



# **Modulhandbuch**

## **Master Computational Mechanics**

Stand: 07.03.2007

# Beschreibung des Studiengangs

| Name des Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |     | Kürzel Studiengang |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|--------------------|
| Master Computational Mechanics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |     | M-CM               |
| Typ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Regelstudienzeit | SWS | ECTS-Credits       |
| Master                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4                | 62  | 120                |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |     |                    |
| <p>Der Einsatz computergestützter Strategien zur Lösung praxisorientierter Problemstellungen hat in den letzten Jahrzehnten rasant zugenommen. Die damit verknüpften Anwendungsgebiete erweitern sich stetig und reichen von den Bauwissenschaften und Maschinenbaudisziplinen (Finite Element/Volumen Berechnung) bis zu Bereichen der Medizin (Biomechanik) und Biologie (Evolutionssimulationen). Grundlage dieser Entwicklung ist ein fundamentales Konzept, welches eine zuverlässige Analyse von Problemen auf der Basis komplexer kontinuumsmechanischer Modellbildung, numerischen Verfahren und experimentellen Techniken erlaubt. Dieses Konzept, welches unter dem Begriff „Computational Mechanics“ zusammengefasst werden kann, bildet eine Vernetzung zwischen der theoretischen Modellbildung, numerischen Behandlung und experimenteller Wirklichkeit. Ein Ingenieur, dessen Arbeitsbereich in das o. g. Feld einzuordnen ist, muss mit einem soliden Grundwissen in diesen Bereichen ausgestattet sein. Im zunehmenden Maße werden von Entwicklern und qualifizierten Anwendern spezialisierter, computergestützter Berechnungsverfahren vertiefte Kenntnisse im Bereich der „Computational Mechanics“ verlangt. Der Bedarf an Ingenieuren, die diesem Bild entsprechen, steigt global stetig an. Die Ausbildung befähigt den Ingenieur, mit einem fundierten theoretischen Wissen die komplexen computergestützten Berechnungsverfahren verantwortungsvoll anzuwenden und zu erweitern. Hierzu muss die Modellbildung richtig interpretiert werden, die verwendeten Algorithmen stimmig verbunden werden, die Experimente korrekt durchgeführt und interpretiert werden und die Anwendungsprogramme fehlerfrei verwendet werden. Unter den hier genannten Schlagworten sind dabei folgende Inhalte zu verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Modellbildung:</b> Lineare und nichtlineare Kontinuumsmechanik, phänomenologische Materialtheorie, Strukturmechanik, Werkstoffwissenschaften, Homogenisierungsverfahren.</li> <li>• <b>Algorithmen:</b> Numerische Diskretisierungs- und Lösungsverfahren der Mechanik, Finite-Element-Methode, Optimierungsverfahren, Programmentwicklung.</li> <li>• <b>Experimente:</b> Werkstoffwissenschaften, Messtechnik, Parameteridentifikation von Materialmodellen.</li> <li>• <b>Anwendungen:</b> Computergestützte Simulationen auf allen Gebieten der Ingenieurwissenschaften und in der Ingenieurpraxis.</li> </ul> <p>Folgerichtig hat der Studiengang einen interdisziplinären Charakter. So werden Themenbereiche aus der Angewandten Mechanik, den ingenieurorientierten Werkstoffwissenschaften und verschiedene, breit gefächerte Ingenieur Anwendungsgebiete Teil des Lehrplans sein. Ein fundiertes, theoretisches Basiswissen bildet die Verbindung zwischen den Bereichen. Letztlich ist es das Ziel im Studiengang „Computational Mechanics“, einen Ingenieur mit den Fähigkeiten auszubilden, Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen der Berechnungsmodelle zu erkennen sowie bestehende Berechnungssysteme selbständig anzuwenden und zu erweitern. Hierzu gehören speziell eine intellektuelle Verzahnung und Interaktion von theoretischer Modellbildung, numerischer Durchdringung, experimenteller Verifikation und simulationspezifischer Anwendung. Zum einem kann er auf einen im In- oder Ausland erworbenen „Bachelor of Science“ aufbauen oder als Zusatzqualifikation zum deutschen Diplom weiterreichend qualifizieren. Der erworbene Grad des „Master of Science“ soll sowohl ein berufsqualifizierender Abschluss sein wie auch den Zugang zur Promotion an allen nationalen und internationalen Universitäten ermöglichen. Zur Steigerung der Internationalisierung und der Attraktivität des CM für ausländische Studierende werden 50% der Vorlesungen in der englischen Sprache angeboten.</p> |                  |     |                    |

# Studienverlaufsplan

|                                                            | V         | Ü         | P        | S        | Cr         |
|------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|------------|
| <b>Master Computational Mechanics</b><br>Bauingenieurwesen | <b>32</b> | <b>30</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>120</b> |

|        |                                   |                       |   |           |           |          |          |           |
|--------|-----------------------------------|-----------------------|---|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| 1.     | Computer Languages for Engineers  | Dr. rer. nat. Baeck   | e | 2         | 2         | 0        | 0        | 5         |
|        | Continuum Mechanics               | Prof. Dr.-Ing. Ricken | e | 2         | 2         | 0        | 0        | 7         |
|        | Introduction to Numerical Methods | Prof. Dr. Klawonn     | e | 2         | 2         | 0        | 0        | 7         |
|        | Tensor Calculus                   | Prof. Dr.-Ing. Bluhm  | e | 2         | 2         | 0        | 0        | 7         |
|        | Testing of Metallic Materials     | Prof. Dr.-Ing. Mauk   | e | 2         | 2         | 0        | 0        | 5         |
| Summe: |                                   |                       |   | <b>10</b> | <b>10</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>31</b> |

|        |                                  |                                |   |           |           |          |          |           |
|--------|----------------------------------|--------------------------------|---|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| 2.     | Finite Element Method Foundation | Prof. Dr.-Ing. habil. Schröder | e | 2         | 2         | 0        | 0        | 7         |
|        | Thermodynamics of Materials      | Prof. Dr.-Ing. Bluhm           | e | 2         | 2         | 0        | 0        | 7         |
|        | Wahlpflicht Vertiefung 1         |                                | e | 2         | 2         | 0        | 0        | 5         |
|        | Wahlpflicht Vertiefung 2         |                                | e | 2         | 2         | 0        | 0        | 5         |
|        | Wahlpflicht Vertiefung 3         |                                | e | 2         | 2         | 0        | 0        | 5         |
| Summe: |                                  |                                |   | <b>10</b> | <b>10</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>29</b> |

|        |                                 |                                |        |           |           |          |          |           |
|--------|---------------------------------|--------------------------------|--------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| 3.     | Nonlinear Finite Element Method | Prof. Dr.-Ing. habil. Schröder | e      | 2         | 2         | 0        | 0        | 7         |
|        | Soft Skills 1                   | NN<br>Prof. Dr.-Ing. Ricken    | d<br>e | 2         | 1         | 0        | 0        | 4         |
|        | Soft Skills 2                   | NN<br>Prof. Dr.-Ing. Ricken    | d<br>e | 2         | 1         | 0        | 0        | 4         |
|        | Wahlpflicht Vertiefung 4        |                                | d<br>e | 2         | 2         | 0        | 0        | 5         |
|        | Wahlpflicht Vertiefung 5        |                                | d<br>e | 2         | 2         | 0        | 0        | 5         |
|        | Wahlpflicht Vertiefung 6        |                                | d<br>e | 2         | 2         | 0        | 0        | 5         |
| Summe: |                                 |                                |        | <b>12</b> | <b>10</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>30</b> |

|        |                                     |                             |        |   |   |   |   |    |
|--------|-------------------------------------|-----------------------------|--------|---|---|---|---|----|
| 4.     | Abschlussarbeit                     | NN<br>Prof. Dr.-Ing. Ricken | d<br>e | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
|        | Fachübergreifendes Abschlussprojekt | NN                          | d<br>e | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Summe: |                                     |                             |        | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |

# Modul- und Veranstaltungsverzeichnis

|                                                                                  |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Modulname</b>                                                                 | <b>Kürzel des Moduls</b> |
| <b>Mechanical Foundations</b>                                                    |                          |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                                     | <b>Fachbereich</b>       |
| Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken                                                        |                          |
| <b>Verwendung in Studiengang</b>                                                 |                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Computational Mechanics</li> </ul> |                          |

|                    |              |                 |
|--------------------|--------------|-----------------|
| <b>Studienjahr</b> | <b>Dauer</b> | <b>Modultyp</b> |
| 1                  | 2            | Pflichtmodul    |

|                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Voraussetzungen laut PO</b>     | <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> |
| Zulassung zum Masterstudiengang CM |                                   |

| Nr.          | Veranstaltungen             | Semester | SWS      | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|--------------|-----------------------------|----------|----------|---------------------|--------------|
| 1            | Continuum Mechanics         | 1        | 4        | 210                 | 7            |
| 2            | Thermodynamics of Materials | 2        | 4        | 210                 | 7            |
| <b>Summe</b> |                             |          | <b>8</b> | <b>420</b>          | <b>14</b>    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Beschreibung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Das Mechanikmodul bildet das Kernfach für den Master Computational Mechanics. In diesem Modul werden die mechanischen und mathematischen Grundlagen vermittelt, welche für einen qualifizierten Umgang mit Computerprogrammen für strukturmechanische Probleme unerlässlich sind. Ein vertieftes Verständnis dieser Grundlagen ist Voraussetzung für eine erfolgreich Teilnahme der nachfolgenden Module sowie des gesamten Masters. Es behandelt die Tensor Rechnung, die Kontinuumsmechanik, die Finite Element Methode sowie die Thermodynamik von Materialien. |
| <b>Ziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Handwerklich geübter Umgang mit der Tensorrechnung</li> <li>- Sicherer Umgang mit kontinuumsmechanischer Problemstellungen</li> <li>- Einführung in die Thermodynamik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

| Modulname                 | Kürzel des Moduls        |
|---------------------------|--------------------------|
| Mechanical Foundations    |                          |
| Veranstaltungsname        | Kürzel der Veranstaltung |
| Continuum Mechanics       | Conti                    |
| Lehrende                  | Fach                     |
| Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken |                          |

| Semester | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|----------|--------|----------|-----------------|
| 1        | WS     | englisch | keine           |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 4   | 60             | 150          | 210                 | 7            |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung/Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Während eines Prozesses sind Dichte, Geschwindigkeit und Temperatur nicht an allen Stellen eines Körpers (Festkörper, Flüssigkeit oder Gas) gleich und im Allgemeinen zeitlich nicht konstant. Die Studierenden erlernen, die beschreibenden Feldgleichungen (Bilanzgleichungen) zur Bestimmung der zeitabhängigen Felder innerhalb eines Körpers für Rand- und Anfangswertprobleme zu diskutieren.       |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Kinematik • Bewegung • Transporttheoreme • Deformations- und Verzerrungsmaße • Deformations- und Verzerrungsgeschwindigkeiten Kräfte und Spannungen • Theorem von Cauchy • Cauchyscher und Kirchhoffscher Spannungstensor, Piola-Kirchhoffsche Spannungstensoren Bilanzgleichungen der Mechanik • Massenbilanz • Bilanz der Bewegungsgröße • Drallbilanz • Energiebilanz (1. Hauptsatz der Thermodynamik) |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                             |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Holzapfel, G.A.: Nonlinear solid mechanics. Wiley, 2000.<br>Hutter, K. & Jöhnk, K.: Continuum methods of physical modeling. Springer, 2004.<br>Müller, I.: Grundzüge der Thermodynamik. Springer, 1994.<br>Wilmanski, K.: Thermomechanics of continua. Springer, 1998.                                                                                                                                    |

| Modulname                    | Kürzel des Moduls        |
|------------------------------|--------------------------|
| Mechanical Foundations       |                          |
| Veranstaltungsname           | Kürzel der Veranstaltung |
| Thermodynamics of Materials  | Thermodyn                |
| Lehrende                     | Fach                     |
| Prof. Dr.-Ing. Joachim Bluhm |                          |

