



Beuth Hochschule für Technik Berlin

Master-Studiengang

**Maschinenbau – Konstruktionstechnik (MK-M)**

**Modulhandbuch**

Stand: 19.12.2013

Ansprechpartner/in für das Modulhandbuch:

Dekan/Dekanin FB VIII

Tel.: 4504-2223

[d8@beuth-hochschule.de](mailto:d8@beuth-hochschule.de)

## Inhaltsverzeichnis:

| Modulnummer | Modulname  | Koordinator/in           |
|-------------|--|--------------------------|
| M01         | <a href="#">Höhere Festigkeitslehre und Betriebsfestigkeit</a>                             | Dr. Villwock/Dr. Bode    |
| M02         | <a href="#">Produktvalidierung und Fertigungseinführung</a>                                | Dr. Kampf                |
| M03         | <a href="#">Reverse Engineering</a>  | Dr. Schmidt-Kretschmer   |
| M04         | <a href="#">Leichtbauwerkstoffe und Leichtbauentwurf</a>                                   | Dr. Faust/Dr. Hornig     |
| M05         | <a href="#">Schadensanalytik und Bruchmechanik</a>   | Dr. Kühne/Dr. Schnitzer  |
| M06         | <a href="#">Studium Generale I</a>   | Dekan/Dekanin FB I       |
| M07         | <a href="#">Studium Generale II</a>  | Dekan/Dekanin FB I       |
| M08         | <a href="#">Numerik und Optimierung</a>  | Dekan/Dekanin FB II      |
| M09         | <a href="#">Systematische Innovation und erfinderische Problemlösung mit TRIZ Methodik</a> | Dr. Schmidt-Kretschmer   |
| M10         | <a href="#">Angewandte Maschinendynamik der Mehrkörpersysteme (MKS)</a>                    | Dr. Schlenzka/Dr. Hornig |
| M11         | <a href="#">Computational Fluid Dynamics (CFD)</a>   | Dr. Bartsch              |
| M12         | <a href="#">Abschlussprüfung</a>   | Dr. Villwock             |
| M12.1       | Masterarbeit   |                          |
| M12.2       | Kolloquium Masterarbeit  |                          |
|             | Wahlpflichtmodule  |                          |
| WP01        | <a href="#">Förderanlagen, Aufbau und Steuerung</a>  | Dr. Schlenzka/Dr. Lee    |
| WP02        | <a href="#">Explizite Finite Elemente Methode</a>  | Dr. Kleinschrodt         |
| WP03        | <a href="#">Energiewirtschaft, Vertiefung</a>  | Dr. Kohlenbach           |
| WP04        | <a href="#">Ausgewählte Kapitel der Umweltverfahrenstechnik</a>                            | Dr. Bungert              |
| WP05        | <a href="#">Beanspruchungsanalyse (Projekt)</a>  | Dr. Schlenzka            |
| WP06        | <a href="#">Lösung Technischer Problemstellungen aus der Praxis (Projekt)</a>              | Dr. Schmidt-Kretschmer   |
| WP07        | <a href="#">Labor Projekt Erneuerbare Energien und Verfahrenstechnik</a>                   | Dr. Kohlenbach           |
| WP08        | <a href="#">Ausgewählte Kapitel der Prozessverfahrenstechnik</a>                           | Dr. Dombrowski           |

### Hinweis:

Die in den folgenden Modulbeschreibungen anhand der Credits (Cr) ausgewiesene Workload umfasst neben dem Anteil der Präsenzzeit auch den Anteil für das Selbststudium. Dabei entspricht 1 Credit einer Workload von 30 Zeitstunden pro Semester. Die Zeit für das Selbststudium eines Moduls ergibt sich daher aus der Workload des Moduls abzüglich der in der jeweiligen Modulbeschreibung ausgewiesenen wöchentlichen Präsenzzeit multipliziert mit der Anzahl an Vorlesungswochen.

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | M01   |
| Titel                    | Höhere Festigkeitslehre und Betriebsfestigkeit<br>Advanced Strength of Materials and Fatigue Strength   |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS: 2 SWS SU Höhere Festigkeitslehre +<br>2 SWS SU Betriebsfestigkeit  |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Höhere Festigkeitslehre:<br>Die Studierenden können Spannungen und Verformungen in Festkörpern auch für komplexere Bauteile und Belastungen bestimmen und sind dadurch befähigt, Modelle für numerisch Näherungsverfahren korrekt aufzusetzen und die Ergebnisse auszuwerten.<br><br>Betriebsfestigkeit:<br>Die Studierenden kennen die verschiedenen Nachweiskonzepte der Betriebsfestigkeit. Sie können Lebensdauerabschätzungen nach dem Nennspannungskonzept unter Verwendung verschiedener Modifikationen der Miner-Regel eigenständig durchführen. Zudem können sie die Zuverlässigkeit der Prognose bei bekannten Randbedingungen bewerten.  |
| Voraussetzungen          | Keine   |
| Niveaustufe              | 1. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Höhere Festigkeitslehre: Seminaristischer Unterricht (2 SWS)<br>Betriebsfestigkeit: Seminaristischer Unterricht (2 SWS)   |
| Status                   | Pflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Wintersemester  |
| Prüfungsform             | Höhere Festigkeitslehre: Klausur (50%)<br>Betriebsfestigkeit: Klausur (50%)<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegfrist für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.  |
| Ermittlung der Modulnote | SU: 50% Höhere Festigkeitslehre (Klausurnote)<br>SU: 50% Betriebsfestigkeit (Klausurnote)   |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.  |
| Inhalte                  | Höhere Festigkeitslehre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Math. Hilfsmittel (Vektoren, Tensoren, Felder )</li> <li>• Energieprinzipien</li> <li>• Flächentragwerke (Scheiben, Platten)</li> <li>• Nichtklassisches Materialverhalten (Plastizität, Rheologie)....</li> </ul> Betriebsfestigkeit: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen experimenteller Verfahren: Wöhlerversuch, Zeit- und Dauerfestigkeit, Lebensdauerlinie (Gaßner-Linie)</li> <li>• Analyse von Betriebsbeanspruchungen: Beanspruchungs-Zeit-Verläufe, Zähl- und Klassierverfahren, Kollektive, statistische Betrachtungen</li> <li>• Grundlagen rechnerischer Verfahren: Nachweiskonzepte der Betriebsfestigkeit, Schädigungshypothesen, Lebensdauerberechnung</li> </ul>           |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gross/Hauger/Schnell/Wriggers: Technische Mechanik 4, Springer</li> <li>• Altenbach/Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Teubner</li> <li>• Bowen: Introduction to Continuum Mechanics for Engineers, Plenum Press</li> <li>• Eringen: Mechanics of Continua, John Wiley</li> <li>• Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer</li> <li>• Ziegler: Mechanics of Solids and Fluids, Springer</li> <li>• Haibach: Betriebsfestigkeit, Springer-Verlag</li> <li>• Radaj: Ermüdungsfestigkeit, Springer-Verlag</li> <li>• Gudehus, Zenner: Leitfaden für eine Betriebsfestigkeitsrechnung, Verlag Stahleisen</li> <li>• FKM-Richtlinie: Rechn. Festigkeitsnachweis von Maschinenbauteilen, VDMA</li> </ul> |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.  |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | M02   |
| Titel                    | Produktvalidierung und Fertigungseinführung<br>Product Validation and Production Launch   |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS SU  |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden sind in der Lage, die relevanten Aspekte der Produktvalidierung in der laufenden Entwicklung und Konstruktion bis zum internen und externen Nachweis der Marktreife zu berücksichtigen und umzusetzen. Sie verfügen über die Kompetenz, eine zum Nachweis der Produkttauglichkeit bis hin zur Marktzulassung geeignete Versuchsführung zu definieren und zu verfolgen und die gewonnenen Erkenntnisse für die weitere Entwicklung zu nutzen. Sie haben vertiefen Schnittstellenkompetenzen zur Produktion.   |
| Voraussetzungen          | Keine   |
| Niveaustufe              | 1. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht / Projektarbeit   |
| Status                   | Pflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Wintersemester  |
| Prüfungsform             | Schriftliche oder mündliche Prüfung und /oder Ergebnisse von Projektarbeiten.<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegfrist für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.  |
| Ermittlung der Modulnote | SU: 100%  |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.  |
| Inhalte                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüf- und versuchsgerechte Gestaltung</li> <li>• Versuchsstrategie: Grundlagenversuche, Nachweis der Produktspezifikation, Anwendungstests, Feldversuche, Pilotkunden</li> <li>• Versuchsfeld: Versuchsauftrag, Versuchsbedingungen, Versuchsaufbau, Prüf-linge, Dokumentation</li> <li>• Versuchsführung: Versuchsziele und -parameter, Versuchsaufbau, -durchführung, -beobachtung, -auswertung, Dokumentation, Interpretation der Ergebnisse.</li> <li>• Marktzulassung: Abnahmeprüfung, Konformitätserklärung, Risikobewertung, Homologation, produktbegleitende Dokumentation.</li> <li>• Unterstützung der Fertigungseinführung: Betriebsmittelkonstruktion, Vor-Serie, 0-Serie, Serienfertigung, spezifische Aspekte der Qualitätssicherung, Schadensfälle</li> </ul> |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Danzer, H.H.: Qualitätsmanagement im Verdrängungswettbewerb, TAW-Verlag Wuppertal</li> </ul>   |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.<br>Empfehlung: Kenntnisse über Qualitätsmanagement, Statistik und Industrielle Messtechnik.  |

