffzellen zu erklären und den Bezug zu verschiedenen Bauarten von Brennstoffzellen und deren jeweiligem Aufbau herzustellen und zu erläutern. Die Studenten können diese Technologie mit weiteren Energiespeichermöglichkeiten vergleichen. Zusätzlich können die Studenten einen Überblick über die Verfahrensweise und der energetischen Einbindung von tiefer Geothermie geben. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden können das erlernte Wissen zur Speicherung überschüssiger Energie anwenden, um für unterschiedlicher Energiesysteme Lösungsansätze für eine versorgungssichere Energiebereitstellung erläutern. Insbesondere können sie diesbezüglich häusliche, gewerbliche und industrielle Beheizungsanlagen unter Anwendung von Speichern energiesparend planen und berechnen, und im Bezug zu komplexen Energiesystemen beurteilen. In diesem Zusammenhang können die Studierenden die Potenziale und Grenzen von Geothermieanlagen einschätzen und deren Funktionsweise erläutern.<br><br>Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage die Vorgehensweisen und Strategien zur Vermarktung von Energie zu erläutern und im Kontext anderer Module auf erneuerbare Energieprojekte anwenden. In diesem Zusammenhang können die Studierenden eigenständig Analysen zur Bewertung von Energiehandel und Energiemärkten erstellen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können Problemstellungen in den angrenzenden Themengebieten im Bereich erneuerbarer Energien, die innerhalb des Moduls vertieft wurden, diskutieren. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die Schwerpunkte der Vorlesungen erschließen und sich das darin enthaltene Wissen aneignen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 3 Stunden |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0021: Brennstoffzellen, Batterien und Gasspeicher: Neue Materialien für die Energieerzeugung und -speicherung | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Michael Fröba |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung in die elektrochemische Energiewandlung<br>2. Funktion und Aufbau von Elektrolyten<br>3. Die Niedertemperatur-Brennstoffzellen<br>  ◦ Bauformen<br>  ◦ Thermodynamik der PEM-Brennstoffzelle<br>  ◦ Kühl- und Befeuchtungsstrategie<br>4. Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle<br>  ◦ Die MCFC<br>  ◦ Die SOFC<br>  ◦ Integrationsstrategien und Teilreformierung<br>5. Brennstoffe<br>  ◦ Bereitstellung von Brennstoffen<br>  ◦ Reformierung von Erdgas und Biogas<br>  ◦ Reformierung von flüssigen Kohlenwasserstoffen<br>6. Energetische Integration und Regelung von Brennstoffzellen-Systemen |
| **Literatur** | • Hamann, C.; Vielstich, W.: Elektrochemie 3. Aufl.; Weinheim: Wiley - VCH, 2003 |

| Lehrveranstaltung L0019: Energiehandel und Energiemärkte | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Michael Sagorje, Dr. Sven Orlowski |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Grundbegriffe und handelbare Produkte in Energiemärkten<br>• Primärenergiemärkte<br>• Strommärkte<br>• Europäisches Emissionshandelssystem<br>• Einfluss von Erneuerbaren Energien<br>• Realoptionen<br>• Risikomanagement<br><br>Innerhalb der Übung werden die verschiedenen Aufgabenstellungen aktiv diskutiert und auf verschiedene Anwendungsfälle angewandt. |
| **Literatur** | |

| Lehrveranstaltung L0020: Energiehandel und Energiemärkte | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Michael Sagorje, Dr. Sven Orlowski |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0025: Tiefe Geothermie | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Ben Norden |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | 1. Einführung in die tiefe geothermische Nutzung<br>2. Geologische Grundlagen I<br>3. Geologische Grundlagen II<br>4. Geologisch-thermische Aspekte<br>5. Gesteinsphysikalische Aspekte<br>6. Geochemische Aspekte<br>7. Exploration tiefer geothermischer Reservoire<br>8. Bohrungstechnologien, Verrohrung und Ausbau<br>9. Bohrlochgeophysik<br>10. Untertägige Systemcharakterisierung und Reservoirengineering<br>11. Mikrobiologie und Obertägige Systemkomponenten<br>12. Angepasste Anlagenkonzepte, Kosten und Umweltaspekt |
| **Literatur** | • Dipippo, R.: Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact. Butterworth Heinemann; 3rd revised edition. (29. Mai 2012)<br>• www.geo-energy.org<br>• Edenhofer et al. (eds): Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation; Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2012.<br>• Kaltschmitt et al. (eds): Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Springer, 5. Aufl. 2013.<br>• Kaltschmitt et al. (eds): Energie aus Erdwärme. Spektrum Akademischer Verlag; Auflage: 1999 (3. September 2001)<br>• Huenges, E. (ed.): Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Auflage: 1. Auflage (19. April 2010) |

## Modul M0874: Abwassersysteme

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Biologische Abwasserreinigung (L0517) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Biologische Abwasserreinigung (L3122) | Hörsaalübung | 1 | 1 |
| Physikalische und chemische Abwasserbehandlung (L0357) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Physikalische und chemische Abwasserbehandlung (L0358) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Ralf Otterpohl |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Kenntnis abwasserwasserwirtschaftlicher Maßnahmenfelder sowie der zentralen Prozesse der Abwasserwasseraufbereitung |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können die ganze Breite der Anlagentechniken bei siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen und deren gegenseitige Abhängigkeit für einen nachhaltigen Gewässerschutz beschreiben. Sie können relevante ökonomische, ökologische und soziale Aspekte wiedergeben. |
| *Fertigkeiten* | Studierende können verfügbare Abwasseraufbereitungsverfahren in der Breite der Anwendungen für Vorentwürfe auslegen und erklären, sowohl für kommunale als auch für einige industrielle Anlagen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Im Rahmen dieses Moduls werden Sozialkompetenzen nicht gezielt angesprochen. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden sind in der Lage selbstständig und planvoll ein Thema zu erarbeiten und dieses zu präsentieren. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht<br>Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Pflicht<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Pflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Pflicht |

### Lehrveranstaltung L0517: Biologische Abwasserreinigung

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Joachim Behrendt |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Charakterisierung von Abwasser<br>Stoffwechseltypen von Mikroorganismen<br>Kinetik biologischer Stoffumwandlung<br>Berechnung von Bioreaktoren zur Abwasserreinigung<br>Konzepte in der biologischen Abwasserreinigung<br>Design WWTP<br>Exkursion zur Kläranlage Seevetal Klüsing<br>Biofilme<br>Biofilmreaktoren<br>Anaerobe Verfahren<br>Resoursen orientierte Sanitärtechnik<br>Zukünftige Herausforderungen in der Abwasserforschung |
| **Literatur** | **Gujer, Willi**<br>Siedlungswasserwirtschaft : mit 84 Tabellen<br>ISBN: 3540343296 (Gb.) URL: http://www.gbv.de/dms/bs/toc/516261924.pdf URL: http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=2842122&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm<br>Berlin [u.a.] : Springer, 2007<br>TUB_HH_Katalog<br>**Henze, Mogens**<br>Wastewater treatment : biological and chemical processes |