| Semester | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen                         |
|----------|--------|----------|-----------------------------------------|
| 2        | SS     | englisch | - Tensor Calculus - Continuum Mechanics |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 4   | 60             | 150          | 210                 | 7            |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Die Studierenden - beherrschen die Formulierung der globalen und lokalen Aussagen der Hauptsätze der Thermodynamik - können problemorientiert die beschreibenden Feldgleichungen formulieren, das beschreibende Gleichungssystem vervollständigen (konstitutive Beziehungen, Evolutionsgleichungen) und Prozessvariable definieren - können bekannte konstitutive Ansätze für Fluide und Festkörper formulieren - können das Gleichungssystem zur Beschreibung des instationären Verhaltens eines thermoelastischen Festkörpers formulieren und entsprechende Anfangs- und Randwertprobleme (2-D) numerisch lösen                             |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Inhalte der Vorlesung: Hauptsätze der Mechanik • Energiebilanz • Entropieungleichung Prinzip der materiellen Objektivität Konstitutive Größen und Prozessvariablen Konstitutive Beziehung und Dissipationsmechanismus • inkompressible Flüssigkeiten • ideale Gase • elastische Festkörper (nichtlineare Stoffgesetze, Hookesches Gesetz) • thermoelastische Festkörper • elastisch-plastische Festkörper • viskose Materialien Die Vorlesung wird durch Übungen ergänzt. Das Ziel der Übung ist die Entwicklung eines Maple-Codes zur Berechnung von Rand- und Anfangswertproblemen instationärer Prozesse in thermoelastischen Festkörpern. |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Haupt, P.: Continuum mechanics and theory of materials. Springer.</li> <li>- Wilmański, K.: Thermomechanics of continua, Springer.</li> <li>- Hutter, K. &amp; Jöhnk, K.: Continuum Methods of Physical Modeling - Continuum Mechanics, Dimensional Analysis, Turbulence. Springer.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                                  |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Modulname</b>                                                                 | <b>Kürzel des Moduls</b> |
| <b>Finite Element Method</b>                                                     |                          |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                                     | <b>Fachbereich</b>       |
| Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Schröder                                              |                          |
| <b>Verwendung in Studiengang</b>                                                 |                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Computational Mechanics</li> </ul> |                          |

|                    |              |                 |
|--------------------|--------------|-----------------|
| <b>Studienjahr</b> | <b>Dauer</b> | <b>Modultyp</b> |
|                    |              |                 |

|                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Voraussetzungen laut PO</b> | <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> |
|                                |                                   |

| <b>Nr.</b>   | <b>Veranstaltungen</b>           | <b>Semester</b> | <b>SWS</b> | <b>Arbeitsaufwand in h</b> | <b>ECTS-Credits</b> |
|--------------|----------------------------------|-----------------|------------|----------------------------|---------------------|
| 1            | Finite Element Method Foundation | 2               | 4          | 210                        | 7                   |
| 2            | Nonlinear Finite Element Method  | 3               | 4          | 210                        | 7                   |
| <b>Summe</b> |                                  |                 | <b>8</b>   | <b>420</b>                 | <b>14</b>           |

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| <b>Beschreibung</b>                                 |
| Grundlagen der Finite Element Methode               |
| <b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b> |
| Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.       |

| Modulname                           | Kürzel des Moduls        |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Finite Element Method               |                          |
| Veranstaltungsname                  | Kürzel der Veranstaltung |
| Finite Element Method Foundation    | FEM-Found                |
| Lehrende                            | Fach                     |
| Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Schröder |                          |

| Semester | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|----------|--------|----------|-----------------|
| 2        | SS     | englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 4   | 60             | 150          | 210                 | 7            |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Die Vorlesung wird durch zahlreiche Übungen ergänzt, in denen überwiegend betreute Rechnerübungen zur Vertiefung der Inhalte im Vordergrund stehen.                                                                                                                                                                                                                                       |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sie soll Anwender komplexer computerorientierter Berechnungsverfahren das nötige Grundwissen zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen mit Hilfe numerischer Verfahren vermitteln.                                                                                                                                                                                                |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Die Vorlesung behandelt Methoden zur numerischen Lösung von Anfangs- und Randwertproblemen der Mechanik. Der zentrale Punkt der Veranstaltung bildet die Grundlagen der linearen Finiten-Elemente Methode. Die Vorlesung gliedert sich wie folgt: - Motivation und Überblick - Mathematische Grundlagen und Definitionen - Methode der Finiten Differenzen - Methode der Finiten Elemente |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                             |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| [1] O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor [2005], The Finite Element Method - Its Basis and Fundamentals, Elsevier<br>[2] R.D. Cook, D.S. Malkus, M.E. Plesha [1989], Concepts and Applications of Finite Element Analysis, Wiley<br>[3] R. de Boer, J. Schröder [2007], Tensor Calculus for Engineers - with Applications to Continuum and Computational Mechanics                               |

| Modulname                           | Kürzel des Moduls        |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Finite Element Method               |                          |
| Veranstaltungsname                  | Kürzel der Veranstaltung |
| Nonlinear Finite Element Method     | FEM-NonLin               |
| Lehrende                            | Fach                     |
| Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Schröder |                          |

| Semester | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|----------|--------|----------|-----------------|
| 3        | WS     | englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 4   | 60             | 150          | 210                 | 7            |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Die Vorlesung wird durch zahlreiche Übungen ergänzt, in denen überwiegend betreute Rechnerübungen zur Vertiefung der Inhalte im Vordergrund stehen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Die Veranstaltung soll Anwendern komplexer Computerorientierter Berechnungsverfahren das nötige Grundwissen zur Handhabung kommerzieller Programmsysteme zur Beurteilung numerischer Lösungen von typischen Ingenieuraufgabenstellungen vermitteln. Ferner liefert die Vorlesung Entwicklern von Diskretisierungsverfahren und Algorithmen der angewandten Mechanik eine Basis zur Lösung Forschungsorientierter Aufgabenstellungen auf diesem Gebiet.                                                                                                                                                                                                                                  |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Die Vorlesung behandelt Methoden zur numerischen Lösung von geometrisch nichtlinearen Anfangs- und Randwertproblemen der Mechanik. Nach einer Darstellung der wesentlichen Grundlagen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik wird zentral die Methode der Finiten-Elemente behandelt. Die Vorlesung gliedert sich wie folgt: - Motivation und Überblick - Grundlagen der Kontinuumsmechanik - Geometrisch nichtlineare Problemstellungen (Standard-Verschiebungsmethode, Formulierung relativ zur Referenzkonfiguration, Formulierung relativ zur Momentankonfiguration) - Gemischte FE-Formulierungen - Numerische Behandlung von Stabilitätsproblemen - Algorithmen zur Strukturdynamik |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>[1] O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor [2005], The Finite Element Method for Solids and Structural Mechanics, Elsevier</p> <p>[2] T. Belytschko, W.K. Liu, B. Moran [2000], Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley</p> <p>[3] R. de Boer, J. Schröder [2007], Tensor Calculus for Engineers - with Applications to Continuum and Computational Mechanics</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                    |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Modulname</b>                                                                   | <b>Kürzel des Moduls</b> |
| <b>Mathematical Foundations</b>                                                    |                          |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                                       | <b>Fachbereich</b>       |
| Prof. Dr. Axel Klawonn                                                             |                          |
| <b>Verwendung in Studiengang</b>                                                   |                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Computational Mechanics</li> </ul> |                          |

|                    |              |                 |
|--------------------|--------------|-----------------|
| <b>Studienjahr</b> | <b>Dauer</b> | <b>Modultyp</b> |
| 1                  | 1            | Pflichtmodul    |

|                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Voraussetzungen laut PO</b> | <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> |
| Zulassung zum Master CM        |                                   |

| <b>Nr.</b>   | <b>Veranstaltungen</b>            | <b>Semester</b> | <b>SWS</b> | <b>Arbeitsaufwand in h</b> | <b>ECTS-Credits</b> |
|--------------|-----------------------------------|-----------------|------------|----------------------------|---------------------|
| 1            | Tensor Calculus                   | 1               | 4          | 210                        | 7                   |
| 2            | Introduction to Numerical Methods | 1               | 4          | 210                        | 7                   |
| <b>Summe</b> |                                   |                 | <b>8</b>   | <b>420</b>                 | <b>14</b>           |

|                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Beschreibung</b>                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Tensorrechnung</li> <li>- Numerische Diskretisierungs- und Lösungsverfahren der numerischen Mathematik.</li> </ul> |
| <b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>                                                                                                                           |
| Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen                                                                                                                                  |

| Modulname                         | Kürzel des Moduls        |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Mathematical Foundations          |                          |
| Veranstaltungsname                | Kürzel der Veranstaltung |
| Introduction to Numerical Methods | Num Meth                 |
| Lehrende                          | Fach                     |
| Prof. Dr. Axel Klawonn            |                          |

| Semester | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|----------|--------|----------|-----------------|
| 1        | WS     | englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 4   | 60             | 150          | 210                 | 7            |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung/Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Verständnis und Beherrschung grundlegender numerischer Methoden zur Lösung mathematischer Fragestellungen, die essentiell für ingenieurtechnische Probleme sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Die numerische Simulation technischer Probleme nimmt neben der theoretischen und experimentellen Behandlung dieser Fragestellungen eine immer wichtigere Rolle ein. Numerische Berechnungen ersetzen oder ergänzen dabei immer häufiger oft kostspielige Experimente, wie zum Beispiel bei Crashtests im Automobilbau, oder ermöglichen erst Aussagen, die experimentell nur schwer oder gar nicht zugänglich sind, etwa in der (numerischen) Biomechanik. In dieser Vorlesung soll das Rüstzeug zur numerischen Lösung mathematischer Fragestellungen behandelt werden, wie sie in der Modellierung ingenieurtechnischer Probleme auftreten. Dabei wird sowohl die Entwicklung entsprechender Algorithmen, als auch deren theoretische Untersuchung und Umsetzung in Computerprogramme behandelt. Die behandelten Themen werden aus folgender Liste ausgewählt: 1. Lineare Gleichungssysteme 2. Nichtlineare Gleichungen und Gleichungssysteme 3. Ausgleichsprobleme 4. Eigenwertaufgaben 5. Interpolation 6. Integration 7. Iterative Lösung linearer Gleichungssysteme 8. Stabilität und Kondition von Algorithmen 9. Rechnerarithmetik |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Semesters vom Dozenten festgelegt. Möglich sind mündliche oder schriftliche Prüfungen. Der Dozent kann die Teilnahme von der erfolgreichen Bearbeitung der Übungsaufgaben während des Semesters abhängig machen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| a) Stewart, G.W., Afternotes on numerical analysis. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, PA, 1996. x+200 pp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| b) Schwarz, H.R., Numerical analysis. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, 1989. xiv+517 pp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| c) Quarteroni, A., Sacco, F., Saleri, F., Numerical mathematics. Second edition. Texts in Applied Mathematics 37, Springer-Verlag, Berlin, 2007. xviii+655 pp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| Modulname                    | Kürzel des Moduls        |
|------------------------------|--------------------------|
| Mathematical Foundations     |                          |
| Veranstaltungsname           | Kürzel der Veranstaltung |
| Tensor Calculus              | Tensor                   |
| Lehrende                     | Fach                     |
| Prof. Dr.-Ing. Joachim Bluhm |                          |