| Datenfeld                | Erklärung  |
|--------------------------|--|
| Modulnummer              | M03  |
| Titel                    | Reverse Engineering<br>Reverse Engineering   |
| Credits                  | 5 Cr   |
| Präsenzzeit              | 4 SWS (2 SWS SU + 2 SWS Ü)   |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung   |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden haben eine ganzheitliche Sichtweise zur Produktentwicklung unter besonderer Berücksichtigung eines starken Praxisbezugs. Die Studierenden können nach der Vorgehensweise des Reverse Engineerings und auch nach aktuellen Erkenntnissen der Konstruktionsforschung, existierende technische Produkte gezielt verbessern. Die Studierenden können die erforderlichen Analyse- und Synthesemethoden eigenständig anwenden und direkt an ausgewählten Produkten (Konsumgüter, Massenprodukte) erproben.<br>Die Veranstaltung vermittelt überwiegend: Fachkompetenz 20% Methodenkompetenz 30% Systemkompetenz 30% Sozialkompetenz 20%.  |
| Voraussetzungen          | Keine  |
| Niveaustufe              | 1. Studienplansemester   |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht + Teamarbeit   |
| Status                   | Pflichtmodul   |
| Häufigkeit des Angebotes | Wintersemester   |
| Prüfungsform             | Klausur und / oder Haus- bzw. Projektarbeiten<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegzeit für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.  |
| Ermittlung der Modulnote | SU: 100% (Klausurnote)<br>Ü: Undifferenziert (m.E. / o.E.)   |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.   |
| Inhalte                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentierte Produktdemontage</li> <li>• Ableiten Anforderungen aus einem bestehenden Produkt</li> <li>• Funktionen, Komponenten- und Systemanalyse</li> <li>• Definieren der Subsysteme und des funktionalen Zusammenhangs</li> <li>• Ausarbeiten von physikalischen und mathematischen Modellen</li> <li>• Systematische Materialauswahl nach den Anforderungen des Produktionsprozesses</li> <li>• Imitation vs. Innovation</li> <li>• Patentumgehungsstrategien</li> <li>• Erarbeiten von konstruktiven Alternativen</li> </ul>  |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre. 4. Aufl., Springer 1997.</li> <li>• Hales, C.; Gooch, S.: Managing Engineering Design. Springer 2004.</li> <li>• Cross, N.: Engineering Design methods. Wiley &amp; Sons Ltd. 2003.</li> <li>• Otto, K.; Wood, K.: Product Design – Techniques in Reverse Engineering and New Product Development, Prentice Hall 2001.</li> <li>• Ulrich, K.; Eppinger, S.: Product design and development, McGraw-Hill 2000.</li> <li>• Pannenbäcker, T.: Methodisches Erfinden im Unternehmen, Gabler 2001. Doppel – Taschenbuch für den Maschinenbau, Springer 2005.</li> </ul> |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch oder Englisch angeboten.<br>Empfehlung: Grundkenntnisse methodisches Konstruieren.   |

| Datenfeld                | Erklärung  |
|--------------------------|--|
| Modulnummer              | M04  |
| Titel                    | Leichtbauwerkstoffe und Leichtbauentwurf<br>Lightweight Materials and Lightweight Design   |
| Credits                  | 5 Cr   |
| Präsenzzeit              | 4 SWS: 1 SWS SU Leichtbauwerkstoffe +<br>1 SWS Ü Leichtbauwerkstoffe +<br>2 SWS SU Leichtbauentwurf  |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung   |
| Lernziele / Kompetenzen  | Leichtbauwerkstoffe:<br>Die Studierenden besitzen Kenntnisse über Struktur, Herstellung, Prüfung und Einsatzgebiete von Leichtbau-Werkstoffen.<br>Leichtbauentwurf:<br>Die Studierenden können Leichtbaustrukturen hinsichtlich ihrer Funktion analysieren und entsprechend der Festigkeits- und Stabilitätskriterien ausgelegen.  |
| Voraussetzungen          | Keine  |
| Niveaustufe              | 1. Studienplansemester   |
| Lernform                 | Leichtbauwerkstoffe: Seminaristischer Unterricht und Übung<br>Leichtbauentwurf: Seminaristischer Unterricht  |
| Status                   | Pflichtmodul   |
| Häufigkeit des Angebotes | Wintersemester   |
| Prüfungsform             | Leichtbauwerkstoffe:<br>Klausur, Voraussetzung Anwesenheit bei allen Übungen<br>Leichtbauentwurf:<br>Klausur (100%), alternativ 75% Klausur – 25% Übungsaufgaben<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegzeit für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.   |
| Ermittlung der Modulnote | Leichtbauwerkstoffe SU: 50% (Klausurnote)<br>Leichtbauwerkstoffe Ü: Undifferenziert (m.E. / o.E.)<br>Leichtbauentwurf SU: 50% (Klausurnote)<br>Beide Teile müssen jeweils mit mindestens ausreichend bestanden sein, damit die Gesamtnote wirksam wird.  |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.   |
| Inhalte                  | Leichtbauwerkstoffe:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Struktur der Werkstoffe, Eigenschaften, Verarbeitung, Einsatz und Prüfung von metallischen, keramischen, polymeren und Verbundwerkstoffen</li> </ul> Leichtbauentwurf:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Scheibentragwerke, Steifigkeiten der isotropen Scheibe, Lasteinleitungsprobleme in Scheibenstrukturen, Halbkontinuierliche Modelle von Scheiben mit Gurt, Anwendung z.B. auf Klebeverbindungen</li> <li>Einführung in die klassische Laminat – Theorie, Spannungs- und Festigkeitsanalyse,</li> <li>Plattentragwerke, Plattensteifigkeiten, Durchbiegung von Platten und Schalen, Stabilitätsprobleme</li> <li>Sandwichstrukturen</li> <li>Anwendungen z.B. Entwurf von Kastenstrukturen oder Schubwänden</li> </ul> |
| Literatur                | Leichtbauwerkstoffe:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Ehrenstein G.W., Faserverbund-Kunststoffe, Carl Hanser Verlag, München</li> <li>Neitzel M. und U. Breuer, Verarbeitungstechnik der Faser-Kunststoff-Verbunde, Carl Hanser Verlag, München</li> <li>Carlsson L.A. und R.B. Pipes; Hochleistungsfaserverbundwerkstoffe, Teubner Studienbücher, Stuttgart</li> <li>Michaeli W., Huybrechts D. und Wegener M., Dimensionieren mit Faserverbundkunststoffen, Carl Hanser Verlag, München</li> </ul>  |