| | |
|---|---|
| | ISBN: 3540422285 (Pp.)<br>Berlin [u.a.] : Springer, 2002<br>TUB_HH_Katalog<br>**Imhoff, Karl** (Imhoff, Klaus R.;)<br>Taschenbuch der Stadtentwässerung : mit 10 Tafeln<br>ISBN: 3486263331 ((Gb.))<br>München [u.a.] : Oldenbourg, 1999<br>TUB_HH_Katalog<br>**Lange, Jörg** (Otterpohl, Ralf; Steger-Hartmann, Thomas;)<br>Abwasser : Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft<br>ISBN: 3980350215 (kart.) URL: http://www.gbv.de/du/services/agi/52567E5D44DA0809C12570220050BF25/000000700334<br>Donaueschingen-Pfohren : Mall-Beton-Verl., 2000<br>TUB_HH_Katalog<br>**Mudrack, Klaus** (Kunst, Sabine;)<br>Biologie der Abwasserreinigung : 18 Tabellen<br>ISBN: 382741427X URL: http://www.gbv.de/du/services/agi/94B581161B6EC747C1256E3F005A8143/420000114903<br>Heidelberg [u.a.] : Spektrum, Akad. Verl., 2003<br>TUB_HH_Katalog<br>**Tchobanoglous, George** (Metcalf & Eddy, Inc., ;)<br>Wastewater engineering : treatment and reuse<br>ISBN: 0070418780 (alk. paper) ISBN: 0071122508 (ISE (*pbk))<br>Boston [u.a.] : McGraw-Hill, 2003<br>TUB_HH_Katalog<br>**Henze, Mogens**<br>Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3<br>ISBN: 1900222248<br>London : IWA Publ., 2002<br>TUB_HH_Katalog<br>**Kunz, Peter**<br>Umwelt-Bioverfahrenstechnik<br>Vieweg, 1992<br>**Bauhaus-Universität., Arbeitsgruppe Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt** (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, ;)<br>Abwasserbehandlung : Gewässerbelastung, Bemessungsgrundlagen, Mechanische Verfahren, Biologische Verfahren, Reststoffe aus der Abwasserbehandlung, Kleinkläranlagen<br>ISBN: 3860682725 URL: http://www.gbv.de/dms/weimar/toc/513989765_toc.pdf URL: http://www.gbv.de/dms/weimar/abs/513989765_abs.pdf<br>Weimar : Universitätsverl, 2006<br>TUB_HH_Katalog<br>**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall**<br>DWA-Regelwerk<br>Hennef : DWA, 2004<br>TUB_HH_Katalog<br>**Wiesmann, Udo** (Choi, In Su; Dombrowski, Eva-Maria;)<br>Fundamentals of biological wastewater treatment<br>ISBN: 3527312196 (Gb.) URL: http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?id=2774611&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm<br>Weinheim : WILEY-VCH, 2007<br>TUB_HH_Katalog |

| **Lehrveranstaltung L3122: Biologische Abwasserreinigung** | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Joachim Behrendt |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0357: Advanced Wastewater Treatment | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Joachim Behrendt |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Survey on advanced wastewater treatment<br>reuse of reclaimed municipal wastewater<br>Precipitation<br>Flocculation<br>Depth filtration<br>Membrane Processes<br>Activated carbon adsorption<br>Ozonation<br>"Advanced Oxidation Processes"<br>Disinfection |
| **Literatur** | Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, McGraw-Hill, Boston 2003<br>Wassertechnologie, H.H. Hahn, Springer-Verlag, Berlin 1987<br>Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, T. Melin und R. Rautenbach, Springer-Verlag, Berlin 2007<br>Trinkwasserdesinfektion: Grundlagen, Verfahren, Anlagen, Geräte, Mikrobiologie, Chlorung, Ozonung, UV-Bestrahlung, Membranfiltration, Qualitätssicherung, W. Roeske, Oldenbourg-Verlag, München 2006<br>Organische Problemstoffe in Abwässern, H. Gulyas, GFEU, Hamburg 2003 |

| Lehrveranstaltung L0358: Advanced Wastewater Treatment | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Dr. Joachim Behrendt |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Aggregate organic compounds (sum parameters)<br>Industrial wastewater<br>Processes for industrial wastewater treatment<br>Precipitation<br>Flocculation<br>Activated carbon adsorption<br>Recalcitrant organic compounds |
| **Literatur** | Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, McGraw-Hill, Boston 2003<br>Wassertechnologie, H.H. Hahn, Springer-Verlag, Berlin 1987<br>Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, T. Melin und R. Rautenbach, Springer-Verlag, Berlin 2007<br>Trinkwasserdesinfektion: Grundlagen, Verfahren, Anlagen, Geräte, Mikrobiologie, Chlorung, Ozonung, UV-Bestrahlung, Membranfiltration, Qualitätssicherung, W. Roeske, Oldenbourg-Verlag, München 2006<br>Organische Problemstoffe in Abwässern, H. Gulyas, GFEU, Hamburg 2003 |

## Modul M1335: BIO II: Gelenkersatz

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Gelenkersatz (L1306) | Vorlesung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Michael Morlock |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlegende Kenntnisse über orthopädische und chirurgische Verfahren sowie mechanische Grundregeln. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können die Erkrankungen und Schädigungen erklären, die einen Gelenkersatz notwendig machen können. Zudem kennen die Studierenden die chirurgische Alternativen zum Gelenkersatz. |
| *Fertigkeiten* | Studierende können die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Endoprothesentypen darstellen und erklären. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können mit ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen sowie den Lehrenden eine Diskussion zu Fragestellungen bezüglich Endoprothesen führen. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende können sich benötigte Informationen selber erarbeiten und diese hinsichtlich der Belastbarkeit einschätzen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Leistungspunkte** | 3 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht |

### Lehrveranstaltung L1306: Gelenkersatz

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Michael Morlock |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Inhalt (deutsch)<br>1. EINLEITUNG (Bedeutung, Ziel, Grundlagen, allg. Geschichte des künstlichen Gelenker-satzes)<br>2. FUNKTIONSANALYSE (Der menschliche Gang, die menschliche Arbeit, die sportliche Aktivität)<br>3. DAS HÜFTGELENK (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz Schaftseite und Pfannenseite, Evolution der Implantate)<br>4. DAS KNIEGELENK (Anatomie, Biomechanik, Bandersatz, Gelenkersatz femorale, tibiale und patelläre Komponenten)<br>5. DER FUß (Anatomie, Biomechanik, Gelen-kersatz, orthopädische Verfahren)<br>6. DIE SCHULTER (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz)<br>7. DER ELLBOGEN (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz)<br>8. DIE HAND (Anatomie, Biomechanik, Ge-lenkersatz)<br>9. TRIBOLOGIE NATÜRLICHER UND KÜNST-LICHER GELENKE (Korrosion, Reibung, Verschleiß) |
| **Literatur** | Kapandji, I..: Funktionelle Anatomie der Gelenke (Band 1-4), Enke Verlag, Stuttgart, 1984.<br>Nigg, B., Herzog, W.: Biomechanics of the musculo-skeletal system, John Wiley&Sons, New York 1994<br>Nordin, M., Frankel, V.: Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System, Lea&Febiger, Philadelphia, 1989.<br>Czichos, H.: Tribologiehandbuch, Vieweg, Wiesbaden, 2003.<br>Sobotta und Netter für Anatomie der Gelenke |

## 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** | |
| *Wissen* | Nach erfolgreicher Teilnahme können Studierende:<br>• den Einfluss des Drucks auf die physikalisch-chemischen und thermodynamischen Eigenschaften eines Fluids erklären,<br>• thermodynamische Grundlagen für Verfahren mit überkritischen Fluiden beschreiben,<br>• Modelle zur Beschreibung von Feststoffextraktion und Gegenstromextraktion erläutern,<br>• Parameter zur Optimierung von Prozessen mit überkritischen Fluiden diskutieren. |
| *Fertigkeiten* | Nach erfolgreicher Teilnahme sind Studierende in der Lage:<br>• Trennverfahren mit überkritischen Fluiden und mit konventionellen Lösungsmitteln zu vergleichen,<br>• bei gegebener Trennaufgabe das Anwendungspotential von Hochdruckverfahren zu beurteilen,<br>• Hochdruckverfahren im Ablauf einer vorgegebenen komplexen Industrieanwendung einzuplanen,<br>• die Wirtschaftlichkeit von Hochdruckverfahren hinsichtlich Investition und Betriebskosten einzuschätzen,<br>• unter Anleitung einen experimentellen Versuch an einer Hochdruckanlage durchzuführen,<br>• experimentelle Ergebnisse zu beurteilen,<br>• ein Versuchsprotokoll anzufertigen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Nach erfolgreicher Teilnahme sind Studierende in der Lage:<br>• in 2er Teams wissenschaftliche Artikel zu präsentieren und die Inhalte gemeinsam zu verteidigen |
| *Selbstständigkeit* | |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Ja 15 % Referat |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>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** | 1. Rechtliche Grundlagen (Gesetz, Verordnung, Richtlinie, Standard/Norm)<br>2. Berechnungsgrundlagen Druckgeräte (AD-Regelwerk, ASME-Regelwerk, GL Vorschriften, weitere Berechungsmethoden)<br>3. Spannungshypothesen<br>4. Werkstoffauswahl, Fertigungsverfahren<br>5. Dünnwandige Behälter<br>6. Dickwandige Behälter<br>7. Sicherheitseinrichtungen<br>8. Sicherheitsanalysen<br><br>Anwendungsschwerpunkte<br><br>9. Unterwassertechnik (bemannte und unbemannte Druckbehälter, PVHO Code)<br>10. Dampfkessel<br>11. Wärmetauscher<br>12. LPG, LEG Transport-tanks (Bilobe Bauart, IMO Type C tanks) |
| **Literatur** | Apparate und Armaturen in der chemischen Hochdrucktechnik, Springer Verlag<br>Spain and Paauwe: High Pressure Technology, Vol. I und II, M. Dekker Verlag<br>AD-Merkblätter, Heumanns Verlag<br>Bertucco; Vetter: High Pressure Process Technology, Elsevier Verlag<br>Sherman; Stadtmuller: Experimental Techniques in High-Pressure Research, Wiley & Sons Verlag<br>Klapp: Apparate- und Anlagentechnik, Springer Verlag |