| Semester | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|----------|--------|----------|-----------------|
| 1        | WS     | englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 4   | 60             | 150          | 210                 | 7            |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung (2 SWS) Übung (2 SWS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Die Studierenden - beherrschen die Vektorrechnung - können sicher tensoriell notierte Gleichungen interpretieren - können mathematische Operationen mit Tensoren durchführen - können Gradient, Divergenz und Rotation von Tensorfeldern bilden - können die Differentiation von Tensorfeldern - beherrschen tensorielle Integralsätze                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Probleme in der Mechanik, speziell in der Kontinuumsmechanik, können kurz und übersichtlich mit der Tensorrechnung formuliert werden. Ziel der Veranstaltung ist die Einführung in die Tensorrechnung für in der Ingenieurpraxis relevante Themen. • Tensorielle Aspekte der Vektoralgebra • Das beliebige Grundsystem • Operationen in Komponentendarstellung • Tensoroperationen • Wechsel zwischen Koordinatensystemen • Gradient, Divergenz und Rotation von Tensorfeldern • Beispiele für die Differentiationen von Tensorfeldern • Integralsätze Die Vorlesung wird durch zahlreiche Übungen ergänzt, in denen vorwiegend betreute Rechnerübungen zur Vertiefung der Inhalte im Vordergrund stehen. |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Ogden, R.W.: Non-Linear Elastic DeformationsDover Publications, INC., 1984                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Holzapfel, G.A.: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley, 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Wiggers, P.: Nichtlineare Finite-Element-Methode, Springer, 2001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| de Boer, R., Schröder, J.: Tensor Calculus for Engineers - with Applications to Continuum and Computational Mechanics, 2007                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                    |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Modulname</b>                                                                   | <b>Kürzel des Moduls</b> |
| <b>Foundations of Informatics</b>                                                  |                          |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                                       | <b>Fachbereich</b>       |
| Dr. rer. nat. Ernst Baeck                                                          |                          |
| <b>Verwendung in Studiengang</b>                                                   |                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Computational Mechanics</li> </ul> |                          |

|                    |              |                 |
|--------------------|--------------|-----------------|
| <b>Studienjahr</b> | <b>Dauer</b> | <b>Modultyp</b> |
| 1+2                | 3            | Pflichtmodul    |

|                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Voraussetzungen laut PO</b> | <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> |
|                                |                                   |

| Nr.          | Veranstaltungen                  | Semester | SWS      | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|--------------|----------------------------------|----------|----------|---------------------|--------------|
| 1            | Computer Languages for Engineers | 1        | 4        | 150                 | 5            |
| <b>Summe</b> |                                  |          | <b>4</b> | <b>150</b>          | <b>5</b>     |

|                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Beschreibung</b>                                                                |
| Einführung in gängige Computersprachen                                             |
| <b>Ziele</b>                                                                       |
| In diesem Modul sollen die Studierende Grundlagen der Programmiertechnik erlernen. |
| <b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>                                |
| Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.                                      |

| Modulname                        | Kürzel des Moduls        |
|----------------------------------|--------------------------|
| Foundations of Informatics       |                          |
| Veranstaltungsname               | Kürzel der Veranstaltung |
| Computer Languages for Engineers |                          |
| Lehrende                         | Fach                     |
| Dr. rer. nat. Ernst Baeck        |                          |

| Semester | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|----------|--------|----------|-----------------|
| 1        | WS     | englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 4   | 60             | 90           | 150                 | 5            |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung / Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Die Studierenden - kennen grundlegender Strukturen von Programmiersprachen und deren Implementierung in FORTRAN und C++. - kennen die Grundlagen von Maple und - können Programmcode aus Maple automatisiert generieren. - können Algorithmen in mehrsprachlichen Anwendungen (z.B. FORTRAN, C++, VBA) in DLL-Form implementieren.                            |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Lerninhalte sind: - Datenstrukturen, - Schleifen und Kontrollstrukturen, - OOP-Techniken in C++, - Unterprogrammtechnik, - Arbeiten mit Textdateien und DA-Dateien, - Modulstrukturen (Einsatz von Dynamic-Link-Libraries), - Rekursive Datenstrukturen und rekursive Programmierung                                                                          |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung. |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- N. Wirth, „Algorithmen und Datenstrukturen“,</li> <li>- R. Sedgewick „Algorithms in C++“</li> <li>- S. Chapman „FORTRAN 90/95 for Scientists and Engineers“</li> </ul>                                                                                                                                               |

|                                                                                    |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Modulname</b>                                                                   | <b>Kürzel des Moduls</b> |
| <b>Experimental Foundations</b>                                                    |                          |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                                       | <b>Fachbereich</b>       |
| Prof. Dr.-Ing. Paul Josef Mauk                                                     |                          |
| <b>Verwendung in Studiengang</b>                                                   |                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Computational Mechanics</li> </ul> |                          |

|                    |              |                 |
|--------------------|--------------|-----------------|
| <b>Studienjahr</b> | <b>Dauer</b> | <b>Modultyp</b> |
| 1                  | 1            | Pflichtmodul    |

|                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Voraussetzungen laut PO</b> | <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> |
|                                |                                   |

| Nr.          | Veranstaltungen               | Semester | SWS      | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|--------------|-------------------------------|----------|----------|---------------------|--------------|
| 1            | Testing of Metallic Materials | 1        | 4        | 150                 | 5            |
| <b>Summe</b> |                               |          | <b>4</b> | <b>150</b>          | <b>5</b>     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Beschreibung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Modulbeschreibung: Experimental Foundations Inhalt dieses Moduls sind alle Methoden, Verfahren und Prüfungen der zerstörenden, zerstörungsarmen und zerstörungsfreien Werkstoffprüfung metallischer Werkstoffe. Ausgehend von den mechanisch-statischen und dynamischen Kenngrößen eines Werkstoffes sowie den bruchmechanischen Kennwerten der Konstruktionswerkstoffe werden die Einflussgrößen auf diese Kennwerte im Hinblick auf eine Bauteil- und Betriebsfestigkeit behandelt. Neben den werkstoffmechanischen Prüfungen stellen die metallografischen und elektronenmikroskopischen Untersuchungsverfahren sowie die Röntgenfeinstrukturanalyse und Diffraktometrie Bestandteile des Moduls dar. Im Rahmen der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung werden die Ultra-schallprüfungen, die Durchstrahlungsverfahren sowie die magnetischen und Wirbelstromprüfverfahren behandelt. Der Studierende soll die technisch verfügbare Breite der Untersuchungsverfahren und ihre Kenngrößen kennen und einschätzen können, welche Verfahren zur Ermittlung erforderlicher Werkstoffkennwerte einzusetzen sind bzw. welche Prüfverfahren im Schadensfall zur Verfügung stehen. Dabei sollen Möglichkeiten, Grenzen und Fehler der verschiedenen Methoden eingeschätzt werden können.</p> |
| <b>Ziele</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Kenntnis der Prüfverfahren für metallische Werkstoffe mit Kenngrößen und Möglichkeiten. Grenzen und Fehler der Methoden im Hinblick auf die zu untersuchende Eigenschaft eines metallischen Werkstoffes.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

| Modulname                      | Kürzel des Moduls        |
|--------------------------------|--------------------------|
| Experimental Foundations       |                          |
| Veranstaltungsname             | Kürzel der Veranstaltung |
| Testing of Metallic Materials  | TestMat                  |
| Lehrende                       | Fach                     |
| Prof. Dr.-Ing. Paul Josef Mauk |                          |

| Semester | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|----------|--------|----------|-----------------|
| 1        | WS     | englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 4   | 60             | 90           | 150                 | 5            |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Modul: Testing of metallic materials Inhalt dieses Moduls sind die Verfahren und Methoden zur Prüfung metallischer Werkstoffe. Ausgehend vom kristallinen Aufbau metallischer Werkstoffe und den Ursachen metallischer Plastizität werden die Grundversuche zur Bestimmung der Festigkeit und Zähigkeit bei statischer und dynamischer Belastung behandelt. Neben den grundlegenden werkstoffmechanischen Prüfungen werden die Verfahren der Werkstoffanalytik und die Analysemethoden dargestellt. Die metallografischen Untersuchungsmethoden mittels Lichtmikroskop leiten über zu den röntgen-ografischen und elektronenmikroskopischen Verfahren. Korrosionsprüfverfahren bei chemischer bzw. elektrochemischer Korrosion sowie thermischer Korrosion schließen sich an. Die Prüfung physikalischer Eigenschaften von Metallen soll die werkstoff-mechanischen Prüfverfahren ergänzen. Bei den zerstörungsfreien Prüfverfahren werden die akustischen sowie die Durchstrahlungsprüfungen behandelt. Die elektrischen und magnetischen Prüfverfahren sowie die Prüfung der Oberflächenfeingestalt sind Inhalt des Moduls.</p> |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Schmidt, Werner M; Dietrich, Hermann;<br/>Praxis der mechanischen Werkstoffprüfung<br/>Expert Verlag, Esslingen, 1999, Band 585<br/>ISBN 3-8169-1612-0</p> <p>Pöhlendt, K.;<br/>Werkstoffprüfung für die Umformtechnik<br/>Springer Verlag, Berlin, 1986<br/>ISBN 3-540-16722-6</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Blumenauer, Horst;  
Werkstoffprüfung  
Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Stuttgart, 1994  
ISBN 3-342-00547-5

Weiler, Wolfgang W.;  
Härteprüfung an Metallen und Kunststoffen  
Expert Verlag, Esslingen, 1998, Band 155  
ISBN 3-8169-0552-8

Steeb, Siegfried;  
Zerstörungsfreie Werkstück- und Werkstoffprüfung  
Expert Verlag, Esslingen, 1993, Band 243  
ISBN 3-8169-0964-7

Bergmann, Wolfgang:  
Werkstofftechnik 2 – Werkstoffherstellung – Werkstoffverarbeitung –  
Werkstoffanwendung  
Hanser Verlag, München, 2002  
ISBN 3-446-21639-1

Shackelford, James F.;  
Werkstofftechnologie für Ingenieure  
Pearson Studium Verlag, München, 2005  
ISBN 3-8273-7159-7

|                                                                                  |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Modulname</b>                                                                 | <b>Kürzel des Moduls</b> |
| Elective Courses I                                                               |                          |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                                     | <b>Fachbereich</b>       |
| NN                                                                               |                          |
| <b>Verwendung in Studiengang</b>                                                 |                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Computational Mechanics</li> </ul> |                          |

|                    |              |                  |
|--------------------|--------------|------------------|
| <b>Studienjahr</b> | <b>Dauer</b> | <b>Modultyp</b>  |
| 0                  | 1            | Wahlpflichtmodul |

|                                |                                                                                                   |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Voraussetzungen laut PO</b> | <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>                                                                 |
| keine                          | Tensor Calculus, Continuum Mechanics, Numerical Mathematics I, Computer Languages for Engineers I |

| Nr.          | Veranstaltungen          | Semester | SWS       | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|--------------|--------------------------|----------|-----------|---------------------|--------------|
| 1            | Wahlpflicht Vertiefung 1 | 2        | 4         | 150                 | 5            |
| 2            | Wahlpflicht Vertiefung 2 | 2        | 4         | 150                 | 5            |
| 3            | Wahlpflicht Vertiefung 3 | 2        | 4         | 150                 | 5            |
| <b>Summe</b> |                          |          | <b>12</b> | <b>450</b>          | <b>15</b>    |

|                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Beschreibung</b>                                                                                                                                                                                                                                     |
| Aus einer vorgegebenen Liste von Wahlpflichtfächern, die dem jeweils aktuellen Angebot angepasst werden kann, ist eine vorgegebene Anzahl von technischen Wahlpflichtfächern auszuwählen. Diese ermöglichen eine Vertiefung auf den gewählten Gebieten. |
| <b>Ziele</b>                                                                                                                                                                                                                                            |
| Die detaillierten Ziele sind abhängig von den gewählten Fächern. Zweck sind Vertiefungen und Ergänzungen, überwiegend zu der gewählten Vertiefungsrichtung, aber zum Teil auch aus anderen Bereichen.                                                   |
| <b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>                                                                                                                                                                                                     |
| laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen                                                                                                                                                                                                            |

| Modulname          | Kürzel des Moduls |
|--------------------|-------------------|
| Elective Courses I |                   |
| Katalogname        | Katalogkürzel     |
|                    |                   |