|                  |   |
|------------------|---|
|                  | Leichtbauentwurf: <ul style="list-style-type: none"><li>• Schürmann H. , Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden, Springer</li><li>• Wiedemann J. , Leichtbau – Elemente und Konstruktion, Springer</li><li>• Klein B. , Leichtbau – Konstruktion, Vieweg+Teubner</li></ul> |
| Weitere Hinweise | Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten   |

| Datenfeld                | Erklärung  |
|--------------------------|--|
| Modulnummer              | M05  |
| Titel                    | Schadensanalytik und Bruchmechanik<br>Failure Analysis and Fracture Mechanics  |
| Credits                  | 5 Cr   |
| Präsenzzeit              | 4 SWS SU: 2 SWS SU Schadensanalytik +<br>2 SWS SU Bruchmechanik  |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung   |
| Lernziele / Kompetenzen  | Schadensanalytik:<br>Die Studierenden besitzen Kenntnisse über Schadensmechanismen, Schäden und Schadensverhütung an Werkstoffen und Bauteilen sowie zur Schadensmethodik.<br>Bruchmechanik:<br>Die Studierenden besitzen Kenntnisse über die Beanspruchung des Werkstoffs rissgeschädigter Bauteile, die bruchmechanischen Werkstoffeigenschaften, die Rissausbreitungsphänomene und ihre experimentelle Untersuchung, die Analyse der Grenzen der Bauteilbeanspruchung und den bruchmechanischen Sicherheitsnachweis.  |
| Voraussetzungen          | Keine  |
| Niveaustufe              | 1. Studienplansemester   |
| Lernform                 | Schadensanalytik: Seminaristischer Unterricht<br>Bruchmechanik: Seminaristischer Unterricht  |
| Status                   | Pflichtmodul   |
| Häufigkeit des Angebotes | nur Wintersemester   |
| Prüfungsform             | Schadensanalytik: Klausur<br>Bruchmechanik: Klausur  |
| Ermittlung der Modulnote | Schadensanalytik SU: 50% (Klausurnote)<br>Bruchmechanik SU: 50% (Klausurnote)<br>Beide Teile müssen jeweils mit mindestens ausreichend bestanden sein, damit die Gesamtnote wirksam wird.  |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.   |
| Inhalte                  | Schadensanalytik: <ul style="list-style-type: none"> <li>Schadensübersicht, Fraktografie, Schadensmechanismen, Schadensuntersuchung, Schadensverursachende Einflüsse, ausgewählte Schadensbeispiele</li> </ul> Bruchmechanik: <ul style="list-style-type: none"> <li>Versagenszustände rissgeschädigter Konstruktionen</li> <li>Grundbegriffe der Bruchmechanik</li> <li>Voraussetzungen für die Anwendung der linear-elastischen Bruchmechanik</li> <li>Rissartige Schäden in der ingenieurtechnischen Praxis</li> <li>Beanspruchung des Werkstoffs rissgeschädigter Bauteile</li> <li>Spannungsintensitätsfaktoren</li> <li>Rissausbreitungsphänomene und ihre experimentelle Untersuchung</li> <li>Analyse der Grenzen der Bauteilbeanspruchung</li> <li>Bruchmechanischer Sicherheitsnachweis</li> <li>Beispiele bruchmechanischer Analysen</li> </ul> |
| Literatur                | Schadensanalytik: <ul style="list-style-type: none"> <li>Allianzhandbücher</li> <li>Broichhausen: Handbuch der Schadenskunde,</li> <li>Schmitt-Thomas: Integrierte Schadensanalyse</li> </ul>  |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch oder Englisch angeboten  |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | M06   |
| Titel                    | Studium Generale I<br>General Studies I   |
| Credits                  | 2,5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 2 SWS SU oder 2 SWS Ü   |
| Lerngebiet               | Allgemeinwissenschaftliche Ergänzungen  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die fachübergreifenden Lehrinhalte dienen der interdisziplinären Erweiterung des Fachstudiums und dem Erkennen von Zusammenhängen zwischen Gesellschaft und ihren Teilsystemen.   |
| Voraussetzungen          | Keine (Ausnahmen können für die Fremdsprachen festgelegt werden)  |
| Niveaustufe              | 1. – 3. Studienplansemester   |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht, Übungen, Referate, Rollenspiele, Textarbeit, .....<br>je nach gewähltem Modul  |
| Status                   | Wahlpflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Jedes Semester  |
| Prüfungsform             | Die Prüfungsform der Teilleistungen wird in der Beschreibung der Lehrveranstaltungen festgelegt bzw. von den Lehrenden innerhalb der Belegzeit nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.  |
| Ermittlung der Modulnote | 100 %   |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.  |
| Inhalte                  | In den ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen sind dazu Lerninhalte aus den Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Politik- und Sozialwissenschaften</li> <li>• Geisteswissenschaften</li> <li>• Wirtschafts-, Rechts- und Arbeitswissenschaften</li> <li>• Fremdsprachen</li> </ul> zu berücksichtigen.<br>In den wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen sind jeweils Lerninhalte aus den Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Politik- und Sozialwissenschaften</li> <li>• Geisteswissenschaften</li> <li>• Natur- und Ingenieurwissenschaften</li> <li>• Fremdsprachen</li> </ul> zu berücksichtigen. |
| Literatur                | Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben   |
| Weitere Hinweise         | Die Auswahl der Lehrveranstaltungen dieses Moduls obliegt der Eigenverantwortung der Studierenden. Die Auswahl der Lehrveranstaltungen müssen die Studierenden aus den für ihren Studiengang zugelassenen Bereichen treffen (siehe Inhalt).   |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | M07   |
| Titel                    | Studium Generale II<br>General Studies II   |
| Credits                  | 2,5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 2 SWS SU oder 2 SWS Ü   |
| Lerngebiet               | Allgemeinwissenschaftliche Ergänzungen  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die fachübergreifenden Lehrinhalte dienen der interdisziplinären Erweiterung des Fachstudiums und dem Erkennen von Zusammenhängen zwischen Gesellschaft und ihren Teilsystemen.   |
| Voraussetzungen          | Keine (Ausnahmen können für die Fremdsprachen festgelegt werden)  |
| Niveaustufe              | 1. – 3. Studienplansemester   |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht, Übungen, Referate, Rollenspiele, Textarbeit, .....<br>je nach gewähltem Modul  |
| Status                   | Wahlpflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Jedes Semester  |
| Prüfungsform             | Die Prüfungsform der Teilleistungen wird in der Beschreibung der Lehrveranstaltungen festgelegt bzw. von den Lehrenden innerhalb der Belegzeit nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.  |
| Ermittlung der Modulnote | 100 %   |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.  |
| Inhalte                  | In den ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen sind dazu Lerninhalte aus den Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Politik- und Sozialwissenschaften</li> <li>• Geisteswissenschaften</li> <li>• Wirtschafts-, Rechts- und Arbeitswissenschaften</li> <li>• Fremdsprachen</li> </ul> zu berücksichtigen.<br>In den wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen sind jeweils Lerninhalte aus den Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Politik- und Sozialwissenschaften</li> <li>• Geisteswissenschaften</li> <li>• Natur- und Ingenieurwissenschaften</li> <li>• Fremdsprachen</li> </ul> zu berücksichtigen. |
