

<b>Modulbezeichnung: Finite Elemente Methode</b>	
<b>Modulkürzel</b>	t.BA.MT.FEM.19HS
<b>ECTS Credits</b>	4
<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
<b>Verantwortliche OE</b>	IMES
<b>Modulverantwortung</b>	Ralf Pfrommer
<b>Rechtliche Grundlagen</b>	Die Modulbeschreibung ist neben Rahmenprüfungsordnung und Studienordnung Teil der Rechtsgrundlage. Sie ist verbindlich. Eine in der ersten Unterrichtswoche des Semesters schriftlich festgehaltene und kommunizierte Modulvereinbarung kann die Modulbeschreibung präzisieren. Die Modulvereinbarung ersetzt nicht die Modulbeschreibung.
<b>Modulprägung</b>	Typ 3a  2 Lektionen Vorlesung pro Semesterwoche und Klasse + 2 Lektionen Praktikum pro Semesterwoche und Halbkasse
<b>Beschreibung des Moduls</b>	Die Teilnehmer werden in die strukturmechanischen und mathematischen Grundlagen der Methode der Finiten Elemente eingeführt und lernen, lineare Festigkeitsprobleme mit dem FE-Programm Abaqus zu bearbeiten.

# Modulbezeichnung: Finite Elemente Methode

## Inhalte des Moduls

### 1. Einführung in das FE-Programm Abaqus

- 1.1 Überblick, Entwicklung, wirtschaftlicher Nutzen der FE-Methode
- 1.2 Beispiele aus der Praxis
- 1.3 Praktische Übungen mit dem FE-Programm Abaqus
  - 1.3.1 Verschiedene Modellierungstechniken eines Zugstabes
  - 1.3.2 Berechnung eines Pumpenrades
  - 1.3.3 Berechnung eines Kolbens mit Pleuel
  - 1.3.4 Berechnung einer Dampfturbinenschaufel

### 2. Eindimensionale FE-Probleme

- 2.1 Prinzip der FEM am Beispiel eines Fachwerkes
  - 2.1.1 Steifigkeitsmatrix des Zug/Druckstabes im lokalen System
  - 2.1.2 Transformation der lokalen Steifigkeitsmatrix auf das globale System
  - 2.1.3 Kompilation der Gesamtsteifigkeitsmatrix
  - 2.1.4 Berücksichtigung von Randbedingungen und Lasten
  - 2.1.5 Berechnung der Spannungen und Deformationen
- 2.2 Die Steifigkeitsmatrix des Biegebalkens
  - 2.2.1 Der Euler-Bernoulli-Balken mit Streckenlast
  - 2.2.2 Superposition des Stab-Elementes und des Balken-Element

### 3. Mathematische Grundlagen der FE-Methode

- 3.1 Grundgleichungen der linearen Elastizitätstheorie
- 3.2 Starke und schwache Form am Beispiel des Zugstab-Problems
- 3.3 Differenzierbarkeitsanforderungen an Verschiebungsfunktionen
- 3.4 Das Verfahren von Galerkin
- 3.5 Ansatz- und Formfunktionen
- 3.6 Numerische Integration nach Gauss
- 3.7 Konstruktion von Elementsteifigkeitsmatrizen mittels schwacher Form

### 4. Zweidimensionale FE-Probleme

- 4.1 Membranprobleme
  - 4.1.1 Starke und schwache Form des Membranproblems
  - 4.1.2 Steifigkeitsmatrix des 3-Knoten-Membranelements
  - 4.1.3 Steifigkeitsmatrix des rotationssymmetrischen Membranelements
- 4.2 Ebene Probleme
  - 4.2.1 Starke und schwache Form des ebenen Problems
  - 4.2.2 Das isoparametrische Konzept
  - 4.2.3 Das isoparametrische 4-Knoten-Element
    - 4.2.3.1 Steifigkeitsmatrix des 4-Knoten-Elementes für ESZ
    - 4.2.3.2 Steifigkeitsmatrix des 4-Knoten-Elementes für EVZ
- 4.3 Numerische Effekte
  - 4.3.1 Hourglassing
  - 4.3.2 Shear-Locking
- 4.4 Kriterien zur Elementauswahl

## Vorkenntnisse

Die Inhalte dieses Moduls setzen die sichere Beherrschung des Stoffes von Analysis 1 und 2, Algebra und Statistik 1 und 2 sowie Statik und Festigkeitslehre voraus.

## Modulbezeichnung: Finite Elemente Methode

<b>Lernziele (Kompetenzen)</b>	<b>Die Studierenden...</b>		<b>Kompetenzen</b>	<b>Taxonomiestufen</b>		
	Kann Randbedingungen in die Geamtsteifigkeitsmatrix einarbeiten		F, M	K4		
	Kann die lokalen Steifigkeitsmatrizen eindimensionaler Elemente wie Stab und Balken aufstellen und ins globale System transformieren		F, M	K4		
	Kann verschiedene unerwünschte numerische Effekte bei FE-Berechnungen erklären und auch erkennen		M, F	K4		
	Kann das Konzept der isoparametrischen Elemente und der numerischen Berechnung ihrer Elementmatrizen beschreiben		F, M	K4		
	Kann Verschiebungsansätze für zweidimensionale Elemente angeben sowie Kriterien, denen ein Verschiebungsansatz genügen muss		F, M	K4		
	Kennt die mathematischen Grundlagen der FE-Methode und kann aus der starken Form ein- und zweidimensionaler Probleme die schwache Form herleiten		M, F	K4		
	Kann lineare Festigkeitsberechnungen mit dem FE-Programm Abaqus selbst durchführen, plausibilisieren und beurteilen.		F, M	K4		
<b>Leistungsnachweis</b>	<b>Modulendprüfung</b>	<b>Bewertung</b>	<b>Dauer (Min.)</b>	<b>Gewichtung</b>	<b>Form</b>	
	schriftliche Prüfung	Note	90	80	gem. Modulvereinbarung	
	<b>Leistungsnachweise während dem Semester</b>		<b>Bewertung</b>	<b>Dauer (Min.)</b>	<b>Gewichtung</b>	<b>Form</b>
	schriftliche Prüfung		Note	45	20	gem. Modulvereinbarung
<b>Präsenzverpflichtung im Kontaktstudium</b>	Keine					
<b>Lernmaterialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skriptum "Die Methode der Finiten Elemente – Eine Einführung", Folien, eigene Mitschrift.</li> <li>• J. Fish, T. Belytschko: A First Course in Finite Elements. John Wiley &amp; Sons, 2007.</li> <li>• M. Hahn, M. Reck: Kompaktkurs Finite Elemente für Einsteiger. Springer Vieweg, 2018.</li> </ul>					
<b>Bemerkungen</b>						