| Semester | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|----------|--------|----------|-----------------|
| 2        | SS     | englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 4   | 60             | 90           | 150                 | 5            |

| Veranstaltungen im Katalog                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Advanced Numerical Methods</li> <li>• CAD in Civil Engineering</li> <li>• Computational Fluid Dynamics</li> <li>• Computer Supported Design Processes in Distributed Environments</li> <li>• Concepts of Environment Protection</li> <li>• Design of Concrete Structures</li> <li>• Fatigue and Lifetime of Machine Elements</li> <li>• Finite Element Method - Coupled Problems</li> <li>• Finite Element Method - Modelling in Steel Structures</li> <li>• Fortgeschrittene Computer Architektur</li> <li>• Geotechnics Project with Lab</li> <li>• Werkstoffauswahl II</li> </ul> |

| Verwendung in Studiengängen                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Computational Mechanics</li> </ul> |

| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Das Modul der Wahlpflichtfächer soll den Studierenden erlauben, den Schwerpunkt ihres Studienprogramms im Bereich der Profilierung weiter auszubauen. In dieser Weise wird die Tiefe der disziplinären Ausbildung erhöht, was einerseits wertvoll für eine klar definierte berufliche Verwendung sein kann, andererseits aber auch deutlich eine Ausrichtung auf eine an das Masterstudium anschließende wissenschaftliche Verwendung in der Forschung eröffnet (Promotion).</p> |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.</p>                                                                                                                |

| Katalogname                | Katalogkürzel        |
|----------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 1-3 |                      |
| Veranstaltungsname         | Veranstaltungskürzel |
| Advanced Numerical Methods | NumMeth              |
| Lehrende                   | Fach                 |
| Prof. Dr. Axel Klawonn     |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | SS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung/Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Verständnis und Beherrschung fortgeschrittener numerischer Methoden zur Lösung mathematischer Fragestellungen, die grundlegend für ingenieurtechnische Probleme sind.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Differentialgleichungen spielen eine immer wichtigere Rolle bei der Modellierung ingenieurtechnischer Vorgänge, z.B. Elastizität, Plastizität, Schwingungen, Strömungsmechanik, etc. In dieser Vorlesung werden verschiedene, grundlegende Klassen von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen betrachtet. Der Schwerpunkt wird dabei im Bereich der numerischen Lösung dieser Gleichungen liegen, d.h., in der Entwicklung geeigneter Lösungsalgorithmen, deren Konvergenzanalyse und Implementierung auf einem Computer. |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Semesters vom Dozenten festgelegt. Möglich sind mündliche oder schriftliche Prüfungen. Der Dozent kann die Teilnahme von der erfolgreichen Bearbeitung der Übungsaufgaben während des Semesters abhängig machen.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| a) Rappaz, M., Bellet, M., Deville, M., Numerical modeling in materials science and engineering. Springer Series in Computational Mathematics, 32. Springer-Verlag, Berlin, 2003. xii+540 pp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| b) Schwarz, H.R., Numerical analysis. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, 1989. xiv+517 pp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| c) Quarteroni, A., Sacco, F., Saleri, F., Numerical mathematics. Second edition. Texts in Applied Mathematics 37, Springer-Verlag, Berlin, 2007. xviii+655 pp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Katalogname                       | Katalogkürzel        |
|-----------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 1-3        |                      |
| Veranstaltungsname                | Veranstaltungskürzel |
| CAD in Civil Engineering          | CAD                  |
| Lehrende                          | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Jochen Menkenhagen |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | SS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Seminar / Seminarübung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Die Studierenden - kennen die grundlegenden Elemente eines CAD-Programms, - können 2 dimensionale Konstruktionszeichnungen erstellen, - kennen die Methoden der dreidimensionalen Konstruktion, - können abgeleitete Objektdaten wie Umfang, Schwerpunkt und Volumen aus in CAD beschriebenen Objekten berechnen. - kennen die Bedeutung der dreidimensionalen Modellierung im Hinblick auf die Generierung von FE-Netzen. |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| CAD in 2 Dimensionen - Konstruktion mit elementaren Objekten (Linie, Kreis, Bogen). - Bearbeitungsmethoden (Kopieren, Spiegeln, etc.) - Bemaßungen, Zusammenstellen einer Zeichnung<br>CAD in 3 Dimensionen - Elementare Körper, - Modellierung mit Sweepen und Rotieren. - Boolesche Operatoren und Modellierung komplexer Körper. Programme - praxisorientierte CAD-Software                                             |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                                              |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| Katalogname                        | Katalogkürzel        |
|------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 1-3         |                      |
| Veranstaltungsname                 | Veranstaltungskürzel |
| Computational Fluid Dynamics       | CFD                  |
| Lehrende                           | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Görner |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | SS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung/Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Vermittlung der Grundlagen für: - Strömungsmechanik - Mathematische Modellierung von Strömungsprozessen allg. - Numerische Lösung der beschreibenden Gleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Bilanzgleichungen der Strömungsmechanik - Euler-/Lagrange Beschreibung der Strömung laminare Strömungen turbulente Strömungen - Zeitgemittelte Gleichung - Turbulenzmodelle</p> <p>Zweiphasenströmung Beschreibung der Wärmeübertragung - Leitung - Konvektiver Transport - Strahlung - Strahlungseigenschaften Beschreibung der chemischen Reaktionen - allg. Grundlagen</p> <p>Numerische Lösung von Gleichungen/ Gleichungssystemen Beispiele für CFD-Anwendungen - Einfache Strömungen - Zweiphasenströmungen - Reagierende Strömungen - Umströmung von Gebäuden - Strömung in Gebäuden</p> |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>Görner, K.: Technische Verbrennungssysteme. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1991</p> <p>Goerner, K.; Klasen, Th.: Modelling, simulation and validation of the solid biomass combustion in different plants. Progr. Comp. Fluid Dyn., Vol.6, Nos.4/5, 2006</p> <p>Al-Halbouni, A.; Giese, A.; Flamme, M.; Goerner, K.: Applied modelling for bio and lean gas fired micro gas turbines. Progr. Comp. Fluid Dyn., Vol.6, Nos.4/5, 2006</p>                                                                                                                                                    |

| Katalogname                                                            | Katalogkürzel        |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 1-3                                             |                      |
| Veranstaltungsname                                                     | Veranstaltungskürzel |
| <b>Computer Supported Design Processes in Distributed Environments</b> | CSDE                 |
| Lehrende                                                               | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Martina Schnellenbach-Held                              |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen                       |
|-----|--------|----------|---------------------------------------|
| 4   | SS     | englisch | vorhergehende Module des 1. Semesters |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) Vorlesung: Vorlesung, Skript b) Übung: Hörsaalübung c) PC-Übung: PC-Pool                                                                                                                                                                                                                          |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Die Studierenden - kennen die Grundlagen der verteilten Kooperation - können dokumentenbasierte Projekt-Kommunikations-Systeme anwenden - kennen die Grundlagen objekt-orientierter Produkt- und Prozess-Modellierung - können Applikationen zur XML-basierten Kommunikation erstellen               |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| - Grundlagen der verteilten Kooperation - Grundlagen dokumentenbasierter Projekt-Kommunikations-Systeme - Anwendung dokumentenbasierter Projekt-Kommunikations-Systeme - Objekt-orientierte Produktmodellierung - Prozessmodellierung - Middleware (CORBA) und web-basierte Kommunikation (XML/SOAP) |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3 studienbegleitende Hausarbeiten, Klausur                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| - Cooperative Environments for Distributed Systems Engineering, K. Drira et al., Springer                                                                                                                                                                                                            |

| Katalogname                               | Katalogkürzel        |
|-------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 1-3                |                      |
| Veranstaltungsname                        | Veranstaltungskürzel |
| Design of Concrete Structures             | DCS                  |
| Lehrende                                  | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Martina Schnellenbach-Held |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen      |
|-----|--------|----------|----------------------|
| 4   | SS     | englisch | vorhergehende Module |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) Vorlesung: Vorlesung, Skript b) Übung: Hörsaalübung                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Die Studierenden - können die Kurz- und Langzeitverformungen von Stahlbetonkonstruktionen berechnen - beherrschen Bemessungsverfahren mit Hilfe von Stabwerkmodellen - können Ermüdungsnachweise führen - können für Stahlbetontragwerke des Hoch- und Ingenieurbaus Bemessungs- und Konstruktionsaufgaben lösen |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| - Verformungseigenschaften von Stahlbetonkonstruktionen - Stabwerkmodelle - Ermüdung - Eigenspannungen, Zwang, Mindestbewehrung - WU-Konstruktionen - Ingenieurbauwerke – Entwurf, Bemessung, Konstruktion                                                                                                       |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4 studienbegleitende Hausarbeiten, Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| - Schnellenbach-Held: Skript zur Vorlesung<br>- Betonkalender 2002 – 2006, Ernst & Sohn<br>- Avak/Goris „Stahlbetonbau aktuell, Praxishandbuch 2004+2005“, Bauwerk-Verlag                                                                                                                                        |

| Katalogname                                     | Katalogkürzel        |
|-------------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 1-3                      |                      |
| Veranstaltungsname                              | Veranstaltungskürzel |
| <b>Fatigue and Lifetime of Machine Elements</b> | FLME                 |
| Lehrende                                        | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Paul Josef Mauk                  |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   |        | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Modul: Bauteil- und Betriebsfestigkeit, Fatigue and life time of machine elements Ausgehend von den statischen und dynamischen Grenzspannungen werden die Dauerfestigkeit metallischer Werkstoffe und die sie beeinflussenden Parameter (Bauteilgröße, Mittelspannung, Oberfläche usw.) behandelt. Die Wirkung von Bauteilkerben an verschiedenen Werkstoffen und die daraus ermittelte Gestaltfestigkeit und Sicherheit zusammen mit den bruchmechanischen Kenngrößen metallischer Werkstoffe führen auf den Nachweis der Bauteil- und Betriebsfestigkeit von Maschinen- und Anlagenteilen. Die Fragen der Lebensdauer und der Belastbarkeit werden an Beispielen betrachtet. Die Behandlung der Kriechfestigkeit bei erhöhten Temperaturen ergänzen die Inhalte.</p> |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Rösler, J., Harders, H., Bäker, M.<br/> Mechanisches Verhalten der Werkstoffe<br/> Teubner Verlag, Wiesbaden, Juni 2006<br/> ISBN-13 978-3-8351-0008-4</p> <p>Schott, G.<br/> Werkstoffermüdung – Ermüdungsfestigkeit<br/> Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Stuttgart, 1997<br/> ISBN-3-342-00511-4</p> <p>Radaj, D.<br/> Ermüdungsfestigkeit – Grundlagen für Leichtbau, Maschinen- und Stahlbau<br/> Springer-Verlag, Berlin, 1995<br/> ISBN-3-540-58348-3</p> <p>Haibach, Erwin;<br/> Betriebsfestigkeit – Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung<br/> Springer-Verlag, Berlin, 2002</p>                                                                                                                                                                |

ISBN 3-540-43142-X

Dowling, N., E.  
Mechanical Behavior of Materials – Engineering Methods for  
Deformation, Fracture, and Fatigue  
Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2007  
ISBN 0-13-186312-6