| Literatur                | Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben   |
| Weitere Hinweise         | Die Auswahl der Lehrveranstaltungen dieses Moduls obliegt der Eigenverantwortung der Studierenden. Die Auswahl der Lehrveranstaltungen müssen die Studierenden aus den für ihren Studiengang zugelassenen Bereichen treffen (siehe Inhalt).   |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | M08   |
| Titel                    | Numerik und Optimierung<br>Numerical Mathematics and Optimization   |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS SU: 2 SWS SU Numerik +<br>2 SWS SU Optimierung  |
| Lerngebiet               | Mathematisch-naturwissenschaftliche Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden können technische Problemstellungen mit Hilfe numerischer Verfahren eigenständig formulieren und lösen. Sie besitzen Kenntnisse über Optimierungsverfahren zur Nutzung von Softwarepaketen.  |
| Voraussetzungen          | Keine   |
| Niveaustufe              | 2. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht   |
| Status                   | Pflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Sommersemester  |
| Prüfungsform             | Eine oder mehrere Klausuren und /oder Projektarbeit<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegzeit für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.   |
| Ermittlung der Modulnote | SU: 50% Numerik<br>SU: 50% Optimierung  |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.<br>Modul identischen Inhalts in den Master Studiengängen Maschinenbau Erneuerbare Energien, Maschinenbau Produktionssysteme und Verfahrenstechnik.   |
| Inhalte                  | Numerik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpolation und numerische Integration</li> <li>• Direkte und iterative Verfahren zur Lösung großer Gleichungssysteme</li> <li>• Nullstellensuche und Minimierungsverfahren</li> <li>• Allgemeines Matrizen Eigenwertproblem</li> <li>• RLS/LS-Verfahren</li> <li>• Diskretisierung gewöhnlicher DGL'n (Anfangswert- und Randwert-Probleme)</li> </ul> Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition von Optimierungsproblemen (Ziele, Variable, Restriktionen)</li> <li>• Lineare und nichtlineare Optimierungsprobleme</li> <li>• Optimierungsstrategien, Statistische Versuchsplanung (DOE)</li> <li>• Anwendungsbeispiele aus Maschinenbau und Verfahrenstechnik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wanddickenoptimierung</li> <li>• Gestaltoptimierung</li> <li>• Topologieoptimierung</li> <li>• Topographieoptimierung</li> </ul> </li> </ul> Übungen unter Verwendung von kommerziellen Optimierungstools |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bollhöfer/Mehrmann: Numerische Mathematik - eine projektorientierte Einführung, Vieweg</li> <li>• Schäfer: Numerik im Maschinenbau, Springer</li> <li>• Papalambros/Wilde: Principles of Optimal Design, Cambridge University Press</li> </ul>   |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.  |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | M09   |
| Titel                    | Systematische Innovation und erfinderische Problemlösung mit TRIZ-Methodik<br>Systematic Innovation and Inventive Problem Solving with TRIZ Methodology   |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS SU  |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden haben eine ganzheitliche Sichtweise über die Innovationstechniken der Theorie erfinderischer Problemlösung (TRIZ) unter besonderer Berücksichtigung eines starken Praxisbezugs. Sie besitzen das Wissen und die Fähigkeiten, eine kundenbedarf-orientierte neue Produktentwicklung einzuleiten sowie eine Prozessoptimierung oder technische Problemlösung durchzuführen. Die Studierenden können die erforderlichen Innovationstools für unterschiedliche Aufgabenstellungen eigenständig korrekt auswählen und an zahlreichen Fallbeispielen aus dem industriellen Umfeld anwenden. Sie sind in der Lage, systematisch Innovationsstrategien zu entwickeln und diese in neue Ideen und Produktkonzepte umzusetzen.<br><br>Die Veranstaltung vermittelt überwiegend: Fachkompetenz 30%, Methodenkompetenz 30%, Systemkompetenz 20%, Sozialkompetenz 20%.  |
| Voraussetzungen          | Keine   |
| Niveaustufe              | 2. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht und Projektarbeit   |
| Status                   | Pflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Sommersemester  |
| Prüfungsform             | Klausur und / oder Projekt / Projektpräsentation<br>Klausur 50% + Projekt / Projektpräsentation 50%<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegzeit für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.   |
| Ermittlung der Modulnote | SU: 100 %   |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.  |
| Inhalte                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der TRIZ-Methodik: Widerspruchsorientierung, Systemisches Denken, Prinzipien der Idealität und Ressourcennutzung, Entwicklungsmuster technischer Systeme. TRIZ-Einzelmethoden in Übersicht. Abgrenzung zu Kreativitätstechniken und methodischem Konstruieren.</li> <li>• Widerspruchsanalyse eines technischen Systems. Modellierung der Widersprüche mit Funktionsdiagrammen, Stoff-Feld-Analyse, Widerspruchsmatrix.</li> <li>• 40 Innovationsprinzipien zur Überwindung technischer Widersprüche und ihre Anwendung zur erfinderischen Problemlösung, Produktentwicklung, Prozessoptimierung, Kostensenkung.</li> <li>• Erfindungsalgorithmus ARIZ zur Lösung schwieriger Aufgabenstellungen. Physikalische Widersprüche und ihre Überwindung durch Separationsprinzipien.</li> <li>• Hilfswerkzeuge: Kataloge technologischer Effekte, Ressourcen-Checkliste, Checkliste zur Beseitigung schädlicher Wirkungen, Standardlösungen messtechnischer Aufgaben.</li> <li>• Prognose technischer Produktevolution mit den Entwicklungsmustern technischer Systeme. Evolutionscheckliste zur Vorhersage neuer Produktmerkmale.</li> <li>• Methode der Antizipierenden Fehlererkennung (AFE): Analyse seltener kritischer Fehler und Vorhersage möglicher Fehlerzenarien bei Neuentwicklungen.</li> <li>• Innovationsprozess in der frühen Phase der Produktentwicklung: Formulierung von Innovationsstrategien mit messbarem Markterfolg und deren Implementierung in einem neuen Produktkonzept. Methode zum Erfassen von bekannten und latenten Kundenanforderungen und deren Umsetzung in messbare Leistungsfaktoren (Kundennutzeffekte). Abgrenzung zu QFD, VOC und Lead User Methoden, Kano-Modell, Ansoff Produkt-Matrix. Innovationsstrategien für kontinuierliche Innovation und Durchbruchinnovation. Benchmarking zum Wettbewerb.</li> <li>• Computer-Aided Innovation. Überblick über die vorhandenen Softwaretools</li> </ul> |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altschuller G.S.: Erfinden – Wege zur Lösung technischer Probleme. Verlag Technik, Berlin 1998.</li> </ul>   |

