

**Modulbeschreibung**

# Multiphysics Modeling and Simulation

**Allgemeine Informationen**
**Anzahl ECTS-Credits**

3

**Modulkürzel**

TSM\_Multiply

**Version**

30. August 2009

**Modulverantwortliche/r**

Jürgen Schumacher, ZHAW

**Sprache**

|            | Lausanne  | Bern   | Zürich                         |
|------------|---|--|--------------------------------|
| Unterricht | <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F | <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F | x D x E                        |
| Unterlagen | <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F | <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F | <input type="checkbox"/> D x E |
| Prüfung    | <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F | <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F | <input type="checkbox"/> D x E |

**Modulkategorie**

- Erweiterte theoretische Grundlagen
- x Technisch-wissenschaftliche Vertiefung
- Kontextmodule

**Lektionen**

- x 2 Vorlesungslektionen und 1 Übungslektion pro Woche
- 2 Vorlesungslektionen pro Woche

**Kurzbeschreibung /Absicht und Inhalt des Moduls in einigen Sätzen erklären**

Das Modul vermittelt einen Einblick in die Modellierung und Simulation von gekoppelten Effekten (Multiphysics). Die Studenten lernen die methodischen Vorgehensweisen, die für ein erfolgreiche Lösen von Modellierungs- und Simulationsproblemen in den unterschiedlichen Gebieten der Technik und Physik nötig sind. Die Festigung und Vertiefung des theoretischen Wissen geschieht anhand von konkreten Problemen, die mit den passenden Methoden und Programmen (MatLab, Comsol Multiphysics) gelöst werden.

**Ziele, Inhalt und Methoden**
**Lernziele, zu erwerbende Kompetenzen**

- Die Studenten sind in der Lage, lokale und räumlich verteilte Systeme, wie sie in den Ingenieurwissenschaften vorkommen, zu modellieren und zu simulieren.
- Die Studenten sind in der Lage ein reales Problem physikalisch und mathematisch zu beschreiben. Sie sind in der Lage Symmetrien zu erkennen und davon zu profitieren. Sie sind sich bewusst, welche Vereinfachungen gemacht werden können und was deren Einflüsse auf die Resultate sind.
- Die Studenten wissen unterschiedliche numerische Lösungsmethoden und erhältlichen Gleichungslöser und Finite-Elemente Pakete zur Lösung von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen zu nutzen.
- Die Studenten lernen zuverlässige Modelle zu entwickeln, diese zu validieren und ihre Gültigkeitsgrenzen zu benennen.
- Die Studenten sind in der Lage Simulationsresultate kritisch zu interpretieren.

**Modulinhalt mit Gewichtung der Lehrinhalte**

- Auffrischung: Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Anfangs- / Randbedingungen, generelle Methoden zum Lösen der Differentialgleichungen.
- Modellierung ungekoppelter physikalischer Phänomene durch die Anwendung von Erhaltungsgleichungen und Materialgesetzen: Transport von Masse, Energie, Ladung, Impuls.
- Numerische Diskretisierungsmethoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen: Finite Differenzen, Finite Elemente, Finite Volumen und Zeitdiskretisierung.
- Analyse eines Multiphysik-Problems, das analytisch formuliert und mit Bleistift und Papier gelöst werden kann, z.B. Kopplung von Ladungs- und Energietransport in einer Dimension.
- Einführung in die Modellierung von Multiphysics-Problemen, die mit der Finite Elemente Methode gelöst werden. Übungen am Computer: Eingabe der Modellgeometrie, Erzeugen eines Diskretisierungsgitters, Spezifikation physikalischer

Materialeigenschaften im Modell.

- Fallstudien und Übungen: thermoelectric conductor, laser heating, capacitive pressure sensor, electrokinetic current.
- Fortgeschrittene Multiphysik-Modellierung: „coefficient form“ einer Erhaltungsgleichung, Umformung einer partiellen Differentialgleichung in die schwache Form. Die schwache Form ist die Basis der Finite Elemente Methode.
- Modellvalidierung und Erkennen der Gültigkeitsgrenzen eines Modells.

#### Lehr- und Lernmethoden

- Frontalunterricht
- Praktisches Arbeiten mit passenden Softwarepaketen
- Übungen
- Selbst- und Literaturstudium
- Einzel- und Gruppenarbeiten

#### Voraussetzungen, Vorkenntnisse, Eingangskompetenzen

- Bachelor Niveau in Physik und Mathematik (Newtonsche Mechanik, gewöhnliche Differentialgleichungen, elementare Kenntnisse in Vektor- und Matrixrechnung).
- Elementare Kenntnisse in MatLab/Simulink oder ähnlicher Softwarepakete.

#### Bibliografie

#### Leistungsbewertung

##### Zulassungsbedingungen für die Modulschlussprüfung (Testatbedingungen)

Erfolgreiche Durchführung der Modellierungs- und Simulationsübungen.

#### Schriftliche Modulschlussprüfung

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Prüfungsdauer :       | 120 Minuten   |
| Erlaubte Hilfsmittel: | <ul style="list-style-type: none"><li>• Modulunterlagen</li><li>• Lehrbücher</li><li>• Computer</li></ul> |