Hertzberg, R., W.  
Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials  
John Wiley & Sons, Inc., New York, 1996  
ISBN 0-471-01214-9

| Katalogname                                     | Katalogkürzel        |
|-------------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 1-3                      |                      |
| Veranstaltungsname                              | Veranstaltungskürzel |
| <b>Finite Element Method - Coupled Problems</b> | FEM - Coupled        |
| Lehrende                                        | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken                       |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | SS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung Übung im Computer Pool                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Die Studierenden erlernen für gekoppelte Mehrfeldprobleme • die möglichen Anwendungsfelder, • die thermodynamische konsistente Beschreibung • die geeignete Finite Element Formulierung und • die geeigneten numerischen Approximationsverfahren Die Vorlesung wird durch eine Übung im Computer Pool ergänzt. Hierbei sollen zum einen eigenständig Finite Elemente für Mehrfeldprobleme programmiert werden, zum anderen werden kommerzielle Programme zur Lösung von Mehrfeldproblemen eingesetzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Neben den rein mechanischen Fragestellungen können mit der Finiten Element Methode (FEM) auch komplexere Fragestellungen mit gekoppelten Feldgleichungen behandelt werden. Beispiele hierfür sind • thermo-mechanische Kopplung, • elektro-mechanische Kopplung, • chemisch-mechanische Kopplungen oder Kombinationen hieraus. Die Behandlung dieser Aufgabenstellungen erfordert zum einen die Entwicklung von gekoppelten Materialgleichungen, welche den thermodynamischen Grundsätzen nicht widersprechen, zum anderen kann die Erweiterung des Gleichungssystems um eine zusätzliche Prozessvariable wie z. B. die Temperatur, das elektrische Feld oder eine chemische Zustandsvariable die numerischen Lösungseigenschaften im Rahmen der finite Element Approximation negativ beeinflussen. Für eine stabile Lösung gekoppelter Probleme mit Hilfe der Finiten Element Methode müssen • thermodynamisch konsistente Materialgleichungen Formuliert werden • erweiterte Finite Element Formulierungen entwickelt und • geeignete numerische Lösungsverfahren eingesetzt werden. |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Holzapfel, G.A.: Nonlinear solid mechanics. Wiley, 2000.<br>Hutter, K. & Jöhnk, K.: Continuum methods of physical modeling. Springer, 2004.<br>Müller, I.: Grundzüge der Thermodynamik. Springer, 1994.<br>Wilmanski, K.: Thermomechanics of continua. Springer, 1998.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Katalogname                                           | Katalogkürzel        |
|-------------------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 1-3                            |                      |
| Veranstaltungsname                                    | Veranstaltungskürzel |
| Finite Element Method - Modelling in Steel Structures | FEM-Steel            |
| Lehrende                                              | Fach                 |
| NN                                                    |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | SS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung. |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

| Katalogname                    | Katalogkürzel        |
|--------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 1-3     |                      |
| Veranstaltungsname             | Veranstaltungskürzel |
| Advanced Computer Architecture | ACA                  |
| Lehrende                       | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger     |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 3   | SS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung/Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Die Studierenden sind in der Lage moderne Konzepte der Rechnerarchitektur zu erklären und deren Vorteile gegenüber herkömmlichen von-Neumann-Rechnerarchitekturen zu erläutern. Sie sind weiterhin in der Lage, Rechnerarchitekturen hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit bezogen auf unterschiedliche Anwendungen zu bewerten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Diese Veranstaltung behandelt moderne Konzepte der Rechnerarchitektur, mit deren Hilfe leistungsfähige Rechenanlagen und Rechnernetze entwickelt werden können. Zu Anfang werden Prinzipien vorgestellt, mit denen die Leistungsgrenzen von CPUs herkömmlicher von-Neumann-Rechner überschritten werden können, wie etwa Pipelining, Architektur von Superscalar- und Vektorrechnern, behandelt. Darauf aufbauend werden verteilte Rechnerarchitekturen vorgestellt (Rechner-Arrays sowie verschiedenen Formen von vernetzten Rechnern). Schließlich werden Permutationsnetze als besonderer Aspekt von besonders spezialisierten und leistungsfähigen Rechner-Arrays eingeführt. Ein weiteres Thema ist Cache-Kohärenz in parallelen Systemen. Schließlich werden moderne Höchstleistungsrechner und ihre Eigenschaften vorgestellt sowie aktuelle Entwicklungen im Bereich "Grid Computing" diskutiert. |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| schriftliche Prüfung 90 min.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>1. D.E.Culler, J.P.Singh, A.Gupta<br/>Parallel Computer Architecture: A Hardware/Software Approach<br/>Morgan Kaufmann, 1999, ISBN 1-55860-343-3</p> <p>2. J.L.Hennessy, D.A.Patterson<br/>Computer Architecture: A Quantitative Approach<br/>Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 3rd edition, 2003</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| Katalogname                    | Katalogkürzel        |
|--------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 1-3     |                      |
| Veranstaltungsname             | Veranstaltungskürzel |
| Geotechnics Project with Lab   | GeoLab               |
| Lehrende                       | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Werner Richwien |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | SS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung / Übung / Laborpraktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Die Studierenden - können die einzelnen Schritte eines geotechnischen Projekts eigenständig bearbeiten - können die erforderlichen bodenmechanischen Laborversuche festlegen und exemplarisch auch durchführen - können den zugehörigen Baugrunduntersuchungsbericht verfassen - können die Bemessung des geotechnischen Bauwerks auf Basis der ermittelten Bodenkennwerte selbständig durchführen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Die Studierenden werden in Gruppen eingeteilt und erhalten je eine Gründungsaufgabe, für die zunächst die erforderlichen Felduntersuchungen festzulegen sind. Die erarbeiteten Konzepte werden im Rahmen der Lehrveranstaltungen in Kurzvorträgen vorgestellt und von den Teilnehmern diskutiert. In einem zweiten Bearbeitungsschritt werden die durchzuführenden bodenmechanischen Laborversuche ausgearbeitet, in den Lehrveranstaltungen vorgestellt und besprochen. Anschließend werden die Versuche unter Anleitung des Laborpersonals im Labor des Instituts durchgeführt. Im Anschluss daran wird die Abfassung bodenmechanischer Untersuchungsberichte erläutert. Ein solcher wird dann für jede Gründungsaufgabe angefertigt. Dieser enthält die Darstellung der Ergebnisse der Feld- und Laborversuche sowie deren gründungstechnische Bewertung. |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Semesters vom Dozenten festgelegt. Möglich sind mündliche oder schriftliche Prüfungen. Der Dozent kann die Teilnahme von der erfolgreichen Bearbeitung der Übungsaufgaben während des Semesters abhängig machen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Richwien, W.; Lesny, K.: Bodenmechanisches Praktikum, 11. Auflage, Verlag Glückauf, 2004<br>Buja, H.: Handbuch der Baugrunderkundung, Werner Verlag, 1999<br>Smolczyk, Ulrich (Hrsg.): Geotechnical Engineering Handbook, Volume 1, Ernst und Sohn, 2003<br>Lancellotta, R.: Geotechnical Engineering, Balkema, 1995                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Katalogname                   | Katalogkürzel        |
|-------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 1      |                      |
| Veranstaltungsname            | Veranstaltungskürzel |
| Werkstoffauswahl II           |                      |
| Lehrende                      | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Alfons Fischer |                      |

| SWS | Turnus | Sprache | Voraussetzungen |
|-----|--------|---------|-----------------|
| 4   |        | deutsch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung / Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Inhaltsangabe Vorlesung (Bester)/ Summary Lecture (Bester): - Die Stähle des Maschinenbaus (Eigenschaften, Anwendung und Verarbeitung) - Vergütungsstähle und Stähle für die Oberflächenhärtung - Stähle für Schwerkomponten (Schmiedestücke) - Höchstfeste Stähle - Federstähle - Ventilstähle - Hitzebeständige Stähle - Nichtrostende, chemisch beständige Stähle - Werkzeugstähle - Stähle für Schrauben und Muttern - Kaltzähe Stähle - Druckwasserstoffbeständige Stähle - Fertigungstechnische, anwendungstechnische und wirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Werkstoffauswahl</p> <p>Inhaltsangabe Übung (Fischer)/ Summary Tutorial (Fischer): Die Übung zur Werkstoffauswahl orientiert sich an der Vorgehensweise, wie sie im Buch "Materials Selection in Mechanical Design" von Michael F. Ashby (Butterworth) beschrieben ist. Zu diesem Zweck werden mit Hilfe der entsprechenden Software am Rechner Aufgaben von den Studenten selbstständig zu lösen sein. Die Werkstoffauswahl wird vor dem Hintergrund der Gebrauchs- und Fertigungseigenschaften bauteilabhängig durchgeführt und beinhaltet Beispiele aus den Bereichen Maschinenbau, Gebrauchsgüter und Medizintechnik. Der Nachweis der Verfügbarkeit wird über on-line Internetrecherchen ebenfalls als Kriterium für die Werkstoffauswahl behandelt. Auf Wunsch kann die Übung in Englisch gehalten werden.</p> |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>1)Werkstoffkunde Stahl, Band 1: Grundlagen und Band 2: Anwendung, Springer Verlag, Heidelberg</p> <p>2)Steel, A Handbook for Materials Research and Engineering, Vol. 1: Fundamentals and Vol. 2: Applications, Verlag Stahleisen, Düsseldorf</p> <p>3)Stahleisenwerkstoffblatt SEW088 Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, Richtlinien für die verarbeitung, besonders für das Schmelzschweißen, Verlag Stahleisen, Düsseldorf</p> <p>4) Materials Selection in Mechanical Design by Michael F. Ashby (Butterworth).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                                  |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Modulname</b>                                                                 | <b>Kürzel des Moduls</b> |
| Elective Courses II                                                              |                          |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                                     | <b>Fachbereich</b>       |
| NN                                                                               |                          |
| <b>Verwendung in Studiengang</b>                                                 |                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Computational Mechanics</li> </ul> |                          |

|                    |              |                  |
|--------------------|--------------|------------------|
| <b>Studienjahr</b> | <b>Dauer</b> | <b>Modultyp</b>  |
| 0                  | 1            | Wahlpflichtmodul |

|                                |                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Voraussetzungen laut PO</b> | <b>Empfohlene Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                    |
| keine                          | Tensor Calculus, Continuum Mechanics, Numerical Mathematics I, Computer Languages for Engineers I, Finite Element Method Foundation, Thermodynamics of Materials und 3 Fächer aus dem Modul Wahlpflicht Vertiefung I |

| Nr.          | Veranstaltungen          | Semester | SWS       | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|--------------|--------------------------|----------|-----------|---------------------|--------------|
| 1            | Wahlpflicht Vertiefung 4 | 3        | 4         | 150                 | 5            |
| 2            | Wahlpflicht Vertiefung 5 | 3        | 4         | 150                 | 5            |
| 3            | Wahlpflicht Vertiefung 6 | 3        | 4         | 150                 | 5            |
| <b>Summe</b> |                          |          | <b>12</b> | <b>450</b>          | <b>15</b>    |

|                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Beschreibung</b>                                                                                                                                                                                                           |
| Aus einer vorgegebenen Liste von Wahlpflichtfächern, die dem jeweils aktuellen Angebot angepasst werden kann, sind 3 technische Wahlpflichtfächern auszuwählen. Diese ermöglichen eine Vertiefung auf den gewählten Gebieten. |
| <b>Ziele</b>                                                                                                                                                                                                                  |
| Die detaillierten Ziele sind abhängig von den gewählten Fächern. Zweck sind Vertiefungen und Ergänzungen, überwiegend zu der gewählten Vertiefungsrichtung, aber zum Teil auch aus anderen Bereichen.                         |
| <b>Zusammensetzung der Modulprüfung / Modulnote</b>                                                                                                                                                                           |
| laut Prüfungsordnung aus den Einzelprüfungen                                                                                                                                                                                  |

| Modulname                  | Kürzel des Moduls |
|----------------------------|-------------------|
| Elective Courses II        |                   |
| Katalogname                | Katalogkürzel     |
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6 |                   |

| Semester | Turnus | Sprache          | Voraussetzungen |
|----------|--------|------------------|-----------------|
| 3        | WS     | deutsch/englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 4   | 60             | 90           | 150                 | 5            |