|                  |  |
|------------------|--|
|                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Terninko J.: Zlotin B.: TRIZ - der Weg zum konkurrenzlosen Erfolgsprodukt. Moderne Industrie, 1998.</li><li>• Teufelsdorfer H. : Kreatives Entwickeln und innovatives Problemlösen mit TRIZ / TIPS. Einführung in die Methodik und ihre Verknüpfung mit QFD. Verlag Publis MCD, 1998.</li><li>• Herb R., Herb T.: TRIZ - Der systematische Weg zur Innovation. Werkzeuge, Praxisbeispiele, Schritt-für-Schritt-Anleitungen. Moderne Industrie, 2000.</li><li>• Pannenbäcker, T.: Methodisches Erfinden im Unternehmen, Gabler 2001.</li><li>• Livotov P., Petrov V.: Innovationstechnologie TRIZ. Produktentwicklung und Problemlösung. Handbuch. TriSolver, 2002.</li><li>• Koltze K., Souchkov V Systematische Innovation. TRIZ-Anwendung in der Produkt- und Prozessentwicklung. Hanser 2010.</li></ul> |
| Weitere Hinweise | Dieses Modul wird auf Deutsch oder Englisch angeboten.   |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | M10   |
| Titel                    | Angewandte Maschinendynamik der Mehrkörpersysteme (MKS)<br>Applied Dynamics of Machinery with Multiple Degrees of Freedom   |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS (2 SWS SU + 2 SWS Ü)  |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden können das dynamische Verhalten von Maschinen (speziell Antriebsstränge) hinsichtlich ihres Schwingungsverhaltens beurteilen, rechnerisch abbilden und gezielt optimieren.   |
| Voraussetzungen          | Keine   |
| Niveaustufe              | 2. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht mit integrierter experimenteller Übung  |
| Status                   | Pflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Sommersemester  |
| Prüfungsform             | SU: Klausur<br>Ü: Laborarbeit und -berichte gegebenenfalls mit Rücksprache  |
| Ermittlung der Modulnote | SU: 50% (Klausurnote)<br>Ü: 50% (Laborarbeit und -berichte gegebenenfalls mit Rücksprache)  |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts   |
| Inhalte                  | <p><u>Seminaristischer Unterricht:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulierung von Bewegungsgleichungen mit Energiemethoden</li> <li>• Formalisiertes Aufstellen von Bewegungsgleichungen</li> <li>• Elementmatrizen und Aufbau des Gesamtsystems</li> <li>• Elementmatrizen für Rotoren: Massenträgheitsmomente und Kinematik (z.B. Kardanwinkel)</li> <li>• Lösungsverfahren im Zeit und Frequenzbereich, Beispiele</li> <li>• Schwingungen von Wellen mit kontinuierlicher Masseverteilung</li> <li>• Abschätzen von Eigenfrequenzen mit dem Rayleigh-Quotient</li> <li>• Einführung Stabilität und nichtlineare Schwingung</li> </ul> <p><u>Experimentelle Übung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erzwungene Schwingungen von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden – Auslegung elastischer Fundamente</li> <li>• Verfahren zur Schwingungsminderung (wie Schwingungsdämpfung und -tilgung sowie passive und aktive Schwingungsisolierung)</li> <li>• Elastisches Auswuchten mehrfach besetzter Rotoren</li> <li>• Modalanalyse und Strukturmodifikation</li> <li>• Biegeschwingungen mehrfach besetzter Wellen und Wellenschwingungsmessung</li> <li>• Torsionsschwingungen in Antriebssträngen</li> <li>• Experimentelle Ermittlung von Systemparametern</li> <li>• Beschreibungsformen regelloser Schwingungen</li> </ul> |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hollburg, U.: Maschinendynamik, Oldenbourg Verlag</li> <li>• Dresig, H. und Holzweissig, F.: Maschinendynamik, Springer-Verlag</li> <li>• Irretier, H.: Grundlagen der Schwingungstechnik 2, Vieweg Verlag</li> <li>• Vöth, St.: Dynamik schwingungsfähiger Systeme, Vieweg Verlag</li> </ul>  |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.  |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | M11   |
| Titel                    | Computational Fluid Dynamics (CFD)<br>Computational Fluid Dynamics (CFD)  |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS (2 SWS SU + 2 SWS Ü)  |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden besitzen Kenntnisse über die Konzepte und Methoden moderner CFD-Verfahren. Sie können Problemstellungen aus technischen Anwendungen mit kommerziellen CFD-Programmen lösen.  |
| Voraussetzungen          | Empfehlung: Parallele Belegung von Numerik und Optimierung (M08)  |
| Niveaustufe              | 2. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht, Rechnerübung mit Anwesenheitspflicht, Projektstudie  |
| Status                   | Pflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Sommersemester  |
| Prüfungsform             | Semesterbegleitende Übungsaufgaben oder Projektstudie, Rücksprachen jeweils nur für den ersten Prüfungszeitraum.<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegfrist für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.   |
| Ermittlung der Modulnote | SU: Undifferenziert (m.E. / o.E.)<br>Ü: 100% (Schriftliche Übungsaufgaben oder Projektstudie einschließlich Rücksprache)  |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.<br>Modul identischen Inhalts in den Master Studiengängen Maschinenbau Erneuerbare Energien und Verfahrenstechnik.  |
| Inhalte                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanische Grundgleichungen</li> <li>• Gittergenerierung</li> <li>• Räumliche Diskretisierung der Erhaltungsgleichungen</li> <li>• Zeitliche Diskretisierung der Erhaltungsgleichungen</li> <li>• Gleichungslöser</li> <li>• Randbedingungen</li> <li>• Turbulenzmodellierung</li> <li>• Fehlerquellen und Qualitätssicherung</li> </ul>                 |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schäfer, M.: Numerik im Maschinenbau. Springer Verlag.</li> <li>• Anderson, J.D.: Computational Fluid Dynamics. McGraw-Hill.</li> <li>• Paschedag, A.R.: CFD in der Verfahrenstechnik, Wiley-VCH.</li> <li>• Siekmann, H.E.: Strömungslehre für den Maschinenbau. Springer Verlag.</li> <li>• Strybny, J.: Ohne Panik Strömungsmechanik! Vieweg Verlag.</li> </ul> |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch oder Englisch angeboten.  |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | M12   |
| Titel                    | Abschlussprüfung / Final Examination<br>12.1 Master-Arbeit / Master's Thesis<br>12.2 Mündliche Abschlussprüfung / Oral Examination  |
| Credits                  | 25 Cr Master-Arbeit<br>5 Cr Mündliche Abschlussprüfung  |
| Präsenzzeit              | 45 – 60 Minuten Mündliche Abschlussprüfung  |
| Lerngebiet               | Fachübergreifende bzw. fachspezifische Vertiefung   |
| Lernziele / Kompetenzen  | <u>Master-Arbeit</u><br>Selbstständige Bearbeitung eines anspruchsvollen wissenschaftlichen Projektes mit schriftlicher Ausarbeitung (ungefähr 50 – 100 Seiten) einschl. deutscher und/oder englischer Zusammenfassung<br><u>Mündliche Abschlussprüfung</u><br>Die mündliche Abschlussprüfung orientiert sich schwerpunktmäßig an den Fachgebieten der Abschlussarbeit sowie an den Inhalten des Master-Studiums. Durch sie soll festgestellt werden, ob der oder die Studierende Methodenwissen in den Fachgebieten des Master-Studiums besitzt, das ihn/sie zu wissenschaftlicher Arbeit in diesem Arbeitsgebiet befähigt, und ob er/sie die Ergebnisse der Abschlussarbeit in einem größeren Fachkontext selbständig kritisch hinterfragen kann. |
| Voraussetzungen          | Zulassung gemäß jeweils geltender Rahmenprüfungsordnung   |
| Niveaustufe              | 3. Studienplansemester  |
| Lernform                 | <u>Master-Arbeit</u><br>Wissenschaftliche Arbeit; die Betreuung erfolgt durch den/die Betreuer/in der Master-Arbeit in seminaristischer Form<br><u>Mündliche Abschlussprüfung</u><br>Präsentation (ca. 15 min) und mündliche Prüfung  |
| Status                   | Pflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Jedes Semester  |
| Prüfungsform             | Abschlussprüfung  |
| Ermittlung der Modulnote | Benotung der Abschlussprüfung durch die Prüfungskommission  |
| Anerkannte Module        | Keine   |
| Inhalte                  | <u>Master-Arbeit</u><br>Lösung praxisnaher Problemstellungen mit wissenschaftlichen Methoden<br><u>Mündliche Abschlussprüfung</u><br>Verteidigung der Master-Arbeit und ihrer Ergebnisse in kritischer Diskussion; Präsentationstechniken   |
| Literatur                | Fachspezifisch  |
| Weitere Hinweise         | Masterarbeit: Dauer der Bearbeitung: 5 Monate<br>Nach Vereinbarung zwischen Prüfling und Prüfungskommission kann die Abschlussprüfung auch auf Englisch erfolgen.   |

