

BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN
University of Applied Sciences

Explizite Finite Elemente Methode

Elementverfahren versus elementfreie Verfahren (EFG, SPH)

LV 12: Masterkurs für MK-M, ME-M und PE-M

Prof. Dr.-Ing. Hans-Dieter Kleinschrod
FB VIII: Maschinenbau, Veranstaltungstechnik, Verfahrenstechnik

Lagrange Betrachtungsweise

Materielle Punkte P werden über der Zeit verfolgt:

Anfangskonfiguration $t = t_a$ Momentankonfiguration $t = t_i$ Endkonfiguration $t = t_e$

materielle Ableitung: $\dot{\phi} = \frac{d\phi}{dt}$ z.B. $\dot{\vec{r}} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

Beuth Hochschule für Technik Berlin, FB VIII, Prof. Dr. Kleinschrod, LV12: Explizite FEM

Eulersche Betrachtungsweise

Materie bewegt sich durch ortsfestes Bezugsgitter

Ableitung: $\dot{\phi} = \frac{d\phi}{dt} = \frac{\partial \phi}{\partial x} v_x + \frac{\partial \phi}{\partial y} v_y + \frac{\partial \phi}{\partial t}$ Eulersche Differentiationsregel

materielle oder substantielle konvektive Änd. (Zeit fest) lokale Änderung (Ort fest)

Beuth Hochschule für Technik Berlin, FB VIII, Prof. Dr. Kleinschrod, LV12: Explizite FEM

Arbiträre Lagrange Euler Formulierung (ALE)

Wahlweise materielle oder örtliche Betrachtungsweise

Anfangskonfiguration $t = t_a$ Endkonfiguration $t = t_e$

Gitter bewegt oder deformiert sich, Materie kann als Volumenfraktion im Kontrollbereich beschreiben werden (Lagrange als auch Eulersche Betrachtung). Bei Netzanpassung bleibt die Anzahl der Diskretisierungselemente gleich.

Beuth Hochschule für Technik Berlin, FB VIII, Prof. Dr. Kleinschrod, LV12: Explizite FEM

Hauptanwendungsgebiete u. Probleme

Lagrange: Stukturmechanik (FEM)
Euler: Strömungsmechanik (CFD)
ALE: Fluid-Struktur-Interaktion (FSI)

Probleme bei großen Elementverformungen:

geht implizit und explizit geht implizit nicht mehr geht auch explizit nicht mehr (neg. Vol.)

Abhilfe: feinere Vernetzung (adaptive Vernetzung)
Alternative: Elementfreie Methoden (rechenintensiv)

Beuth Hochschule für Technik Berlin, FB VIII, Prof. Dr. Kleinschrod, LV12: Explizite FEM

Elementfreie Verfahren EFG und SPH

In der Ebene mind. 9 Punkte, im Raum mind. 27 Punkte (ca. 40-fache Rechenzeit) statt eines finiten Elementes

Elementfreies Galerkinverfahren (EFG)

Für Festkörper in der Lagrangeschen Betrachtungsweise, wobei ursprüngliche Nachbarpartikel in der gesamten Berechnung Nachbarn bleiben. (Geignet bei niedrigen bis mittleren Beanspruchungsgeschwindigkeiten)

Smooth Partical Hydrodynamics (SPH)

Für Festkörper und für Flüssigkeiten u. Gase in Eulerscher Betrachtungsweise, wobei in der Momentankonfiguration auch neue Nachbarn berücksichtigt werden. (Geignet bei mittlere bis sehr hohen Beanspruchungsgeschwindigkeiten)

Beuth Hochschule für Technik Berlin, FB VIII, Prof. Dr. Kleinschrod, LV12: Explizite FEM