| Veranstaltungen im Katalog                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Advanced Modeling and Simulation Techniques</li> <li>• Analysis of Structures</li> <li>• Computational Inelasticity</li> <li>• CSCW und Programmwurfstechnik</li> <li>• Finite Element Method - Design of Structural Connection</li> <li>• Finite Element Method - Modelling Concrete Structures</li> <li>• Finite Element Method - Multiphase Materials</li> <li>• Modelling and Numerical Simulation of Geotechnical Problems</li> <li>• Parallel Computing</li> <li>• Pre-stressed Concrete</li> <li>• Schwingungsanalyse mit MATLAB</li> <li>• Simulation of Landfill Bodies</li> <li>• Technische Schadensanalyse</li> <li>• Werkstoffauswahl I</li> </ul> |

| Verwendung in Studiengängen                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Computational Mechanics</li> </ul> |

| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Das Modul der Wahlfächer soll den Studierenden erlauben, den Schwerpunkt ihres Studienprogramms im Bereich der Profilierung weiter auszubauen. In dieser Weise wird die Tiefe der disziplinären Ausbildung erhöht, was einerseits wertvoll für eine klar definierte berufliche Verwendung sein kann, andererseits aber auch deutlich eine Ausrichtung auf eine an das Masterstudium anschließende wissenschaftliche Verwendung in der Forschung eröffnet (Promotion).</p> |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.</p>                                                                                                         |

| Katalogname                                 | Katalogkürzel        |
|---------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6                  |                      |
| Veranstaltungsname                          | Veranstaltungskürzel |
| Advanced Modeling and Simulation Techniques | ModSim               |
| Lehrende                                    | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Dieter Schramm               |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   |        | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung (2SWS), Übungen (2 SWS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Die Teilnehmer der Vorlesung sollen in die Lage versetzt werden, geeignete Methoden auszuwählen und anzuwenden, um mechatronische Systeme effizient zu simulieren. Sie sind befähigt, diese Methoden auf eine Vielzahl technischer Probleme anzuwenden. Sie sind weiterhin in der Lage, Simulationsergebnisse korrekt zu interpretieren und zu diskutieren sowie ihre Relevanz und Gültigkeit für das gegebene Problem zu beurteilen. Weiterhin beherrschen sie Methoden zur Identifikation von Systemparametern und zur Optimierung mechatronischer Systeme.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Die Veranstaltung behandelt die fortgeschrittene Modellbildung und Simulation technischer Systeme (Vorlesung) und Anwendungen (Übung) Inhalte im Einzelnen: - Definitionen, Begriffsbildung - Domänen-spezifische und domänen-übergreifende Methoden in verschiedenen technischen Bereichen (z.B. Mechanik, Hydraulik, Elektrik, Elektronik) - Methoden zur Modellierung mechatronischer Systeme - Modellierung von Systemen mit konzentrierten und verteilten Parametern - Aufstellung und fortgeschrittene Verfahren zur Lösung differentieller und differential-algebraischer Gleichungen - Analyse linearer Systeme - Modalanalyse - Stabilität mechatronischer Systeme - Simulation mit objekt-orientierten Simulationssprachen - Lineare und nichtlineare Identifikation von Parametern und Optimierung - Anwendung von Matlab/Simulink und Dymola - Anwendungen |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| schriftliche oder mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- F.E. Cellier: Continuous System Modeling, Springer Verlag, 1991</li> <li>- M. Hermann: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen. München, Wien: Oldenbourg, 2004</li> <li>- H. Bossel : Systemdynamik. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1987</li> <li>- D. Möller: Modellbildung, Simulation und Identifikation Dynamischer Systeme, Springer-Lehrbuch, 1992</li> <li>- P. Fritzson: Principles of Object-Oriented Modelling and Simulation with Modelica</li> <li>- Foils and handouts in english and german language</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Katalogname                       | Katalogkürzel        |
|-----------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6        |                      |
| Veranstaltungsname                | Veranstaltungskürzel |
| Analysis of Structures            | AS                   |
| Lehrende                          | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Jochen Menkenhagen |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | WS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Seminar / Seminarübung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Die Studierenden - kennen die Elemente räumlicher Strukturmodellierungen, - kennen die Stabilitätsanalyse mit FEM und FSM, - kennen die dynamische Analyse von Systemen, - kennen geometrische und physikalische Nichtlinearitäten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Ebene Stabwerke - Modellierung in der Ebene, - Berechnung und Verifizieren der Ergebnisse<br>Räumliche Systeme - Modellierung räumlicher Stabwerke, - Modellierung von Flächen- und Volumenstrukturen<br>Berechnungen - Linear-elastische Berechnung, - Stabilitätsanalyse von Profilen unter Verwendung der Methode der finiten Streifen, Versagensformen von Profilgeometrien - Stabilitätsanalyse von Stabwerken und Flächenstrukturen, - Dynamische Analyse (Frequenzanalyse, modale Analyse), - Geometrisch- und physikalisch nichtlineare Berechnungen<br>Beurteilung - Beurteilung von Berechnungsergebnissen, - Nachweisführung mit FE- bzw. FS-Ergebnissen. |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; ausgrunddessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| Katalogname                         | Katalogkürzel        |
|-------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6          |                      |
| Veranstaltungsname                  | Veranstaltungskürzel |
| Computational Inelasticity          | Com Inelas           |
| Lehrende                            | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Schröder |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | WS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Die Vorlesung wird durch zahlreiche Übungen ergänzt, in denen überwiegend betreute Rechnerübungen zur Vertiefung der Inhalte im Vordergrund stehen.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sie soll Anwender komplexer computerorientierter Berechnungsverfahren das nötige Grundwissen zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen unter Berücksichtigung nichtlinearer Materialgleichungen mit Hilfe numerischer Verfahren vermitteln.                                                                                                                                                                                |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Die Vorlesung behandelt Methoden zur numerischen Lösung von physikalisch nichtlinearen Anfangs- und Randwertproblemen der Mechanik. Es wird eine Reihe nichtlinearer Materialgesetze vorgestellt, die im Einzelnen folgende Gliederung der Vorlesung ergeben: - Motivation und Überblick - Schädigung bei kleinen Verzerrungen - Elasto-Plastizität bei kleinen Verzerrungen - Hyperelastizität (große Verzerrungen) - Anisotropie |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aus Grunddensen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                                                      |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| [1] J.C. Simo, T.J.R. Hughes [2004], Computational Inelasticity, Springer<br>[2] J. Lemaitre [1996], A Course on Damage Mechanics, Springer<br>[3] I. Doghri [2000], Mechanics of Deformable Solids, Springer                                                                                                                                                                                                                      |

| Katalogname                                          | Katalogkürzel        |
|------------------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6                           |                      |
| Veranstaltungsname                                   | Veranstaltungskürzel |
| <b>CSCW and Software Engineering</b>                 | CSCW                 |
| Lehrende                                             | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Axel Hunger<br>Dr.-Ing. Stefan Werner |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | WS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung, Seminar und Praktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Die Studierenden sind fähig, die Grundkonzepte der rechnergestützten Gruppenarbeit im Kontext des Anwendungsgebietes Software Engineering zu beschreiben. Darüber hinaus sind sie in der Lage den Einsatz von Groupware im Zusammenhang mit nicht technischen Aspekte wie den der interkulturellen Kommunikation kritisch zu hinterfragen und ihr Wissen in die Konzeption einer technischen Umgebung einzubringen. Das Praktikum befähigt die Studierenden ihr eigenes Fachwissen in ein Team einzubringen, Werkzeuge und deren spezielle Unterstützungsfunktionen zu analysieren und deren Einsatz unter speziellen Randbedingungen sinnvoll zu planen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Die Vorlesung behandelt zunächst Grundkonzepte verteilter Systeme und des Software Projektmanagements und führt anschließend in die rechnergestützte Gruppenarbeit ein. Im zweiten Teil der Veranstaltung werden die bisher separat behandelten Themen der rechnergestützten Gruppenarbeit einerseits und des Software-Engineering andererseits zusammengeführt. Der Einsatz virtueller Teams im modernen Software-Engineering wird aus verschiedenen Blickwinkeln diskutiert. Schwerpunkte bilden dabei räumliche verteilte Teams, die Organisation virtueller Teams sowie interkulturelle Kommunikation und deren Einfluss auf Groupware. Schließlich werden spezielle Prozessmodelle zur Unterstützung verteilter Software-Engineering Teams vorgestellt. Das Praktikum zur Vorlesung ist als Projektpraktikum aufgebaut. Die Studierenden lernen einerseits verschiedene synchrone und asynchrone Groupware Applikationen kennen. Darüber hinaus planen sie den Einsatz von Groupware in einem virtuellen Unternehmen unter verschiedenen Randbedingungen wie Unternehmensstruktur, Prozessabläufe, Kosten, Ressourcen etc. |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| schriftliche Prüfung 90 min.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1 Borghoff, U.M.; Schlichter, J.H.: Computer Supported Cooperative Work, Springer Verlag 2000<br>2 Altmann, J.: Cooperative Software Development: Computer-Supported Coordination and Cooperation ♦, PhD-Thesis, Trauner, Linz, 1999<br>3 Werner, S.: Synchrone Groupware für die Software Engineering Ausbildung, dissertation.de-Verlag, Berlin 2003<br>4 Henrich, A.: Management von Softwareprojekten, R. Oldenbourg Verlag, München, 2001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| Katalogname                                                    | Katalogkürzel        |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6                                     |                      |
| Veranstaltungsname                                             | Veranstaltungskürzel |
| <b>Finite Element Method - Design of Structural Connection</b> | FEM-Str Con          |
| Lehrende                                                       | Fach                 |
| NN                                                             |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | WS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrunddessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung. |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

| Katalogname                                                  | Katalogkürzel        |
|--------------------------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6                                   |                      |
| Veranstaltungsname                                           | Veranstaltungskürzel |
| <b>Finite Element Method - Modelling Concrete Structures</b> | FEM-CS               |
| Lehrende                                                     | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Martina Schnellenbach-Held                    |                      |

| SWS | Turnus | Sprache          | Voraussetzungen      |
|-----|--------|------------------|----------------------|
| 4   | WS     | deutsch/englisch | Vorhergehende Module |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) Vorlesung: Vorlesung, Skript<br>b) Übung: Hörsaalübung                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Die Studierenden - können lineare und nichtlineare FE-Berechnungen durchführen - können Tragwerke des Stahlbetonbaus wirklichkeitsgetreu modellieren - beherrschen die Grundlagen der physikalisch nichtlinearen Berechnungen - beherrschen die Besonderheiten bei der FE-Modellierung von komplexen Stahlbetonkonstruktionen          |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Theoretische Grundlagen</li> <li>- Elementtypen</li> <li>- Lineare Finite-Elemente-Berechnungen</li> <li>- Diskretisierung - Modellbildung im Betonbau</li> <li>- Nichtlineare Finite-Elemente-Berechnungen im Betonbau</li> <li>- Iterationsverfahren</li> <li>- Werkstoffmodelle</li> </ul> |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4 studienbegleitende Hausarbeiten, Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| - Schnellenbach-Held, Keuser: Finite Elemente im Massivbau – Skript zur Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                      |

| Katalogname                                         | Katalogkürzel        |
|-----------------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6                          |                      |
| Veranstaltungsname                                  | Veranstaltungskürzel |
| <b>Finite Element Method - Multiphase Materials</b> | MultMat              |
| Lehrende                                            | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken                           |                      |