| Datenfeld                | Erklärung  |
|--------------------------|--|
| Modulnummer              | WP01   |
| Titel                    | Förderanlagen, Aufbau und Steuerung<br>Conveyor Machinery: Configuration and Control   |
| Credits                  | 5 Cr   |
| Präsenzzeit              | 4 SWS (2 SWS SU + 2 SWS Ü)   |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung   |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden kennen Aufbau und Auslegung von Förderanlagen: Aktoren, Sensorik, Förderer und Identifikationssysteme.<br>Sie sind vertraut mit der Steuerung und Automatisierung von Förderanlagen.  |
| Voraussetzungen          | Keine  |
| Niveaustufe              | 1. Studienplansemester   |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung   |
| Status                   | Wahlpflichtmodul   |
| Häufigkeit des Angebotes | Wintersemester   |
| Prüfungsform             | Schriftliche Klausur und/oder mündliche Prüfung oder Projektarbeit .<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegzeit für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.   |
| Ermittlung der Modulnote | SU: 100%<br>Ü: Undifferenziert (m.E. / o.E.)   |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts<br>Modul identischen Inhalts in den Master Studiengängen Maschinenbau Erneuerbare Energien und Verfahrenstechnik.  |
| Inhalte                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktoren (Getriebemotoren, Umrichter, Motorstarter, Ventile, Zylinder etc.)</li> <li>• Sensorik (Lichtschranken Tachogeneratoren, Nährungsschalter, Positionsschalter, etc.)</li> <li>• Förderer ( Rollenbahn, Röllchenbahn, Gurtförderer, Kettenförderer, Puller, Pusher, Hubtische, Drehtische, Hängebahnen Übergabestationen etc.)</li> <li>• Identifikationssysteme (RFID)</li> <li>• Aufbau der Steuerungstechnik, digitale und analoge Befehlsverarbeitung</li> <li>• Aufbau der Verriegelungsbedingungen (Einsatz und Abfrage der Sensoren)</li> <li>• Test und Inbetriebnahmefunktionen</li> <li>• Analyse von Störmeldungen mit anschließender Prozessoptimierung</li> <li>• Zusammenführung und Vereinzelung von Fördergütern am Beispiel eines Kreisförderers unter Berücksichtigung einer Risikoanalyse</li> <li>• Analyse von kritischen Stellen einer Kreisförderanlage und Erarbeiten von Lösungsvorschlägen</li> <li>• Sicherheitstechnik und Maschinenschutz</li> </ul> |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scheffler, M. : Grundlagen der Fördertechnik – Elemente und Triebwerke, Vieweg-Verlag</li> <li>• Kaftan, Jürgen: SPS Grundkurs mit Simatic S7, Vogel Fachbuch</li> <li>• Wellreuther, G. ; Zastrow, D. Automatisieren mit SPS, Vieweg-Verlag</li> </ul>   |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.   |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | WP02  |
| Titel                    | Explizite Finite Elemente Methode<br>Explicit Finite Element Method   |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS (2 SWS SU + 2 SWS Ü)  |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden können extrem nichtlineare Problemstellungen wie Crash-, Tiefzieh- und Partikelströmungssimulation eigenständig von der Modellbildung bis zur abschließenden kritischen Ergebnisbewertung unter Verwendung kommerzieller FEM-Programmsysteme vollständig lösen.  |
| Voraussetzungen          | Keine   |
| Niveaustufe              | 2. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung im Labor   |
| Status                   | Wahlpflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Sommersemester  |
| Prüfungsform             | Semesterbegleitende Übungsaufgaben, Tests am Rechner, Rücksprachen jeweils nur für den ersten Prüfungszeitraum, Anwesenheitspflicht bei den Übungen. Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegfrist für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.  |
| Ermittlung der Modulnote | SU: Undifferenziert (m.E. / o.E.)<br>Ü: 100%  |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.<br>Modul identischen Inhalts in den Master Studiengängen Maschinenbau Erneuerbare Energien und Verfahrenstechnik.  |
| Inhalte                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theorie großer Verformungen und Verzerrungen</li> <li>• Konstitutive Modelle für hyperelastische, plastische und viskose Materialien</li> <li>• Lagrange'sche und Euler'sche Finite Elemente sowie ALE-Beschreibung</li> <li>• Explizite versus implizite Zeitintegrationsmethoden</li> <li>• Struktur - und numerische Stabilität</li> <li>• Unterintegrierte Elemente (Hourglassing)</li> <li>• Kontaktprobleme, Verbindungselemente und Bruchverhalten</li> <li>• Adaptive Vernetzung</li> <li>• Stukturoptimierung</li> <li>• Anwendungsbeispiele mit PFC und LS-DYNA, z.B. aus den Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partikelströmung (mit PFC und LS-DYNA),</li> <li>• Tiefziehen von Formteilen (quasistatisch mit LS-DYNA),</li> <li>• Crashsimulation (explizite, transiente Dynamik mit LS-DYNA),</li> <li>• Fluid-Struktur-Interaktion (Rührkessel, Airbag-Entfaltung)</li> </ul> </li> <li>• Schnittstellen zu CAX-Systemen</li> </ul> |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bathe: Finite-Elemente-Methoden, Springer</li> <li>• Schäfer: Numerik im Maschinenbau, Springer</li> <li>• Belytschko/Liu/Moran: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley &amp; Sons</li> </ul>   |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch oder Englisch angeboten.<br>Empfehlung: Verstehen der englischen Sprache.   |

