

# Informationen zur Vorlesung

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

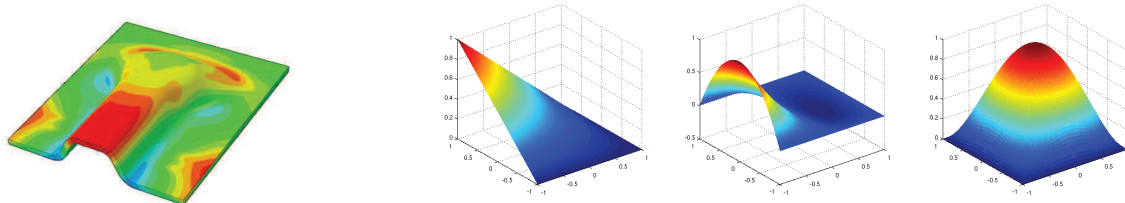


Abbildung: Lokale Spannungsanalyse eines langfaserverstärkten Polymers/Duromers im GRK 2078, [www.grk2078.kit.edu](http://www.grk2078.kit.edu) (links); Bi-lineare und bi-quadratische Ansatzfunktionen (rechts)

### 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	Mi., 11:30-13:00
Vorlesungsbeginn	Mi., 18.10.2017
Ort	Geb. 10.50 Raum 701.3
Übungstermin	Do., 11:30-13:00
Übungsbeginn	Do., 19.10.2017
Ort	KM-Pool, R 302.3, 10.23
Prüfung	mündlich
Umfang	4 SWS, 6 LP
Ansprechpartner	Dr. Langhoff, H. Erdle, J. Ruck

### 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.

## 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**  
Funktionsräume; 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;