| 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** | Part I : Physical Chemistry and Thermodynamics<br>1. Introduction: Overview, achieving high pressure, range of parameters.<br>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.<br>3. Influence of pressure on heterogeneous equilibria: Phenomenology of phase equilibria<br>4. Overview on calculation methods for (high pressure) phase equilibria).<br>Influence of pressure on transport processes, heat and mass transfer.<br>Part II : High Pressure Processes<br>5. Separation processes at elevated pressures: Absorption, adsorption (pressure swing adsorption), distillation (distillation of air), condensation (liquefaction of gases)<br>6. Supercritical fluids as solvents: Gas extraction, cleaning, solvents in reacting systems, dyeing, impregnation, particle formation (formulation)<br>7. Reactions at elevated pressures. Influence of elevated pressure on biochemical systems: Resistance against pressure<br>**Part III : Industrial production**<br>8. Reaction : Haber-Bosch-process, methanol-synthesis, polymerizations; Hydrations, pyrolysis, hydrocracking; Wet air oxidation, supercritical water oxidation (SCWO)<br>9. Separation : Linde Process, De-Caffeination, Petrol and Bio-Refinery<br>10. Industrial High Pressure Applications in Biofuel and Biodiesel Production<br>11. Sterilization and Enzyme Catalysis<br>12. Solids handling in high pressure processes, feeding and removal of solids, transport within the reactor.<br>13. Supercritical fluids for materials processing.<br>14. Cost Engineering<br>Learning Outcomes:<br>After a successful completion of this module, the student should be able to<br>- understand of the influences of pressure on properties of compounds, phase equilibria, and production processes.<br>- Apply high pressure approches in the complex process design tasks<br>- Estimate Efficiency of high pressure alternatives with respect to investment and operational costs<br>Performance Record:<br>1. Presence (28 h)<br>2. Oral presentation of original scientific article (15 min) with written summary<br>3. Written examination and Case study<br>( 2+3 : 32 h Workload)<br>Workload:<br>60 hours total |
| **Literatur** | Literatur:<br>Script: High Pressure Chemical Engineering.<br>G. Brunner: Gas Extraction. An Introduction to Fundamentals of Supercritical Fluids and the Application to Separation Processes. Steinkopff, Darmstadt, Springer, New York, 1994. |

| 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** | • Introduction/Overview on Properties of Supercritical Fluids (SCF)and their Application in Gas Extraction Processes<br>• Solubility of Compounds in Supercritical Fluids and Phase Equilibrium with SCF<br>• Extraction from Solid Substrates: Fundamentals, Hydrodynamics and Mass Transfer<br>• Extraction from Solid Substrates: Applications and Processes (including Supercritical Water)<br>• Countercurrent Multistage Extraction: Fundamentals and Methods, Hydrodynamics and Mass Transfer<br>• Countercurrent Multistage Extraction: Applications and Processes<br>• Solvent Cycle, Methods for Precipitation<br>• Supercritical Fluid Chromatography (SFC): Fundamentals and Application<br>• Simulated Moving Bed Chromatography (SMB)<br>• Membrane Separation of Gases at High Pressures<br>• 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 M1179: Einführung in die Medizin und Krankheitslehre

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Einführung in die Medizin und Krankheitslehre I (L1599) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Einführung in die Medizin und Krankheitslehre II (L1600) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Einführung in die Medizin und Krankheitslehre III (L1602) | Vorlesung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Dr. Peter Hübener |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können grundlegende Ursachen und Entstehungsmechanismen der unter (1) genannten Erkrankungen darstellen; beschreiben wie schädigende Einflüsse zusammen mit der Reaktion des Organismus zur Ausprägung der Erkrankungen führt; grundlegende Therapieprinzipien illustrieren; Anhand von Symptom- und Befundkonstellationen Differentialdiagnosen zur Ursache erarbeiten. |
| *Fertigkeiten* | Studierende können die Kausalkette vom schädigenden Faktor über die ersten Symptome bis zur finalen Erkrankung schildern und Stadien-gerechte Therapieoptionen wählen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende können die Wertigkeit einer gewählten Therapieoption im Hinblick auf den medizinischen Nutzen und die ökonomische Bedeutung beschreiben sowie den daraus resultierenden Konflikt diskutieren. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind in der Lage die Erstmaßnahmen der medizinischen Hilfe zu den unter (1) genannten Erkrankungen zu benennen und selbständig einzuleiten. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Medizingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht |

### Lehrveranstaltung L1599: Einführung in die Medizin und Krankheitslehre I

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Julian Schulze zur Wiesch |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Nach erfolgreichem Abschluss des Kurses sollten die Teilnehmer in der Lage sein. Grundlagen der Organisation des Gesundheitssystems zu beschreiben. Verschiedene Möglichkeiten der Behandlung im Krankenhaus zu beschreiben. Die Anatomie und Physiologie und grundlegende diagnostische Möglichkeiten folgender Organsysteme zu beschreiben: Herz/Kreislaufsystem, Lunge, Verdauungstrakt, Niere inclusive den technischen Möglichkeiten der Überwachung der Herz-Lungenfunktion, der Notaufnahme, den Überwachungsstationen und der Intensivmedizin und den Grundlagen der Kardiopulmonalen Reanimation zu beschreiben. Weiterhin wird die Anatomie und Physiologie des Nervensystems zu erläutern. Die Bedeutung und Möglichkeiten der Präventivmedizin schwerwiegender Erkrankungen zu schildern. Die Studenten bereiten eigene Teilthemen als Vortrag vor und erarbeiten verschiedene klinische Fälle zu diesen Themen interaktiv als Problem orientiertes Lernen. Flankiert wird dieser Kurs/diese Vorlesung durch Exkursionen in unsere Notaufnahme, der Endoskopie, Mini-Laparoskopie und unsere Intensivstation oder verschiedenen Sprechstunden. |
| **Literatur** | Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben |

| Lehrveranstaltung L1600: Einführung in die Medizin und Krankheitslehre II | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Johannes Kluwe |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Inhaltlich soll in der Lehrveranstaltung auf wichtige Erkrankungen (i) des Verdauungstrakts und der Leber, (ii) des Hormonsystems und (iii) der Niere eingegangen werden. Dabei werden Entstehung und Symptomatik der Krankheitsbilder, sowie Untersuchungstechniken und Therapiestrategien erläutert.<br><br>Die Vorlesung ist in nachfolgend aufgeführte Themenblöcke gegliedert:<br><br>I Verdauungstrakt:<br><br>• Gastrointestinale Blutungen: Ursachen, Symptome, endoskopische Therapiemöglichkeiten<br>• Kolonkarzinom: Entstehung, Epidemiologie, Prinzip der Vorsorgeuntersuchung, Therapie<br>• Lebererkrankungen / Leberzirrhose: Ursachen, Symptome, Komplikationen, therapeutische Optionen<br><br>II Hormone:<br><br>• Diabetes mellitus Typ 1 und Typ 2: Pathophysiologie, Komplikationen, Unterscheidung, Grundlagen des Glucosestoffwechsels, Therapieprinzipien<br>• Schilddrüse - Über- und Unterfunktion: Ursachen, Symptome, Diagnostik, Therapie<br><br>III Niere<br><br>• Funktionen, Funktionsverlust/Nierenversagen, Diagnostik, Nierenersatzverfahren |
| **Literatur** | Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben |

| Lehrveranstaltung L1602: Einführung in die Medizin und Krankheitslehre III | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Dr. Kevin Roedl |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | a) Grundlagen kardialer Erkrankungen und ihrer Stadien-gerechten Therapien; koronare Herzerkrankung, Herzinfarkt, Mitralklappeninsuffizienz, Aortenklappenstenose,<br><br>b) Grundlagen pulmonaler Erkrankungen und ihrer Stadien-gerechten Therapien; Asthma, Chronisch Obstruktive Lungenerkrankung, Pneumonie, Lungenkrebs<br><br>c) Grundlagen mikrobiologischer Erreger, des Immunsystems und autoimmunologischer Prozesse. |
| **Literatur** | Skript zur Vorlesung. |