| Datenfeld                | Erklärung  |
|--------------------------|--|
| Modulnummer              | WP03   |
| Titel                    | Energiewirtschaft, Vertiefung<br>Advanced Studies in Energy Economics  |
| Credits                  | 5 Cr   |
| Präsenzzeit              | 4 SWS (2 SWS SU + 2 SWS Ü)   |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung   |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden haben Kenntnisse über Grundlagen der Erzeugung, Verteilung und Bedarfsdeckung von Energie und deren Kosten und Wirtschaftlichkeit.  |
| Voraussetzungen          | Keine  |
| Niveaustufe              | 1. Studienplansemester   |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht mit Rechenübungen  |
| Status                   | Wahlpflichtmodul   |
| Häufigkeit des Angebotes | Wintersemester   |
| Prüfungsform             | Klausur.<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegzeit für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.   |
| Ermittlung der Modulnote | SU: 100% (Klausurnote)<br>Ü: Undifferenziert (m.E. / o.E.)   |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.<br>Modul identischen Inhalts in den Master Studiengängen Maschinenbau Erneuerbare Energien und Verfahrenstechnik.   |
| Inhalte                  | Seminaristischer Unterricht: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konventionelle und Erneuerbare Energien</li> <li>• Energieträger, Bewertungsgrößen von Kraftwerken,</li> <li>• Stromerzeugung, Stromverteilung</li> <li>• Veredlung</li> <li>• Emissionen und Emissionshandel</li> <li>• Kostenarten, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Investitionsplanung.</li> </ul> Rechenübung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung der Inhalte der SU mittels Einzel- und Gruppenübungen (Rechenaufgaben)</li> </ul> |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• DUBBEL Taschenbuch für den Maschinenbau</li> <li>• Kugeler: Energietechnik</li> <li>• Kontantin: Praxisbuch Energiewirtschaft</li> </ul>  |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch oder Englisch angeboten.<br>Empfehlung: Verstehen der englischen Sprache.  |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | WP04  |
| Titel                    | Ausgewählte Kapitel der Umweltverfahrenstechnik<br>Selected Topics of Environmental Process Engineering   |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS (2 SWS SU + 2 SWS Ü)  |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, auf der Basis ihrer verfahrenstechnischer Kenntnisse Aufgaben auf dem Gebiet der Umweltverfahrenstechnik zu lösen.   |
| Voraussetzungen          | Keine   |
| Niveaustufe              | 1. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht / Übungen   |
| Status                   | Wahlpflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Wintersemester  |
| Prüfungsform             | Klausur und Protokoll / Rücksprache, Rücksprachen zur Übung jeweils nur für den ersten Prüfungszeitraum, Anwesenheitspflicht bei den Übungen.<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegzeit für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.   |
| Ermittlung der Modulnote | SU: 100%<br>Ü: Undifferenziert (m.E. / o.E.)  |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.<br>Modul identischen Inhalts in den Master Studiengängen Maschinenbau Erneuerbare Energien und Verfahrenstechnik..   |
| Inhalte                  | Beispiele zum Stand der Technik und zur Vorgehensweise auf dem Gebiet der Umweltverfahrenstechnik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rohstoffeinsatz, Energieverbrauch, Ausbeute, Umweltbelastung, Kosten</li> <li>• Abgasreinigung von Kraftwerken und Müllverbrennungsanlagen</li> <li>• Prozessintegrierter Umweltschutz (Beispiele und Systematik)</li> <li>• Umweltsicherheit und „Dennochstörfälle“</li> </ul> |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• K. Schwister: „Taschenbuch der Umwelttechnik“, Fachbuchverlag Leipzig</li> <li>• F. Baum: „Umweltschutz in der Praxis“, Oldenburg Verlag</li> </ul>  |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.  |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | WP05  |
| Titel                    | Beanspruchungsanalyse (Projekt)<br>Stress Measurement and Analysis (Project)  |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS Ü   |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden sind teamfähig, können wissenschaftliche Berichte erstellen, Ergebnisse präsentieren und erfolgreich im Projekt interdisziplinär arbeiten. Sie können vielfältige Betriebsbeanspruchungen messen und deren Ergebnisse auf die Bewertung von technischen Konstruktionen anwenden und dabei auch regellose Vorgänge (Lastkollektive und spektrale Leistungsdichte) beschreiben und auswerten.  |
| Voraussetzungen          | Keine   |
| Niveaustufe              | 1. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung im Labor   |
| Status                   | Wahlpflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Wintersemester  |
| Prüfungsform             | Projekt /Projektpräsentation.<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegfrist für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.  |
| Ermittlung der Modulnote | Ü: 100% (Projektarbeit 80% + Ergebnispräsentation 20%)  |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.<br>Modul identischen Inhalts in den Master Studiengängen Maschinenbau Erneuerbare Energien und Verfahrenstechnik.  |
| Inhalte                  | Ein komplexes Beanspruchungsproblems aus dem Bereich der Förder- oder Getriebetechnik wird von einem kleinen Team (2-4 Studierende) interdisziplinär bearbeitet mit folgenden Inhalten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beanspruchungsmessung mehrachsiger Spannungszustände unter Betriebsbedingungen: Auswahl und Einarbeitung in geeignete Messverfahren und -geräte, Hauptspannungsanalyse.</li> <li>• Telemetrie: Messdatenfunkübertragung vom bewegten Untersuchungsobjekt zur stationären Auswerteinrichtung.</li> <li>• Beschreibung regelloser Beanspruchungsverläufe: Lastkollektive und spektrale Leistungsdichten</li> <li>• Synthese von messtechnisch unzugänglichen Beanspruchungsverläufen: Simulation am diskreten Mehrmassenmodell oder kontinuierlichen FEM Modell unter Verwendung der gemessenen Beanspruchungsverläufe an den zugänglichen Stellen.</li> <li>• Betriebsfestigkeits-Berechnungen</li> </ul> |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scheffler, M.: Grundlagen der Fördertechnik – Elemente und Triebwerke, Vieweg-Verlag</li> <li>• Hoffmann, Karl: Eine Einführung in die Technik des Messens mit Dehnungsmessstreifen, Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Darmstadt</li> </ul>  |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.  |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | WP06  |
| Titel                    | Lösung technischer Problemstellungen aus der Praxis (Projekt)<br>Solution of Technical Problems from Actual Practice (Project)  |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS Ü   |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierende haben ein praxisorientiertes Wissen und Fähigkeiten zur Durchführung und Ablauf von Entwicklungsprojekten. Dabei steht die praktische Erfahrung und Anwendung der Konstruktionsmethodik und von Konstruktionsmethoden im Mittelpunkt. Die Studierenden können Ideen in konkrete technische Lösungen im Team umsetzen und die erarbeiteten Lösungen adäquat vor dem externen Auftraggeber vertreten.<br>Die Veranstaltung vermittelt überwiegend: Fachkompetenz 20%, Methodenkompetenz 30%, Systemkompetenz 30%, Sozialkompetenz 20%                 |
| Voraussetzungen          | Keine   |
| Niveaustufe              | 2. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Projektarbeit im Team (d.h. regelmäßige Teambesprechungen zur Aufgabenklärung und Ideengenerierung, Ausarbeitung der Lösungskonzepte und der Entwürfe im Team, Kurzvorträge durch die Studierenden zum Arbeitsfortschritt, Meilensteinpräsentation mit dem industriellen Auftraggeber, Hausarbeit: Literaturliteratur, Vorbereiten von Präsentationen, detaillierte Ausarbeitung der einzelnen Arbeitsschritte)   |
| Status                   | Wahlpflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Sommersemester  |
| Prüfungsform             | Projektpräsentationen und -dokumentation<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegzeit für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.  |
| Ermittlung der Modulnote | Ü: 100%   |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.<br>Modul identischen Inhalts in den Master Studiengängen Maschinenbau Erneuerbare Energien und Verfahrenstechnik.  |
| Inhalte                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung einer systematischen Produktentwicklung unter Anwendung von Konstruktionsmethoden im Rahmen einer Konstruktionsmethodik anhand eines konkreten und realistischen Projekts aus der Industrie oder von anderen externen Auftraggebern.</li> <li>• Bearbeitung der Aufgabenstellung von der Produktidee bis zur technischen Zeichnung.</li> <li>• Üben und Optimieren der Berichterstattung und von Präsentationen.</li> <li>• Üben der Zusammenarbeit in einer Gruppe und mit externem Auftraggeber.</li> </ul> |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre. 4. Aufl., Springer</li> <li>• Hales, C.; Gooch, S.: Managing Engineering Design. Springer</li> <li>• Cross, N.: Engineering Design methods. Wiley &amp; Sons Ltd.</li> <li>• Otto, K.; Wood, K.: Product Design – Techniques in Reverse Engineering and New Product Development, Prentice Hall</li> <li>• Ulrich, K.; Eppinger, S.: Product design and development, McGraw-Hill</li> <li>• Dubbel – Taschenbuch für den Maschinenbau, Springer</li> </ul>                         |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch oder Englisch angeboten.<br>Empfehlung: Grundkenntnisse Methodisches Konstruieren, Reverse Engineering  |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | WP07  |
| Titel                    | Labor Projekt Erneuerbare Energien und Verfahrenstechnik<br>Renewable and Process Engineering (Laboratory Project)  |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS Ü   |
| Lerngebiet               | Fachübergreifende Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden besitzen Teamfähigkeit, können wissenschaftliche Berichte erstellen, ihre Ergebnisse präsentieren und erfolgreich im Rahmen eines Projektes interdisziplinär arbeiten.<br>Sie besitzen die Fähigkeit zum Planen, Durchführen, Auswerten und Bewerten experimenteller Untersuchungen zu ausgewählten energie- und verfahrenstechnischen Prozessen mit Schwerpunkt Erneuerbare Energien.<br>Die Veranstaltung vermittelt überwiegend: Fachkompetenz 20%, Methodenkompetenz 30%, Systemkompetenz 30%, Sozialkompetenz 20%.  |
| Voraussetzungen          | Keine   |
| Niveaustufe              | 2. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Übung / Projektarbeit im Verfahrenstechnischen Labor sowie im Labor für Konventionelle und Erneuerbare Energien   |
| Status                   | Wahlpflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Sommersemester  |
| Prüfungsform             | Versuchsprotokolle, Kurztest oder Vortrag (abhängig von der Laborübung). Mittelung der Noten aus den Versuchsprotokollen, Kurztests oder Vorträgen.<br>Es besteht Anwesenheitspflicht bei allen Laborterminen sowie der Sicherheitseinweisung.<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegfrist für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.   |
| Ermittlung der Modulnote | Ü: 100%   |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.<br>Modul identischen Inhalts in den Master Studiengängen Maschinenbau Erneuerbare Energien und Verfahrenstechnik.  |
| Inhalte                  | In den Laboren werden Aufgaben aus unterschiedlichen Bereichen der Erneuerbaren Energietechnik und Verfahrenstechnik als Projekt (Teamarbeit möglich) bearbeitet. Ausgehend von einer vorgegebenen Aufgabenstellung ist bzw. sind selbständig <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Vorgehensweise zu planen,</li> <li>• eine geeignete Versuchsapparatur auszuwählen und zu modifizieren bzw. aufzubauen,</li> <li>• die Versuche durchzuführen und auszuwerten,</li> <li>• gegebenenfalls Korrekturen an Apparatur oder Vorgehensweise vorzunehmen und Messungen zu wiederholen,</li> <li>• Vergleichsdaten zu berechnen oder der Literatur zu entnehmen,</li> <li>• ein Abschlussbericht zu der Aufgabenstellung zu erstellen und zu verteidigen und/oder einen Abschlussvortrag zu halten und zu verteidigen.</li> </ul> |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quaschning, V: Regenerative Energiesysteme</li> <li>• Wesselak/Schabbach: Regenerative Energietechnik</li> <li>• Heinzel/Mahlendorf/Roes: Brennstoffzellen</li> <li>• Kugeler/Philipp: Energietechnik</li> <li>• H. Schubert: Handbuch der Mechanischen Verfahrenstechnik</li> <li>• K. Sattler: Thermische Trennverfahren</li> </ul>  |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.  |