| SWS | Turnus | Sprache | Voraussetzungen                              |
|-----|--------|---------|----------------------------------------------|
| 4   | WS     | deutsch | vorhergehende Module des 1. und 2. Semesters |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) Vorlesung: Vorlesung, Skript b) Übung: Hörsaalübung / PC-Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Mehrphasensystemen kontinuumsmechanische behandeln</li> <li>• können thermodynamisch konsistente Materialgleichungen bei Mehrphasensystemen formulieren</li> <li>• können Randbedingungen bei Mehrphasensystemen formulieren</li> <li>• können das gekoppelte Gleichungssystem für die numerische Behandlung aufbereiten</li> <li>• können das Berechnungskonzept anhand numerischer Beispielrechnungen verifizieren</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Für viele industrielle Anwendungen wird eine Beschreibung von Materialien benötigt, welche sich aus mehreren Komponenten zusammensetzen. Beispiele hierfür sind Flüssigkeits gefüllte poröse Böden, mit Gas durchströmte Filter oder Biomaterialien. In der Vorlesung wird das Antwortverhalten der Materialien im Rahmen einer kontinuumsmechanischen Beschreibung behandelt. Als konzeptionellen Zugang für die Behandlung diskreter Mehrkomponentenmaterialien wird die Theorie der porösen Medien vorgestellt. Für die Entwicklung thermodynamisch konsistenter Materialgleichungen wird das konzeptionelle Vorgehen zur Entwicklung thermodynamisch konsistenter Materialgleichungen behandelt. Die Lösung des resultierenden Gleichungssystems erfolgt numerisch unter Verwendung der Methode der finiten Elemente (FEM). Aufgrund des zumeist stark gekoppelten und nichtlinearen Charakters des zu lösenden Gleichungssystems werden spezielle Elementformulierungen vorgestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation und Überblick</li> <li>• Einführung in die Theorie poröser Medien (TPM)</li> <li>• Entwicklung thermodynamisch konsistenter Materialgleichungen</li> <li>• Kontinuumsmechanische Behandlung</li> <li>• Beispiel: Flüssigkeitsgesättigter poröser Festkörper</li> <li>• Diskussion der Randbedingungen</li> <li>• Aufbereitung des gekoppelten Gleichungssystems für die numerische Behandlung</li> <li>• Verifikation des Berechnungskonzepts anhand numerischer Beispielrechnungen</li> </ul> |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrunddessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>de Boer, R.: Theory of porous media - highlights in the historical development and current state, Springer-Verlag, [2000]</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Ricken, T.: Kapillarität in porösen Medien - Theoretische Untersuchung und numerische Simulation, Dissertation, Shaker Verlag, Aachen, 2002

Ricken, T., Schwarz, A., Bluhm, J.: A Triphasic Model of Transversely Isotropic Biological Tissue with Application to Stress and Biological Induced Growth, Computational Materials Science **39**, 124 – 136, 2007

| Katalogname                                                        | Katalogkürzel        |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6                                         |                      |
| Veranstaltungsname                                                 | Veranstaltungskürzel |
| <b>Modelling and Numerical Simulation of Geotechnical Problems</b> | MNSGP                |
| Lehrende                                                           | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Werner Richwien<br>Dr.-Ing. Kerstin Lesny           |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | WS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung / Übung /Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Die Studierenden - können ein Standardprogramm zur Lösung erdstatischer Aufgaben fachkundig einsetzen - kennen komplexe Stoffgesetze zur Beschreibung des Materialverhaltens verschiedener Bodenarten - sind mit den Grundzügen der numerischen Modellierung geotechnischer Fragestellungen vertraut                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Anhand der Bearbeitung verschiedener geotechnischer Aufgaben (z. B. Grundwasserabsenkung oder Setzungsberechnung) erfolgt im Rahmen dieser Lehrveranstaltung eine Einführung in geotechnische Standardsoftware wie z. B. GGU. Darüber hinaus werden verschiedene Stoffgesetze der Bodenmechanik vorgestellt. Vor allem die Modelle Mohr-Coulomb, Drucker-Prager, Cam-Clay sowie das hypoplastische Stoffgesetz werden diskutiert. Die Verwendung solcher Stoffgesetze im Rahmen numerischer Berechnungen wird mit dem Finite Elemente Programm PLAXIS durch Simulation einfacher geotechnischer Fragestellungen (z. B. Triaxial- und Scherversuchen, Grundbruch und Böschungsbruch) eingeübt. |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Die Art der Prüfung wird zu Beginn des Semesters vom Dozenten festgelegt. Möglich sind mündliche oder schriftliche Prüfungen. Der Dozent kann die Teilnahme von der erfolgreichen Bearbeitung der Übungsaufgaben während des Semesters abhängig machen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Chen, W.F.; Baladi, G.Y.: Soil Plasticity-Theory and Implementation, Elsevier, 1985<br>Desai, C.; Siriwardane, H.: Constitutive Laws for Engineering Materials with Special Emphasis on Geologic Materials, Prentice Hall, 1984<br>Kolymbas D.: Constitutive Modelling of Granular Materials, Springer, 2000<br>Manuals PLAXIS, 2003<br>Wu, W., Bauer, E. (1994): A Simple Hypoplastic Constitutive Model for Sand, Int. J. for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol. 18, p. 833-862                                                                                                                                                                                         |

| Katalogname                    | Katalogkürzel        |
|--------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6     |                      |
| Veranstaltungsname             | Veranstaltungskürzel |
| <b>Parallel Computing</b>      | ParComp              |
| Lehrende                       | Fach                 |
| Dr. rer. nat. Oliver Rheinbach |                      |

| SWS | Turnus | Sprache | Voraussetzungen |
|-----|--------|---------|-----------------|
| 4   | WS     | deutsch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung+Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Die Teilnehmer sollen parallele Algorithmen für parallele Rechner mit verteiltem und mit gemeinsamen Speicher beurteilen, entwickeln und implementieren können.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Die schnellsten Rechner der Welt sind heute massiv parallele Systeme mit verteiltem Speicher und haben viele zehntausend Prozessoren. Kleinere Parallelrechner aus preiswerten Standardkomponenten werden erfolgreich in der Industrie eingesetzt und sind heute sogar für kleine und mittlere Unternehmen erschwinglich geworden. Zudem hat durch die Verbreitung der Mehrkerntechnologie das parallele Rechnen mit gemeinsamen Speicher stark an Bedeutung gewonnen. In dieser Veranstaltung werden theoretische und praktische Kenntnisse des parallelen wissenschaftlichen Rechnens vermittelt. Dabei wird auf grundlegende Prinzipien paralleler Algorithmen ebenso eingegangen wie auf Software-Standards wie MPI oder OpenMP. Insbesondere soll auch das parallele Lösen linearer Gleichungssysteme, wie sie etwa bei der Diskretisierung mechanischer Probleme mit der Finite-Elemente-Methode entstehen, eingegangen werden. In der Übung werden dazu aktuelle Softwarebibliotheken eingesetzt. |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; auf Grund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| William Gropp, Ewing Lusk, Anthony Skjellum, Using MPI: Portable Parallel Programming with the Message-Passing Interface, MIT press, 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Anne Greenbaum, Iterative Methods for Solving Linear Systems, SIAM, 1997                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Michael Quinn, Parallel Programming in C with MPI and OpenMP, McGraw-Hill, 2003                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Ananth Grama, Anshul Gupta, George Karypis, Introduction to Parallel Computing: Design and Analysis of Algorithms, Addison-Wesley, 2nd ed. 2003                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

| Katalogname                               | Katalogkürzel        |
|-------------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6                |                      |
| Veranstaltungsname                        | Veranstaltungskürzel |
| <b>Pre-stressed Concrete</b>              | PC                   |
| Lehrende                                  | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Martina Schnellenbach-Held |                      |

| SWS | Turnus | Sprache          | Voraussetzungen      |
|-----|--------|------------------|----------------------|
| 4   | WS     | deutsch/englisch | Vorhergehende Module |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) Vorlesung: Vorlesung, Skript b) Übung: Hörsaalübung                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Die Studierenden - können die zeitabhängigen Betonverformungen formulieren und ermitteln - können für Spannbetonbauteile Bemessungsaufgaben lösen - beherrschen die Grundlagen des Entwurfs und der Ausführung von Bauteilen und Bauwerken aus Spannbeton                                                                               |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| - Vorspanntechnologie - Zentrisch vorgespannte Bauteile - Lastfall Vorspannung für statisch bestimmte und statisch unbestimmte Bauteile - Querschnittswerte und Querschnittsformen - Zeitabhängiges Materialverhalten - Spannkraftverluste - Bemessung – Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit - Entwurf von Spannbetonkonstruktionen |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4 studienbegleitende Hausarbeiten Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| - Schnellenbach-Held: Grundlagen des Spannbetonbaus und Spannbeton – Bemessung und Konstruktion – Skripte zur Vorlesung                                                                                                                                                                                                                 |

| Katalogname                          | Katalogkürzel        |
|--------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4             |                      |
| Veranstaltungsname                   | Veranstaltungskürzel |
| <b>Schwingungsanalyse mit MATLAB</b> | MATLAB               |
| Lehrende                             | Fach                 |
| Dr.-Ing. Bernhardt Weyh              |                      |

| SWS | Turnus | Sprache | Voraussetzungen |
|-----|--------|---------|-----------------|
| 4   | WS     | deutsch | keine           |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung / Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Das Programmpaket MATLAB ist ein Werkzeug zur numerischen Bearbeitung von einfachen bis hin zu komplexen technischen Systemen. Es ist zur schnellen Analyse und Synthese dynamischer Vorgänge insbesondere in der Prototypenentwicklung geeignet und wird heute zunehmend in der Industrie eingesetzt. In dieser Lehrveranstaltung soll eine Einführung in MATLAB an ausgewählten Beispielen gegeben und u.a. auf die Problemkreise der Schwingungsanalyse passiver und aktiver linearer als auch nichtlinearer Systeme angewandt sowie durch Übungen am Rechner vertieft werden. Dies schließt die Verknüpfung von Symbolik und Numerik ein. 2D- und 3D-Visualisierungen zur Ergebnisinterpretation werden erarbeitet. Im Anschluss an die Einführung in die MATLAB-Programmierschnittstelle und deren Sprachelemente werden folgende Problemkreise behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwingungsanalyse linearer Systeme: Eigenschwingungen und erzwungene Schwingungen; Modalanalyse zur Schwingungsbeurteilung (Dämpfungs- und Resonanzverhalten); Beispiele der Strukturdynamik mit FE-Diskretisierung auf Balkenelementbasis.</li> <li>• Untersuchung nichtlinearer Systeme: Berechnung stationärer und instationärer Vorgänge (Einführung in eine blockorientierte Programmierung); Linearisierungstechniken.</li> <li>• Einführung in die Computeralgebra unter MATLAB mit MAPLE-Kern, symbolisches Erstellen von Bewegungsgleichungen sowie Verknüpfung von Symbolik und Numerik.</li> </ul> |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Angermann, Beuschel, Rau, Wohlfahrt: MATLAB-Simulink-Stateflow, 2.Aufl., Oldenbourg Verlag München 2003</p> <p>Hoffmann, Brunner: MATLAB &amp; Tools für die Simulation dynamischer Systeme, Addison-Wesley Verlag GmbH 2002</p> <p>Pratap, R: Getting Started with MATLAB 6. A Quick Introduction for Scientists and Engineers, Oxford University Press, New York-Oxford 2002</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

| Katalogname                          | Katalogkürzel        |
|--------------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6           |                      |
| Veranstaltungsname                   | Veranstaltungskürzel |
| <b>Simulation of Landfill Bodies</b> | Sim Landfill         |
| Lehrende                             | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Renatus Widmann       |                      |