## Modul M0914: Technical Microbiology

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Angewandte Molekularbiologie (L0877) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Technische Mikrobiologie (L0999) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Technische Mikrobiologie (L1000) | Hörsaalübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Johannes Gescher |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Bachelor with basic knowledge in microbiology and genetics |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | After successfully finishing this module, students are able<br>• to give an overview of genetic processes in the cell<br>• to explain the application of industrial relevant biocatalysts<br>• to explain and prove genetic differences between pro- and eukaryotes |
| *Fertigkeiten* | After successfully finishing this module, students are able<br>• to explain and use advanced molecularbiological methods<br>• to recognize problems in interdisciplinary fields |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Students are able to<br>• write protocols and PBL-summaries in teams<br>• to lead and advise members within a PBL-unit in a group<br>• develop and distribute work assignments for given problems |
| *Selbstständigkeit* | Students are able to<br>• search information for a given problem by themselves<br>• prepare summaries of their search results for the team<br>• make themselves familiar with new topics |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 60 min Klausur |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0877: Applied Molecular Biology | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Johannes Gescher |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Lecture and PBL<br>- Methods in genetics / molecular cloning<br>- Industrial relevance of microbes and their biocatalysts<br>- Biotransformation at extreme conditions<br>- Genomics<br>- Protein engineering techniques<br>- Synthetic biology |
| **Literatur** | Relevante Literatur wird im Kurs zur Verfügung gestellt.<br>Grundwissen in Molekularbiologie, Genetik, Mikrobiologie und Biotechnologie erforderlich.<br>Lehrbuch: Brock - Mikrobiologie / Microbiology (Madigan et al.) |

| Lehrveranstaltung L0999: Technical Microbiology | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Johannes Gescher |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • History of microbiology and biotechnology<br>• Enzymes<br>• Molecular biology<br>• Fermentation<br>• Downstream Processing<br>• Industrial microbiological processes<br>• Technical enzyme application<br>• Biological Waste Water treatment |
| **Literatur** | **Microbiology**, 2013, Madigan, M., Martinko, J. M., Stahl, D. A., Clark, D. P. (eds.), formerly „Brock“, Pearson<br>**Industrielle Mikrobiologie**, 2012, Sahm, H., Antranikian, G., Stahmann, K.-P., Takors, R. (eds.) Springer Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.<br>**Angewandte Mikrobiologie**, 2005, Antranikian, G. (ed.), Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo. |

| Lehrveranstaltung L1000: Technical Microbiology | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Johannes Gescher |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0749: Abfallbehandlung und Feststoffverfahrenstechnik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Feststoffverfahrenstechnik für Biomassen (L0052) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Thermische Abfallbehandlung (L0320) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Thermische Abfallbehandlung (L1177) | Hörsaalübung | 1 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Kerstin Kuchta |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundlagen der Thermodynamik,<br><br>Grundlagen Strömungsmechanik<br><br>Grundlagen der Chemie |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden können aktuelle Frage- und Problemstellungen aus dem Gebiet der thermischen Abfallbehandlungstechnik und der Feststoffverfahrenstechnik benennen, beschreiben und in den Gesamtkontext des Fachs einordnen.<br><br>Dabei können sie verschiedene Arten von Verbrennungs- und Aufbereitungstechniken unterscheiden und beschreiben, zum Beispiel<br>Rostfeuerung, Pyrolyse, Pelletierung.<br><br>Die Studierenden sind in der Lage, Apparate der thermischen Abfallbehandlungstechnik und der Feststoffverfahrenstechnik zu konzipieren und auszulegen. |
| *Fertigkeiten* | Die Studierenden sind in der Lage, geeignete Verfahren für die Behandlung bestimmter Abfälle oder Rohstoffe in Abhängigkeit von deren Charakteristika und den Zielsetzungen auszuwählen. Sie können den technischen Aufwand und die ökologischen Folgen der Technologien abschätzen . |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können<br><br>• respektvoll in der Gruppe lernen und technische Fragestellungen diskutieren,<br>• wissenschaftliche Aufgabenstellungen fachspezifische und fachübergreifende diskutieren,<br>• gemeinsame Lösungen entwickeln,<br>• fachliche konstruktives Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihrem eigenen Leistungen umgehen. |
| *Selbstständigkeit* | Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über das jeweilige Fachgebiet erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen und auf neue Fragestellungen transformieren. 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 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0052: Feststoffverfahrenstechnik für Biomassen | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **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 Brennnstoffen, der Bioethanolerzeugung, der Gewinnung und Veredelung von Pflanzenölen, von Biomass-to-liquid-Prozessen sowie der Herstellung von wood-plasic-composites. Aspekte zum Explosionsschutz und zur Anlagenplanung ergänzen die Vorlesung. |
| **Literatur** | Kaltschmitt M., Hartmann H. (Hrsg.): Energie aus Bioamsse, Springer Verlag, 2001, ISBN 3-540-64853-4<br>Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe,<br>Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. www.nachwachsende-rohstoffe.de<br>Bockisch M.: Nahrungsfette und -öle, Ulmer Verlag, 1993, ISBN 380000158175 |

