

Informationen zur Vorlesung

Einführung in die Finite-Element-Methode

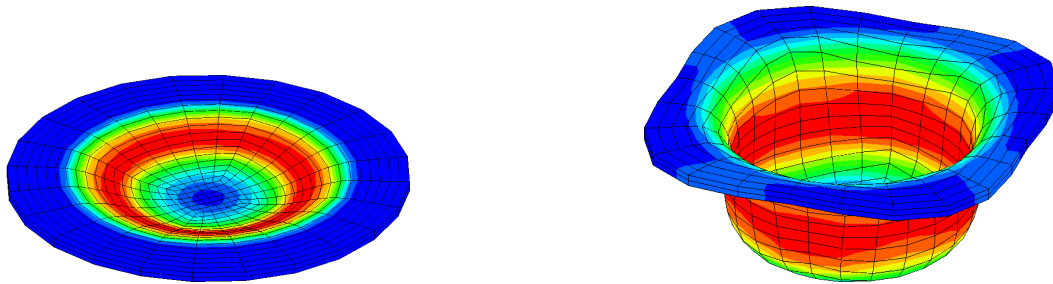


Abb.: Simulation eines Tiefziehversuchs mit einem anisotropen Material

Inhalt von Vorlesung und Rechnerpraktikum

Das Ziel der Lehrveranstaltung ist eine einführende Darstellung der Finite-Element-Methode (FEM) zur Vorbereitung auf eine Tätigkeit in Berechnungs- bzw. Konstruktionsabteilungen. Im Rahmen der Vorlesung werden die mathematischen und mechanischen Grundlagen der FEM vermittelt. In den Rechnerübungen werden am PC alle wichtigen Schritte der FE-Berechnung wie die Geometrie- und Netzgenerierung sowie die Darstellung und Auswertung der Berechnungsergebnisse anhand beispielhafter Festigkeit- und Temperaturanalysen an Bauteilen erklärt. Das in Industrie und Forschung weitverbreitete kommerzielle FE-Programm ABAQUS wird für die FE-Berechnungen in den Rechnerübungen eingesetzt.

Termine, Prüfung

Vorlesung und Format	Mo, 12:00-13:30, Online/synchron
Vorlesungsbeginn	Mo, 12.04.2021, 12:00
Übungstermin und Beginn	Mo, 14:00-15:30, wird in erster VL bekanntgegeben
Umfang	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS, 4 LP
Ansprechpartner	Prof. Dr.-Ing. Thomas Böhlke, Dr.-Ing. T.-A. Langhoff, M.Sc. Alexander Dyck
Bereitstellung der Kursmaterialien	ILIAS, Anmeldung möglich ab dem 05.04.

Literatur

- [1] Fish, J., Belytschko, T.: A First Course in Finite Elements, Wiley 2007 (Volltextzugriff über KIT-Bibliothek möglich)
- [2] Jung, M., Langer, U.: Methode der finiten Elemente für Ingenieure: Eine Einführung in die numerischen Grundlagen und Computersimulation, Teubner 2013 (Volltextzugriff über KIT-Bibliothek möglich)
- [3] Braess, D.: Finite Elemente – Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer 2013 (Volltextzugriff über KIT-Bibliothek möglich)
- [4] Gustafsson, B.: Fundamentals of Scientific Computing, Springer 2011 (Volltextzugriff über KIT-Bibliothek möglich)

Inhalt der Vorlesung

- **Einführung und Motivation, Elemente der Tensorrechnung**
Bauteilgestaltung, mathematische Modellbildung, Kontinuumsmechanik; Randwertproblem (RWP) der Elastostatik; Randwertproblem der stationären Wärmeleitung; strenge Lösungen und Näherungslösungen; FEM Bearbeitungsschritte
- **Diskrete FEM: Stab- und Federsysteme**
Ableitung der Gleichungen für ein Element (1D); Elementsteifigkeiten und Eigenschaften der Elementsteifigkeitsmatrix; Ableitung der Gleichungen für zusammengesetzte Systeme; Assemblierung des Gesamtsystems; Eigenschaften der Gesamtsteifigkeitsmatrix; Partitionierung und Lösung des Gleichungssystems; Postprocessing; Diskrete FEM in höheren Raumdimensionen
- **Formulierungen eines Randwertproblems (1D)**
starke Form; schwache Form; Notation der Randbedingungen; Äquivalenz von starker und schwacher Form; Funktionenräume und Funktionale; Variationsrechnung; Begriff der ersten und zweiten Variation; Prinzip von Minimum der potentiellen Energie
- **Approximationsansätze in der FEM** räumliche Diskretisierung; Ansatzfunktionen und Testfunktionen; Numerische Integration; Quadraturverfahren Newton-Cotes; Gauß-Quadratur; globales Gleichungssystem der FEM; Fehlermaße; Galerkin-Orthogonalität; Energienorm; Isoparametrische Finite Elemente
- **FEM für skalare und vektorwertige Feldprobleme**
Ansatzfunktionen in 2D; schwache Form des RWP der Wärmeleitung (3D); Hooke'sches Gesetz; Steifigkeitstensor; Vektor- und Matrixnotation; schwache Form des RWP der Wärmeleitung (3D); ebener Verzerrungszustand; ebener Spannungszustand; schwache Form des RWP der Elastostatik (3D)
- **Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme**
Matrixeigenschaften; direkte Verfahren (LU-Zerlegung, Cholesky-Verfahren); iterative Verfahren (Jacobi-, Gauß-Seidel-Verfahren)