| SWS | Turnus | Sprache  | Voraussetzungen |
|-----|--------|----------|-----------------|
| 4   | WS     | englisch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung/Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Die Veranstaltung gibt einen Überblick zum Stand der Deponietechnik. Es werden die biologischen, chemischen und physikalischen Vorgänge in einem Deponiekörper beschrieben. Mit der Einführung der Theorie poröser Medien sowie den gewonnenen Erkenntnissen über die Aktivitäten in einer Deponie wird das numerische Simulationsmodell erläutert. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, mit den gewonnenen theoretischen Kenntnissen selbständig einen Deponiekörper charakterisieren sowie eine numerische Simulationen über das langfristige Emissionsverhalten durchführen zu können.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Eine prozessorientierte und auf experimentellen Untersuchungen gestützte numerische Simulation zur Bewertung des Emissionsverhaltens eines Deponiekörpers im Langzeitmaßstab kann maßgebend zur Abschätzung des Risikopotentials in der Deponienachsorgephase beitragen. Die Modellierung der Transport- und Umsetzungsprozesse in Siedlungsabfalldeponien, unter Berücksichtigung der biologischen Aktivität der Mehrphasenströmungen in porösen Körpern mechanisch und numerisch zu erfassen, ist für die Abfallwirtschaft von großem Interesse. Die biologischen, chemischen und physikalischen Vorgänge im abgelagerten Abfall sind eng aneinander gebunden und können deshalb nur mit Hilfe gekoppelter Differentialgleichungen (Formulierung von Bilanzgleichungen) beschrieben werden. Ein auf Grundlage der Theorie poröser Medien entwickeltes Modell dient mit Hilfe experimenteller Untersuchungen und deren Ergebnisse zur Charakterisierung des Deponiekörpers und der im Langzeitmaßstab entstehenden Emissionen. |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aufgrund dessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Katalogname                   | Katalogkürzel        |
|-------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6    |                      |
| Veranstaltungsname            | Veranstaltungskürzel |
| Technische Schadensanalyse    |                      |
| Lehrende                      | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Alfons Fischer |                      |

| SWS | Turnus | Sprache | Voraussetzungen |
|-----|--------|---------|-----------------|
| 4   |        | deutsch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung / Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>Die Vorlesung befasst sich mit den modernen Strategien zur Schadensanalytik. Dabei werden zunächst die Schädigungsmechanismen von mechanischen, chemischen und tribologischen (Verschleiß) Schäden vorgestellt und deren direkte Zuordnung anhand von Schädigungserscheinungsformen erläutert. Die Vorgehensweise stützt sich dabei auf optische, physikalische und chemische Analysemethoden, die heute üblich sind. Nach Bestimmung der Schadensmechanismen und der Schadenfolge werden mögliche Wege zur Schadenabhilfe (Sofortmaßnahmen) und grundsätzlichen Vermeidung (Gegenmaßnahmen) vor dem Hintergrund realer Schäden aufgezeigt. In der Übung führen die Studentinnen und Studenten anhand von Schadteilen im Team unter Anleitung und selbstständig vollständige Schadensanalysen incl. dem notwendigen Berichtswesen durch.</p> |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; aus Grunddessa können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Katalogname                   | Katalogkürzel        |
|-------------------------------|----------------------|
| Wahlpflicht Vertiefung 4-6    |                      |
| Veranstaltungsname            | Veranstaltungskürzel |
| Werkstoffauswahl I            |                      |
| Lehrende                      | Fach                 |
| Prof. Dr.-Ing. Alfons Fischer |                      |

| SWS | Turnus | Sprache | Voraussetzungen |
|-----|--------|---------|-----------------|
| 4   | WS     | deutsch |                 |

| Lehrform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorlesung / Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lernziele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>- Verarbeitung von Stahl (schweißtechnische Grundlagen) - Richtlinien für die schweißtechnische Verarbeitung von Feinkornbaustählen - Schweißkonstruktionen mit Beanspruchungen in Dickenrichtung - Struktur und mechanische Eigenschaften von Schweißnähten - Alterung von Stahl und Schweißnähten - Die Stähle des Maschinenbaus (Eigenschaften, Anwendung und Verarbeitung) - Allgemeine Baustähle - Wetterfeste Stähle - Alterungsbeständige Stähle - Normalgeglühte, schweißgeeignete Feinkornbaustähle - Wasservergütete, schweißgeeignete Feinkornbaustähle - Thermomechanisch-gewalzte Stähle für den Behälter- und den Gasfernleitungsbau - Baustähle für Schweißkonstruktionen mit Beanspruchungen in Dickenrichtung (Offshore-Stähle) - Stähle für den Schiffbau - Automatenstähle - Fertigungstechnische, anwendungstechnische und wirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Werkstoffauswahl - Werkstoffauswahl anhand von Werkstofftabellen, Werkstoffhandbüchern und Datenbanken Inhaltsangabe Übung (Fischer)/ Summary Tutorial (Fischer): Die Übung zur Werkstoffauswahl orientiert sich an der Vorgehensweise, wie sie im Buch Materials Selection in Mechanical Design" von Michael F. Ashby (Butterworth) beschrieben ist. Zu diesem Zweck werden mit Hilfe der entsprechenden Software am Rechner Aufgaben von den Studenten selbstständig zu lösen sein. Die Werkstoffauswahl wird vor dem Hintergrund der Gebrauchs- und Fertigungseigenschaften bauteilabhängig durchgeführt und beinhaltet Beispiele aus den Bereichen Maschinenbau, Gebrauchsgüter und Medizintechnik. Der Nachweis der Verfügbarkeit wird über on-line Internetrecherchen ebenfalls als Kriterium für die Werkstoffauswahl behandelt. Auf Wunsch kann die Übung in Englisch gehalten werden.</p> |
| Studien-/Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Die Art und Dauer der Prüfung wird gemäß der Prüfungsordnung vom Lehrenden vor Beginn des Semesters bestimmt; ausgründdessen können als Prüfungen Klausuren mit einer Dauer zwischen 60 und 120 Minuten bzw. mündliche Prüfungen mit einer Dauer von 30 bis 60 Minuten festgesetzt werden. Die Sprache der Prüfung ist gleich der Sprache der Veranstaltung.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Literatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>1)Werkstoffkunde Stahl, Band 1: Grundlagen und Band 2: Anwendung, Springer Verlag, Heidelberg<br/> 2)Steel, A Handbook for Materials Research and Engineering, Vol. 1: Fundamentals and Vol. 2: Applications, Verlag Stahleisen, Düsseldorf<br/> 3)Stahleisenwerkstoffblatt SEW088 Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, Richtlinien für die Verarbeitung, besonders für das Schmelzschweißen, Verlag Stahleisen, Düsseldorf<br/> 4)Materials Selection in Mechanical Design by Michael F. Ashby (Butterworth).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                  |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Modulname</b>                                                                 | <b>Kürzel des Moduls</b> |
| Soft Skills                                                                      |                          |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                                     | <b>Fachbereich</b>       |
| NN<br>Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken                                                  |                          |
| <b>Verwendung in Studiengang</b>                                                 |                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Master Computational Mechanics</li> </ul> |                          |

|                    |              |                  |
|--------------------|--------------|------------------|
| <b>Studienjahr</b> | <b>Dauer</b> | <b>Modultyp</b>  |
| 2                  | 1            | Wahlpflichtmodul |

|                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Voraussetzungen laut PO</b> | <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> |
|                                |                                   |

| Nr.          | Veranstaltungen | Semester | SWS      | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|--------------|-----------------|----------|----------|---------------------|--------------|
| 1            | Soft Skills 1   | 3        | 3        | 120                 | 4            |
| 2            | Soft Skills 2   | 3        | 3        | 120                 | 4            |
| <b>Summe</b> |                 |          | <b>6</b> | <b>240</b>          | <b>8</b>     |

| Modulname                       | Kürzel des Moduls        |
|---------------------------------|--------------------------|
| Soft Skills                     |                          |
| Veranstaltungsname              | Kürzel der Veranstaltung |
| Soft Skills 1                   | Soft I                   |
| Lehrende                        | Fach                     |
| NN<br>Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken |                          |

| Semester | Turnus | Sprache          | Voraussetzungen |
|----------|--------|------------------|-----------------|
| 3        | WS     | deutsch/englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand<br>in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|------------------------|--------------|
| 3   | 45             | 75           | 120                    | 4            |

| Lehrform                  |
|---------------------------|
|                           |
| Lernziele                 |
|                           |
| Beschreibung              |
|                           |
| Studien-/Prüfungsleistung |
|                           |
| Literatur                 |
|                           |

| Modulname                       | Kürzel des Moduls        |
|---------------------------------|--------------------------|
| Soft Skills                     |                          |
| Veranstaltungsname              | Kürzel der Veranstaltung |
| Soft Skills 2                   | Soft II                  |
| Lehrende                        | Fach                     |
| NN<br>Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken |                          |

| Semester | Turnus | Sprache          | Voraussetzungen |
|----------|--------|------------------|-----------------|
| 3        | WS     | deutsch/englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand<br>in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|------------------------|--------------|
| 3   | 45             | 75           | 120                    | 4            |

| Lehrform                  |
|---------------------------|
|                           |
| Lernziele                 |
|                           |
| Beschreibung              |
|                           |
| Studien-/Prüfungsleistung |
|                           |
| Literatur                 |
|                           |

|                                                                                    |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Modulname</b>                                                                   | <b>Kürzel des Moduls</b> |
| <b>Abschlussarbeit Modul</b>                                                       |                          |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                                       | <b>Fachbereich</b>       |
| NN                                                                                 |                          |
| <b>Verwendung in Studiengang</b>                                                   |                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Computational Mechanics</li> </ul> |                          |

|                    |              |                 |
|--------------------|--------------|-----------------|
| <b>Studienjahr</b> | <b>Dauer</b> | <b>Modultyp</b> |
| 2                  | 1            | Pflichtmodul    |

|                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Voraussetzungen laut PO</b> | <b>Empfohlene Voraussetzungen</b> |
|                                |                                   |

| <b>Nr.</b>   | <b>Veranstaltungen</b>              | <b>Semester</b> | <b>SWS</b> | <b>Arbeitsaufwand in h</b> | <b>ECTS-Credits</b> |
|--------------|-------------------------------------|-----------------|------------|----------------------------|---------------------|
| 1            | Fachübergreifendes Abschlussprojekt | 4               | 0          | 360                        | 12                  |
| 2            | Abschlussarbeit                     | 4               | 0          | 540                        | 18                  |
| <b>Summe</b> |                                     |                 | <b>0</b>   | <b>900</b>                 | <b>30</b>           |

| Modulname                       | Kürzel des Moduls        |
|---------------------------------|--------------------------|
| Abschlussarbeit Modul           |                          |
| Veranstaltungsname              | Kürzel der Veranstaltung |
| Abschlussarbeit                 |                          |
| Lehrende                        | Fach                     |
| NN<br>Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken |                          |

| Semester | Turnus | Sprache          | Voraussetzungen |
|----------|--------|------------------|-----------------|
| 4        | WS     | deutsch/englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 0   | 0              | 540          | 540                 | 18           |

| Modulname                           | Kürzel des Moduls        |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Abschlussarbeit Modul               |                          |
| Veranstaltungsname                  | Kürzel der Veranstaltung |
| Fachübergreifendes Abschlussprojekt |                          |
| Lehrende                            | Fach                     |
| NN                                  |                          |

| Semester | Turnus | Sprache          | Voraussetzungen |
|----------|--------|------------------|-----------------|
| 4        | WS     | deutsch/englisch |                 |

| SWS | Präsenzstudium | Eigenstudium | Arbeitsaufwand in h | ECTS-Credits |
|-----|----------------|--------------|---------------------|--------------|
| 0   | 0              | 360          | 360                 | 12           |

# Impressum

Universität Duisburg Essen  
Fachbereich Ingenieurwissenschaften  
Programmverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Tim Ricken  
Straße: Lotharstraße 1  
Ort: 47048 Duisburg  
Tel: +49 / (0)201 / 1832681  
Fax: +49 / (0)201 / 1832680  
Email: tim.ricken@uni-due.de

Die aktuelle Version des Modulhandbuchs ist zu finden unter:  
[www.uni-duisburg-essen.de/studium/bologna/modulhandbuch](http://www.uni-duisburg-essen.de/studium/bologna/modulhandbuch)

Rechtlich bindend ist die Prüfungsordnung.

## Legende

WS Wintersemester  
SS Sommersemester  
SWS Semesterwochenstunden  
Cr. Anrechnungspunkte (Credits)  
V Vorlesung  
Ü Übung  
P Praktikum  
S Seminar  
d deutsch  
e englisch