| Lehrveranstaltung L0320: Thermal Waste Treatment | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Kerstin Kuchta |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | • Introduction, actual state-of-the-art of waste incineration, aims. legal background, reaction principals<br>• basics of incineration processes: waste composition, calorific value, calculation of air demand and flue gas composition<br>• Incineration techniques: grate firing, ash transfer, boiler<br>• Flue gas cleaning: Volume, composition, legal frame work and emission limits, dry treatment, scrubber, de-nox techniques, dioxin elimination, Mercury elimination<br>• 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 L1177: Thermal Waste Treatment | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Kerstin Kuchta |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## 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. Ralf Pörtner |
| **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** | |
| *Wissen* | After completion of this module, participants will be able to:<br>• differentiate between different kinds of bioreactors and describe their key features<br>• identify and characterize the peripheral and control systems of bioreactors<br>• depict integrated biosystems (bioprocesses including up- and downstream processing)<br>• name different sterilization methods and evaluate those in terms of different applications<br>• recall and define the advanced methods of modern systems-biological approaches<br>• connect the multiple "omics"-methods and evaluate their application for biological questions<br>• recall the fundamentals of modeling and simulation of biological networks and biotechnological processes and to discuss their methods<br>• 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. |
| *Fertigkeiten* | After completion of this module, participants will be able to:<br>• describe different process control strategies for bioreactors and chose them after analysis of characteristics of a given bioprocess<br>• plan and construct a bioreactor system including peripherals from lab to pilot plant scale<br>• adapt a present bioreactor system to a new process and optimize it<br>• develop concepts for integration of bioreactors into bioproduction processes<br>• combine the different modeling methods into an overall modeling approach, to apply these methods to specific problems and to evaluate the achieved results critically<br>• connect all process components of biotechnological processes for a holistic system view. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | 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.<br>The students can reflect their specific knowledge orally and discuss it with other students and teachers. |
| *Selbstständigkeit* | 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.<br>• |
| **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<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L1034: Bioreactor Design and Operation | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Ralf Pörtner, Dr. Johannes Möller |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | **Design of bioreactors and peripheries:**<br>• reactor types and geometry<br>• materials and surface treatment<br>• agitation system design<br>• insertion of stirrer<br>• sealings<br>• fittings and valves<br>• peripherals<br>• materials<br>• standardization<br>• demonstration in laboratory and pilot plant<br>**Sterile operation:**<br>• theory of sterilisation processes<br>• different sterilisation methods<br>• sterilisation of reactor and probes<br>• industrial sterile test, automated sterilisation<br>• introduction of biological material<br>• autoclaves<br>• continuous sterilisation of fluids<br>• deep bed filters, tangential flow filters<br>• demonstration and practice in pilot plant<br>**Instrumentation and control:**<br>• temperature control and heat exchange<br>• dissolved oxygen control and mass transfer<br>• aeration and mixing<br>• used gassing units and gassing strategies<br>• control of agitation and power input<br>• pH and reactor volume, foaming, membrane gassing<br>**Bioreactor selection and scale-up:**<br>• selection criteria<br>• scale-up and scale-down<br>• reactors for mammalian cell culture<br>**Integrated biosystem:**<br>• interactions and integration of microorganisms, bioreactor and downstream processing<br>• Miniplant technologies<br>**Team work with presentation:**<br>• Operation mode of selected bioprocesses (e.g. fundamentals of batch, fed-batch and continuous cultivation) |
| **Literatur** | • Storhas, Winfried, Bioreaktoren und periphere Einrichtungen, Braunschweig: Vieweg, 1994<br>• Chmiel, Horst, Bioprozeßtechnik; Springer 2011<br>• Krahe, Martin, Biochemical Engineering, Ullmann‘s Encyclopedia of Industrial Chemistry<br>• Pauline M. Doran, Bioprocess Engineering Principles, Second Edition, Academic Press, 2013<br>• 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. Ralf Pörtner, Dr. Johannes Möller |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | **Introduction to Biosystems Engineering (Exercise)**<br><br>**Experimental basis and methods for biosystems analysis**<br>• Introduction to genomics, transcriptomics and proteomics<br>• More detailed treatment of metabolomics<br>• Determination of in-vivo kinetics<br>• Techniques for rapid sampling<br>• Quenching and extraction<br>• Analytical methods for determination of metabolite concentrations<br><br>**Analysis, modelling and simulation of biological networks**<br>• Metabolic flux analysis<br>• Introduction<br>• Isotope labelling<br>• Elementary flux modes<br>• Mechanistic and structural network models<br>• Regulatory networks<br>• Systems analysis<br>• Structural network analysis<br>• Linear and non-linear dynamic systems<br>• Sensitivity analysis (metabolic control analysis)<br><br>**Modelling and simulation for bioprocess engineering**<br>• Modelling of bioreactors<br>• Dynamic behaviour of bioprocesses<br>**Selected projects for biosystems engineering**<br>• Miniaturisation of bioreaction systems<br>• Miniplant technology for the integration of biosynthesis and downstream processin<br>• Technical and economic overall assessment of bioproduction processes |
| **Literatur** | E. Klipp et al. Systems Biology in Practice, Wiley-VCH, 2006<br><br>R. Dohrn: Miniplant-Technik, Wiley-VCH, 2006<br><br>G.N. Stephanopoulos et. al.: Metabolic Engineering, Academic Press, 1998<br><br>I.J. Dunn et. al.: Biological Reaction Engineering, Wiley-VCH, 2003<br><br>Lecture materials to be distributed |

| Lehrveranstaltung L1036: Biosystems Engineering | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Johannes Gescher |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | **Introduction to Biosystems Engineering**<br><br>**Experimental basis and methods for biosystems analysis**<br>• Introduction to genomics, transcriptomics and proteomics<br>• More detailed treatment of metabolomics<br>• Determination of in-vivo kinetics<br>• Techniques for rapid sampling<br>• Quenching and extraction<br>• Analytical methods for determination of metabolite concentrations<br><br>**Analysis, modelling and simulation of biological networks**<br>• Metabolic flux analysis<br>• Introduction<br>• Isotope labelling<br>• Elementary flux modes<br>• Mechanistic and structural network models<br>• Regulatory networks<br>• Systems analysis<br>• Structural network analysis<br>• Linear and non-linear dynamic systems<br>• Sensitivity analysis (metabolic control analysis)<br><br>**Modelling and simulation for bioprocess engineering**<br>• Modelling of bioreactors<br>• Dynamic behaviour of bioprocesses<br><br>**Selected projects for biosystems engineering**<br>• Miniaturisation of bioreaction systems<br>• Miniplant technology for the integration of biosynthesis and downstream processin<br>• Technical and economic overall assessment of bioproduction processes |
| **Literatur** | E. Klipp et al. Systems Biology in Practice, Wiley-VCH, 2006<br><br>R. Dohrn: Miniplant-Technik, Wiley-VCH, 2006<br><br>G.N. Stephanopoulos et. al.: Metabolic Engineering, Academic Press, 1998<br><br>I.J. Dunn et. al.: Biological Reaction Engineering, Wiley-VCH, 2003<br><br>Lecture materials to be distributed |

## Modul M0630: Robotics and Navigation in Medicine

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Robotik und Navigation in der Medizin (L0335) | Vorlesung | 2 | 3 |
| Robotik und Navigation in der Medizin (L0338) | Projektseminar | 2 | 2 |
| Robotik und Navigation in der Medizin (L0336) | Gruppenübung | 1 | 1 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • principles of math (algebra, analysis/calculus)<br>• principles of programming, e.g., in Java or C++<br>• solid R or Matlab skills |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students can explain kinematics and tracking systems in clinical contexts and illustrate systems and their components in detail. Systems can be evaluated with respect to collision detection and safety and regulations. Students can assess typical systems regarding design and limitations. |
| *Fertigkeiten* | The students are able to design and evaluate navigation systems and robotic systems for medical applications. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students are able to grasp practical tasks in groups, develop solution strategies independently, define work processes and work on them collaboratively.<br>The students are able to collaboratively organize their work processes and software solutions using virtual communication and software management tools.<br>The students can critically reflect on the results of other groups, make constructive suggestions for improvement, and also incorporate them into their own work. |
| *Selbstständigkeit* | The students can assess their level of knowledge and independently control their learning processes on this basis as well as document their work results. They can critically evaluate the results achieved and present them in an appropriate argumentative manner to the other groups. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | **Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung**<br>Ja 10 % Schriftliche Ausarbeitung<br>Ja 10 % Referat |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 Minuten |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung III. Applications: Wahlpflicht<br>Data Science: Vertiefung IV. Special Focus Area: Wahlpflicht<br>Elektrotechnik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Elektrotechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Medizinингenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0335: Robotics and Navigation in Medicine | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | - kinematics<br>- calibration<br>- tracking systems<br>- navigation and image guidance<br>- motion compensation<br>The seminar extends and complements the contents of the lecture with respect to recent research results. |
| **Literatur** | Spong et al.: Robot Modeling and Control, 2005<br>Troccaz: Medical Robotics, 2012<br>Further literature will be given in the lecture. |

| Lehrveranstaltung L0338: Robotics and Navigation in Medicine | |
|---|---|
| **Typ** | Projektseminar |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0336: Robotics and Navigation in Medicine | |
|---|---|
| **Typ** | Gruppenübung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Alexander Schlaefer |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | SoSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M1702: Process Imaging

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Prozessbildgebung (L2723) | Vorlesung | 3 | 3 |
| Prozessbildgebung (L2724) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 3 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Alexander Penn |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | No special prerequisites needed |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | **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 but also covers a range of more recent imaging modalities. The students will learn:<br>1. what these imaging techniques can measure (such as sample density or concentration, material transport, chemical composition, temperature),<br>2. how the measurements work (physical measurement principles, hardware requirements, image reconstruction), and<br>3. how to determine the most suited imaging methods for a given problem.<br>**Learning goals:** After the successful completion of the course, the students shall:<br>1. understand the physical principles and practical aspects of the most common imaging methods,<br>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<br>3. be able to identify the most suited imaging modality for any specific engineering challenge in the field of chemical and bioprocess engineering. |
| *Fertigkeiten* | |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | 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. |
| *Selbstständigkeit* | Students are guided to work in self-motivation due to the challenge-based character of this module. A final presentation improves presentation skills. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie- und Bioprozesstechnik: Wahlpflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Computer Science: Vertiefung II. Intelligenz-Engineering: Wahlpflicht<br>Information and Communication Systems: Vertiefung Kommunikationssysteme, Schwerpunkt Signalverarbeitung: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: 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** | |
| **Literatur** | Wang, M. (2015). Industrial Tomography. Cambridge, UK: Woodhead Publishing.<br><br>Available as e-book in the library of TUHH: https://katalog.tub.tuhh.de/Record/823579395 |

| Lehrveranstaltung L2724: 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** | **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:<br><br>1. what these imaging techniques can measure (such as sample density or concentration, material transport, chemical composition, temperature),<br>2. how the measurements work (physical measurement principles, hardware requirements, image reconstruction), and<br>3. how to determine the most suited imaging methods for a given problem.<br><br>**Learning goals:** After the successful completion of the course, the students shall:<br><br>1. understand the physical principles and practical aspects of the most common imaging methods,<br>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<br>3. be able to identify the most suited imaging modality for any specific engineering challenge in the field of chemical and bioprocess engineering. |
| **Literatur** | Wang, M. (2015). Industrial Tomography. Cambridge, UK: Woodhead Publishing.<br><br>Available as e-book in the library of TUHH: https://katalog.tub.tuhh.de/Record/823579395 |