| Datenfeld                | Erklärung   |
|--------------------------|---|
| Modulnummer              | WP08  |
| Titel                    | Ausgewählte Kapitel der Prozessverfahrenstechnik<br>Selected Topics in Process Engineering  |
| Credits                  | 5 Cr  |
| Präsenzzeit              | 4 SWS (2SWS SU + 2 SWS Ü)   |
| Lerngebiet               | Fachspezifische Vertiefung  |
| Lernziele / Kompetenzen  | Die Studierenden besitzen die Fähigkeit zur Lösung komplexer prozesstechnischer Aufgabenstellungen. Hierbei können sie auch die Kopplung von technischen mit Sicherheits-, Umwelt- und wirtschaftlichen Fragestellungen berücksichtigen. Sie können die Rechentechnik sinnvoll zur Lösung komplizierterer Aufgaben einsetzen.   |
| Voraussetzungen          | Keine   |
| Niveaustufe              | 2. Studienplansemester  |
| Lernform                 | Seminaristischer Unterricht / Übungen   |
| Status                   | Wahlpflichtmodul  |
| Häufigkeit des Angebotes | Sommersemester  |
| Prüfungsform             | Klausur und Protokoll / Rücksprache, Rücksprachen zur Übung jeweils nur für den ersten Prüfungszeitraum, Anwesenheitspflicht bei den Übungen.<br>Die Prüfungsmodalitäten werden von den Lehrenden innerhalb der Belegfrist für alle Leistungsnachweise nachvollziehbar / schriftlich mitgeteilt.  |
| Ermittlung der Modulnote | SU: 100%<br>Ü: Undifferenziert (m.E. / o.E.)  |
| Anerkannte Module        | Module vergleichbaren Inhalts.<br>Modul identischen Inhalts in den Master Studiengängen Maschinenbau Erneuerbare Energien und Verfahrenstechnik.  |
| Inhalte                  | Vertiefung der im Bachelorstudium erworbenen Kenntnisse in Prozesssimulation, Prozessleittechnik, Prozessführung, Prozess- und Anlagensicherheit, Prozessintegrierte Umwelttechnik. Die Bearbeitung erfolgt in der Regel mit begleitenden (integrierten) Übungen im Labor bzw. am Rechner. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationsverfahren für stationäre und instationäre Prozesse, Einsatz industrieller Leitsysteme zur Prozessvisualisierung und Prozessführung</li> <li>• Zuverlässigkeits- und Sicherheitsanalyse, Störfallanalyse, Grundlagen und Ablauf von Explosionen in Anlagen, Brandverhalten, Selbstentzündung</li> <li>• Qualitätssicherung nach ISO 9000, DIN 14001, TQM, FMEA</li> <li>• Umweltverträglichkeitsprüfung, Nachhaltiger Umweltschutz, Nachgeschaltete und integrierte Umwelttechniken.</li> </ul> |
| Literatur                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polke, M.: Prozessleittechnik und Schnell, G.: Bussysteme in der Automatisierungstechnik</li> <li>• Falkenhain, G.: Angewandte Umwelttechnik und VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft und H. Schuler: Prozesssimulation</li> <li>• E. Blaß: Entwicklung verfahrenstechnischer Systeme</li> <li>• Vauck/Müller: Grundoperationen der chem. Verfahrenstechnik</li> <li>• Frank P.Lee: Loss Prevention in the Process Industries, Hazard Identification Assessment and Control</li> <li>• E. Hering u. a.: Qualitätsmanagement für Ingenieure</li> </ul>   |
| Weitere Hinweise         | Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten.  |