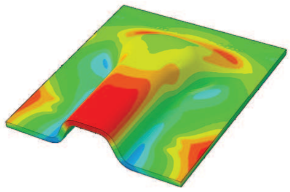
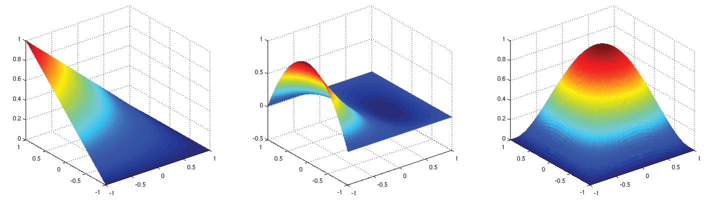
Informationen zur Vorlesung

Rechnerunterstützte Mechanik I: Einführung in die lineare statische Finite-Element-Methode





Lokale Spannungsanalyse eines langfaserverstärkten Polymers/Duromers im GRK 2078, www.grk2078.kit.edu (links); Bi-lineare und bi-quadratische Ansatzfunktionen (rechts)

Inhalt der Vorlesung

Ziel dieser Vorlesung ist es, eine umfassende Einführung in die Prinzipien und in die Theorie der linearen und statischen Finite-Element-Methode zu geben. Im Mittelpunkt steht die starke und schwache Formulierung sowie die numerische Lösung linearer zweidimensionaler Probleme der Elastizitätstheorie. Repräsentative Beispiele der Finite-Element-Methode der Elastostatik werden behandelt. Folgende Aspekte der FEM werden behandelt: Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme, Grundlagen und Lösungsmethoden der linearen Elastizitätstheorie, Variationsprinzipien, Finite-Element-Technologie. In den begleitenden Rechnerübungen werden Beispiele in MATLAB entwickelt. Eine Einführung in MATLAB wird gegeben.

Termine, Prüfung, Skript

Vorlesungstermin	Di., 09:45-11:15
Vorlesungsbeginn	Di., 15.10.2019
Ort	Geb. 10.50, HS 102
Übungstermin	Do., 11:30-13:00
Übungsbeginn	Do., 17.10.2019
Ort	KM-Pool, R 302.3, 10.23
Prüfung	mündlich
Umfang	4 SWS, 6 LP
Ansprechpartner	Dr. Tom-Alexander Langhoff, M.Sc. Hannes Erdle

Literatur

[1] Hughes, T.J.R.: The FEM, Linear Static and Dynamic FE Analysis. Dover 2000.

[2] Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. Springer 2002.

[3] Braess, D.: FE, Theory, Fast Solvers, and Applications in Solid Mechanics. CUP 2007.

[4] Gustafsson, B.: Fundamentals of Scientific Computing, Springer 2011 (Volltextzugriff über KIT-Bibliothek möglich)

Inhalt der Vorlesung

- **Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme**
  Konditionszahl einer Matrix; direkte und iterative Lösungsmethoden: Faktorisierungsmethoden, Splitting-Methoden: Jacobi-Verfahren, Gauss-Seidel-Verfahren, Methode der konjugierten Gradienten, Generalized Minimal Residual Method (GMRES); Relaxationsverfahren, Vorkonditionierung

- **Kontinuierliche und diskrete Differentialoperatoren**
  Klassifikation von DGL zweiter Ordnung, div, grad, rot, Konstruktion von Differenzenquotienten, Fehlerordnung, Konsistenz, Konvergenz, Stabilität, Lax-Theorem, CFL-Bedingung

- **Grundlagen und Randwertproblem der linearen Elastizitätstheorie**
  Definition und Darstellung von Tensoren; Deformationskinematik; Kompatibilitätsbedingungen; Bilanzgleichungen; konstitutive Gleichungen für homogene elastische Materialien; materielle Symmetrie; Randwertproblem der linearen Elastostatik; Lamé-Navier-Gleichungen; Michell-Beltrami-Gleichungen;

- **Variationsprinzipien der linearen Elastizitätstheorie**
  Funktionenräume; Funktionale und Variation; Prinzip der minimalen potentiellen Energie; Prinzip der minimalen Komplementärenergie; starke, schwache und Variationsformulierungen des Randwertproblems der linearen Elastizitätstheorie; Lemma von Lax-Milgram

- **Die Finite-Element-Methode für lineare statische Probleme**
  Matrixverschiebungsmethode; Definition finiter Elemente; Ansatz- und Testräume; natürliche und wesentliche Randbedingungen; isoparametrische quadrilaterale und lineare Dreieckselemente; Ableitung der Steifigkeitsbeziehung; numerische Integration; Fehlerbetrachtung; Spannungsberechnung; Lagrange Parameter; Penalty-Verfahren;