## Modul M0541: Prozess- und Anlagentechnik II

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Prozess- und Anlagentechnik II (L0097) | Vorlesung | 2 | 4 |
| Prozess- und Anlagentechnik II (L0098) | Hörsaalübung | 2 | 2 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Mirko Skiborowski |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Ingenieurwissenschaftliche Grundlagenfächer<br><br>Grundoperationen der mechanischen und thermischen Verfahrenstechnik<br><br>Chemische Reaktionstechnik |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Teilnehmer am Modul ‚Prozess- und Anlagentechnik II' können:<br><br>• Regelungsstrukturen klassifizieren und Prozessführungskonzepte für unterschiedliche Apparate und komplexe verfahrenstechnische Anlagen darstellen<br>• Typen von Prozessmodellen und Modellgleichungen klassifizieren<br>• Numerische Verfahren zur Simulation erklären<br>• die Lösungssystematik bei der Flowsheet-Simulation erklären<br>• Projektabläufe in der Anlagenplanung auflisten, darstellen und erläutern<br>• Projektabläufe mit Hilfe der Netzplantechnik darstellen |
| *Fertigkeiten* | Studierende sind nach erfolgreicher Teilnahme in der Lage:<br><br>• Prozessführungsziele zu formulierten und umzusetzen<br>• Regelungsstrategien und -strukturen zu entwerfen und zu bewerten<br>• Modellstruktur und Modellparameter aus der Simulation von Prozessen zu analysieren<br>• die Berechnungsreihenfolge bei der Flowsheet-Simulation zu optimieren<br>• Methoden des Projektmanagements auf verfahrenstechnische Vorhaben anzuwenden |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Studierende sind in der Lage:<br><br>• in heterogenen Kleingruppen gemeinsam Lösungswege zu erarbeiten |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind in der Lage:<br><br>• sich anhand weiterführender Literatur zum Thema daraus Wissen zu erschließen |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 120 Min. |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht |

### Lehrveranstaltung L0097: Prozess- und Anlagentechnik II

| | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Mirko Skiborowski, Dr. Thomas Waluga |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | 1. Prozessoptimierung<br><br>1.1 Einleitung<br><br>1.1.1 Anwendungsgebiete der Prozessoptimierung<br><br>1.1.2 Formulierung eines Optimierungsproblems<br><br>1.1.3 Strukturierte Vorgehensweise<br><br>1.1.4 Klassen von Optimierungsproblemen<br><br>1.2. Unbeschränkte Optimierungsprobleme<br><br>1.2.1 Mathematische Formulierung<br><br>1.2.2 Lösungsmethoden<br><br>1.3. Lineare Optimierung |

| | |
|---|---|
| | 1.3.1 Mathematische Formulierung<br>1.3.2 Simplexverfahren von Dantzig<br>2. Prozessführung<br>2.1 Einführung<br>2.2 Typische Regelungen verfahrenstechnischer Apparate<br>2.3 Regelungsstrukturen<br>2.4 Plantwide control<br>3. Prozessmodellierung<br>3.1 Typen von Prozessmodellen<br>3.2 Typen von Modellgleichungen<br>3.3 Anforderungen an Prozessmodelle<br>3.4 Methoden der Modellentwicklung<br>3.5 Typisches Beispiel für Modellentwicklung<br>4. Prozesssimulation<br>5. Anlagenplanung und -bau<br>5.1 Einführung<br>5.2 Ablauf industrieller Projektabwicklung<br>5.3 Praktische Teilaspekte industrieller Projektabwicklung<br>5.4 Netzplantechnik |
| **Literatur** | Literatur (Planung und Bau von Produktionsanlagen):<br>G. Barnecker, Planung und Bau verfahrenstechnischer Anlagen, Springer Verlag, 2001<br>F.P. Helmus, Anlagenplanung, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2003<br>E. Klapp, Apparate- und Anlagentechnik, Springer -Verlag, Berlin, 1980<br>P. Rinza, Projektmanagement: Planung, Überwachung und Steuerung von technischen und nichttechnischen Vorhaben, Düsseldorf,VDI-Verlag, 1994<br>K. Sattler, W. Kasper, Verfahrentechnische Anlagen, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2000<br>G.H. Vogel, Verfahrensentwicklung, Wiley-VCH, Weinheim, 2002<br>K.H. Weber, Inbetriebnahme verfahrenstechnischer Anlagen, VDI Verlag, Düsseldorf, 1996<br>E. Wegener, Montagegerechte Anlagenplanung, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2003 |

| **Lehrveranstaltung L0098: Prozess- und Anlagentechnik II** | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Mirko Skiborowski, Dr. Thomas Waluga |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

## Modul M0540: Transport Processes

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Mehrphasenströmungen (L0104) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Reaktorauslegung unter Nutzung 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** | |
| *Wissen* | Students are able to:<br>• 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.<br>• explain the main transport laws and their application as well as the limits of application.<br>• describe how transport coefficients for heat- and mass transfer can be derived experimentally.<br>• compare different multiphase reactors like trickle bed reactors, pipe reactors, stirring tanks and bubble column reactors.<br>• 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. |
| *Fertigkeiten* | The students are able to:<br>• optimize multiphase reactors by using mass- and energy balances,<br>• use transport processes for the design of technical processes,<br>• to choose a multiphase reactor for a specific application. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students are able to discuss in international teams in english and develop an approach under pressure of time. |
| *Selbstständigkeit* | 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** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 15 Minuten Vortrag + 90 Minuten Multiple Choice Klausur |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht<br>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** | • Interfaces in MPF (boundary layers, surfactants)<br>• Hydrodynamics & pressure drop in Film Flows<br>• Hydrodynamics & pressure drop in Gas-Liquid Pipe Flows<br>• Hydrodynamics & pressure drop in Bubbly Flows<br>• Mass Transfer in Film Flows<br>• Mass Transfer in Gas-Liquid Pipe Flows<br>• Mass Transfer in Bubbly Flows<br>• Reactive mass Transfer in Multiphase Flows<br>• Film Flow: Application Trickle Bed Reactors<br>• Pipe Flow: Application Turbular Reactors<br>• Bubbly Flow: Application Bubble Column Reactors |
| **Literatur** | Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.<br>Clift, R.; Grace, J.R.; Weber, M.E.: Bubbles, Drops and Particles, Academic Press, New York, 1978.<br>Fan, L.-S.; Tsuchiya, K.: Bubble Wake Dynamics in Liquids and Liquid-Solid Suspensions, Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering, Boston, USA, 1990.<br>Hewitt, G.F.; Delhaye, J.M.; Zuber, N. (Ed.): Multiphase Science and Technology. Hemisphere Publishing Corp, Vol. 1/1982 bis Vol. 6/1992.<br>Kolev, N.I.: Multiphase flow dynamics. Springer, Vol. 1 and 2, 2002.<br>Levy, S.: Two-Phase Flow in Complex Systems. Verlag John Wiley & Sons, Inc, 1999.<br>Crowe, C.T.: Multiphase Flows with Droplets and Particles. CRC Press, Boca Raton, Fla, 1998. |

| Lehrveranstaltung L0105: Reactor Design Using 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** | 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.<br><br>The four students in each team have to:<br><br>• collect and discuss material properties and equations for design from the literature,<br>• calculate the optimal hydrodynamic design,<br>• check the plausibility of the results critically,<br>• write an exposé with the results.<br><br>This exposé will be used as basis for the discussion within the oral group examen of each team. |
| **Literatur** | see actual literature list in StudIP with recent published papers |

| 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** | • Introduction - Transport Processes in Chemical Engineering<br>• Molecular Heat- and Mass Transfer: Applications of Fourier's and Fick's Law<br>• Convective Heat and Mass Transfer: Applications in Process Engineering<br>• Unsteady State Transport Processes: Cooling & Drying<br>• Transport at fluidic Interfaces: Two Film, Penetration, Surface Renewal<br>• Transport Laws & Balance Equations with turbulence, sinks and sources<br>• Experimental Determination of Transport Coefficients<br>• Design and Scale Up of Reactors for Heat- and Mass Transfer<br>• Reactive Mass Transfer<br>• Processes with Phase Changes – Evaporization and Condensation<br>• Radiative Heat Transfer - Fundamentals<br>• Radiative Heat Transfer - Solar Energy |
| **Literatur** | 1. Baehr, Stephan: Heat and Mass Transfer, Wiley 2002.<br>2. Bird, Stewart, Lightfood: Transport Phenomena, Springer, 2000.<br>3. John H. Lienhard: A Heat Transfer Textbook, Phlogiston Press, Cambridge Massachusetts, 2008.<br>4. Myers: Analytical Methods in Conduction Heat Transfer, McGraw-Hill, 1971.<br>5. Incropera, De Witt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Wiley, 2002.<br>6. Beek, Muttzall: Transport Phenomena, Wiley, 1983.<br>7. Crank: The Mathematics of Diffusion, Oxford, 1995.<br>8. Madhusudana: Thermal Contact Conductance, Springer, 1996.<br>9. Treybal: Mass-Transfer-Operation, McGraw-Hill, 1987. |

## Modul M0542: Strömungsmechanik in der Verfahrenstechnik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Anwendungen der Strömungsmechanik in der VT (L0106) | Hörsaalübung | 2 | 2 |
| Strömungsmechanik II (L0001) | Vorlesung | 2 | 4 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Michael Schlüter |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | • Mathematik I-III<br>• Grundlagen der Strömungsmechanik<br>• Technische Thermodynamik I-II<br>• Wärme- und Stoffübertragung |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Studierende können verschiedene Anwendungen der Strömungsmechanik in den Vertiefungsrichtungen Verfahrenstechnik, Bioverfahrenstechnik, Energie- und Umwelttechnik und Regenerative Energien beschreiben. Sie können die Grundlagen der Strömungsmechanik den verschiedenen Anwendungen zuordnen und für konkrete Berechnungen abwandeln. Die Studierenden können einschätzen, welche strömungsmechanischen Probleme mit analytischen Lösungen berechnet werden können und welche alternativen Möglichkeiten (z.B. Selbstähnlichkeit am Beispiel des Freistrahls, empirische Lösungen am Beispiel der Forchheimer Gleichung, numerische Methoden am Beispiel der Large Eddy Simulation) zur Verfügung stehen. |
| *Fertigkeiten* | Studierende sind in der Lage, die Grundlagen der Strömungsmechanik auf technische Prozesse anzuwenden. Insbesondere können sie Impuls- und Massenbilanzen aufstellen, um damit technische Prozesse hydrodynamisch zu optimieren. Sie sind in der Lage, einen verbal geschilderten Zusammenhang in einen abstrakten Formalismus umzusetzen. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden können die vorgegebene Aufgabenstellungen in Kleingruppen diskutieren und einen gemeinsamen Lösungsweg erarbeiten. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind in der Lage, eigenständig Aufgaben für strömungsmechanische Problemstellungen zu definieren und sich das zur Lösung dieser Aufgaben notwendige Wissen, aufbauend auf dem vermittelten Wissen, selbst zu erarbeiten. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 180 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht |

| Lehrveranstaltung L0106: Anwendungen der Strömungsmechanik in der VT | |
|---|---|
| **Typ** | Hörsaalübung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Michael Schlüter |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Die Hörsaalübung dient zur Überführung der stark theoretischen Lehrinhalte aus der Vorlesung auf die praktische Anwendung bei der Berechnung der Hausaufgaben. Hierfür werden exemplarische Beispielaufgaben an der Tafel vorgerechnet die aufzeigen, wie das theoriebasierte Wissen zur Lösung einer konkreten Verfahrenstechnischen Fragestellung genutzt werden kann. |
| **Literatur** | 1. Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.<br>2. Brauer, H.; Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktion. Frankfurt: Sauerländer 1972.<br>3. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009.<br>4. Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.<br>5. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley & Sons, 1994.<br>6. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006.<br>7. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008.<br>8. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007<br>9. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009.<br>10. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007.<br>11. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.<br>12. Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006.<br>13. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882.<br>14. White, F.: Fluid Mechanics, Mcgraw-Hill, ISBN-10: 0071311211, ISBN-13: 978-0071311212, 2011. |

| Lehrveranstaltung L0001: Strömungsmechanik II | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 4 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Michael Schlüter |
| **Sprachen** | DE |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Differenzialgleichungen zum Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch<br>• Beispiele für Vereinfachungen der Navier-Stokes Gleichungen<br>• Instationärer Impulsaustausch<br>• Freie Scherschichten, Turbulenz und Freistrahl<br>• Partikelumströmungen – Feststoffverfahrenstechnik<br>• Kopplung Impuls- und Wärmetransport - Thermische VT<br>• Kopplung Impuls- und Wärmetransport - Thermische VT<br>• Rheologie – Bioverfahrenstechnik<br>• Kopplung Impuls- und Stofftransport – Reaktives Mischen, Chemische VT<br>• Strömung in porösen Medien – heterogene Katalyse<br>• Pumpen und Turbinen - Energie- und Umwelttechnik<br>• Wind- und Wellenkraftanlagen - Regenerative Energien<br>• Einführung in die numerische Strömungssimulation |
| **Literatur** | 1. Brauer, H.: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen. Verlag Sauerländer, Aarau, Frankfurt (M), 1971.<br>2. Brauer, H.; Mewes, D.: Stoffaustausch einschließlich chemischer Reaktion. Frankfurt: Sauerländer 1972.<br>3. Crowe, C. T.: Engineering fluid mechanics. Wiley, New York, 2009.<br>4. Durst, F.: Strömungsmechanik: Einführung in die Theorie der Strömungen von Fluiden. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.<br>5. Fox, R.W.; et al.: Introduction to Fluid Mechanics. J. Wiley & Sons, 1994.<br>6. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Eine Einführung in die Physik und die mathematische Modellierung von Strömungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006.<br>7. Herwig, H.: Strömungsmechanik: Einführung in die Physik von technischen Strömungen: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008.<br>8. Kuhlmann, H.C.: Strömungsmechanik. München, Pearson Studium, 2007<br>9. Oertl, H.: Strömungsmechanik: Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele. Vieweg+ Teubner / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009.<br>10. Schade, H.; Kunz, E.: Strömungslehre. Verlag de Gruyter, Berlin, New York, 2007.<br>11. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik 1: Grundlagen und elementare Strömungsvorgänge dichtebeständiger Fluide. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.<br>12. Schlichting, H. : Grenzschicht-Theorie. Springer-Verlag, Berlin, 2006.<br>13. van Dyke, M.: An Album of Fluid Motion. The Parabolic Press, Stanford California, 1882. |

## Modul M1334: BIO II: Biomaterials

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Biomaterials (L0593) | Vorlesung | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Michael Morlock |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | None |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Basic knowledge of orthopedic and surgical techniques is recommended. |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | The students can describe the materials of the human body and the materials being used in medical engineering, and their fields of use. |
| *Fertigkeiten* | The students can explain the advantages and disadvantages of different kinds of biomaterials. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | The students are able to discuss issues related to materials being present or being used for replacements with student mates and the teachers. |
| *Selbstständigkeit* | The students are able to acquire information on their own. They can also judge the information with respect to its credibility. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Leistungspunkte** | 3 |
| **Studienleistung** | Keine |
| **Prüfung** | Klausur |
| **Prüfungsdauer und -umfang** | 90 min |
| **Zuordnung zu folgenden Curricula** | Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht<br>Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht<br>Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht |

| Lehrveranstaltung L0593: Biomaterials | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Michael Morlock, Prof. Kaline Pagnan Furlan, Prof. Shan Shi |
| **Sprachen** | EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Topics to be covered include:<br>1. Introduction (Importance, nomenclature, relations)<br>2. Biological materials<br>2.1 Basics (components, testing methods)<br>2.2 Bone (composition, development, properties, influencing factors)<br>2.3 Cartilage (composition, development, structure, properties, influencing factors)<br>2.4 Fluids (blood, synovial fluid)<br>3 Biological structures<br>3.1 Menisci of the knee joint<br>3.2 Intervertebral discs<br>3.3 Teeth<br>3.4 Ligaments<br>3.5 Tendons<br>3.6 Skin<br>3.7 Nervs<br>3.8 Muscles<br>4. Replacement materials<br>4.1 Basics (history, requirements, norms)<br>4.2 Steel (alloys, properties, reaction of the body)<br>4.3 Titan (alloys, properties, reaction of the body)<br>4.4 Ceramics and glas (properties, reaction of the body)<br>4.5 Plastics (properties of PMMA, HDPE, PET, reaction of the body)<br>4.6 Natural replacement materials<br>Knowledge of composition, structure, properties, function and changes/adaptations of biological and technical materials (which are used for replacements in-vivo). Acquisition of basics for theses work in the area of biomechanics. |
| **Literatur** | Hastings G and Ducheyne P.: Natural and living biomaterials. Boca Raton: CRC Press, 1984.<br>Williams D.: Definitions in biomaterials. Oxford: Elsevier, 1987.<br>Hastings G.: Mechanical properties of biomaterials: proceedings held at Keele University, September 1978. New York: Wiley, 1998.<br>Black J.: Orthopaedic biomaterials in research and practice. New York: Churchill Livingstone, 1988.<br>Park J. Biomaterials: an introduction. New York: Plenum Press, 1980.<br>Wintermantel, E. und Ha, S.-W : Biokompatible Werkstoffe und Bauweisen. Berlin, Springer, 1996. |

## Modul M0519: Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik

**Lehrveranstaltungen**

| Titel | Typ | SWS | LP |
|---|---|---|---|
| Partikeltechnologie II (L0051) | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung | 1 | 1 |
| Partikeltechnologie II (L0050) | Vorlesung | 2 | 2 |
| Praktikum Partikeltechnologie II (L0430) | Laborpraktikum | 3 | 3 |

| | |
|---|---|
| **Modulverantwortlicher** | Prof. Stefan Heinrich |
| **Zulassungsvoraussetzungen** | Keine |
| **Empfohlene Vorkenntnisse** | Grundkenntnisse der Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik, Kenntnis der grundlegenden Verfahren |
| **Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse** | Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht |
| **Fachkompetenz** | |
| *Wissen* | Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, basierend auf der Kenntnis der Mikroprozesse auf Partikelebene die Prozesse der Feststoffverfahrenstechnik sehr detailliert zu beschreiben und zu erläutern. |
| *Fertigkeiten* | Die Studenten sind in der Lage, die notwendigen Verfahren und Apparate zur gezielten Prozessierung von Feststoffen in Abhängigkeit von den spezifischen Partikeleigenschaften auszuwählen, zu modifizieren und zu modellieren |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die Studierenden sind in der Lage Aufgaben im Bereich der Feststoffverfahrenstechnik in kleinen Gruppen zu bearbeiten und die gesammelten Ergebnisse anschließend mündlichen zu präsentieren. Die Studierenden sind befähigt, fachliches Wissen mit wissenschaftlichen Kollegen zu diskutieren. |
| *Selbstständigkeit* | Studierende sind dazu in der Lage Fragestellungen in der Partikeltechnologie selbstständig und in kleinen Gruppen zu analysieren und zu lösen. |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84 |
| **Leistungspunkte** | 6 |
| **Studienleistung** | Verpflichtend: Ja; Bonus: Keiner; Art der Studienleistung: Schriftliche Ausarbeitung; Beschreibung: fünf 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<br>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht<br>Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht<br>Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht |

### Lehrveranstaltung L0051: Partikeltechnologie II

| | |
|---|---|
| **Typ** | Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung |
| **SWS** | 1 |
| **LP** | 1 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14 |
| **Dozenten** | Prof. Stefan Heinrich |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | Siehe korrespondierende Vorlesung |
| **Literatur** | Siehe korrespondierende Vorlesung |

| Lehrveranstaltung L0050: Partikeltechnologie II | |
|---|---|
| **Typ** | Vorlesung |
| **SWS** | 2 |
| **LP** | 2 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28 |
| **Dozenten** | Prof. Stefan Heinrich |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Übung in Form von "Project based Learning": selbstständiges Lösen von Problemstellungen der Feststoffverfahrenstechnik<br>• Kontaktkräfte, interpartikuläre Kräfte<br>• vertiefte Behandlung von Kornzerkleinerung<br>• CFD Methoden zur Beschreibung von Fluid/Feststoffströmungen, Euler/Euler-Methode, Discrete Particle Modeling<br>• Behandlung von Problemen mit verteilten Stoffeigenschaften, Lösung von Populationsbilanzen<br>• Fließschemasimulation von Feststoffprozessen |
| **Literatur** | Schubert, H.; Heidenreich, E.; Liepe, F.; Neeße, T.: Mechanische Verfahrenstechnik. Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990.<br><br>Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik I und II. Springer Verlag, Berlin, 1992. |

| Lehrveranstaltung L0430: Praktikum Partikeltechnologie II | |
|---|---|
| **Typ** | Laborpraktikum |
| **SWS** | 3 |
| **LP** | 3 |
| **Arbeitsaufwand in Stunden** | Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42 |
| **Dozenten** | Prof. Stefan Heinrich |
| **Sprachen** | DE/EN |
| **Zeitraum** | WiSe |
| **Inhalt** | • Fluidisation<br>• Agglomeration<br>• Granulation<br>• Trocknung<br>• Bestimmung der mechanische Eigenschaften von Agglomeraten |
| **Literatur** | Schubert, H.; Heidenreich, E.; Liepe, F.; Neeße, T.: Mechanische Verfahrenstechnik. Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990.<br><br>Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik I und II. Springer Verlag, Berlin, 1992. |

# 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** | |
| *Wissen* | Die dual Studierenden ...<br>• ... setzen das Spezialwissen (Fakten, Theorien und Methoden) ihres Studienfaches und das erworbene berufliche Wissen sicher zur Bearbeitung fachlicher und berufspraktischer Fragestellungen ein.<br>• ... können in einem oder mehreren Spezialbereichen ihres Faches die relevanten Ansätze und Terminologien in der Tiefe erklären, aktuelle Entwicklungen beschreiben und kritisch Stellung beziehen.<br>• ... formulieren für eine berufliche Fragestellung eine eigene Forschungsaufgabe und verorten diese in ihrem Fachgebiet. Sie erheben den aktuellen Forschungsstand und schätzen diesen kritisch ein. |
| *Fertigkeiten* | Die dual Studierenden ...<br>• ... sind in der Lage, für die jeweilige fachlich-berufspraktische Problemstellung geeignete Methoden auszuwählen, anzuwenden und nach Bedarf weiterzuentwickeln.<br>• ... 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.<br>• ... erarbeiten sich in ihrem Fachgebiet neue wissenschaftliche Erkenntnisse und beurteilen diese kritisch. |
| **Personale Kompetenzen** | |
| *Sozialkompetenz* | Die dual Studierenden ...<br>• ... 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.<br>• ... antworten in einer Fachdiskussion Fragen fachkundig und zugleich adressatengerecht. Eigene Standpunkte und Einschätzungen vertreten sie dabei überzeugend. |
| *Selbstständigkeit* | Die dual Studierenden ...<br>• ... sind in der Lage, ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren, auf wissenschaftlichem Niveau abzuarbeiten und hinsichtlich umsetzbarer Handlungsoptionen für die Berufspraxis zu reflektieren.<br>• ... arbeiten sich in ein teilweise unbekanntes Arbeitsgebiet des Studienfachs vertieft ein und erschließen sich die dafür benötigten Informationen.<br>• ... 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<br>Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Chemical and Bioprocess Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Data Science: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Energietechnik: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Environmental Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Flugzeug-Systemtechnik: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Information and Communication Systems: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Luftfahrttechnik: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Materials Science and Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Medizingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht |

| | |
|---|---|
| | Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht<br>Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht |