

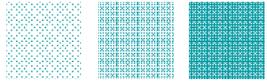
Explizite Finite Elemente Methode

LV12: Masterkurs für MK-M, ME-M und PE-M

Elementverfahren versus elementfreie Verfahren (EFG, SPH)



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

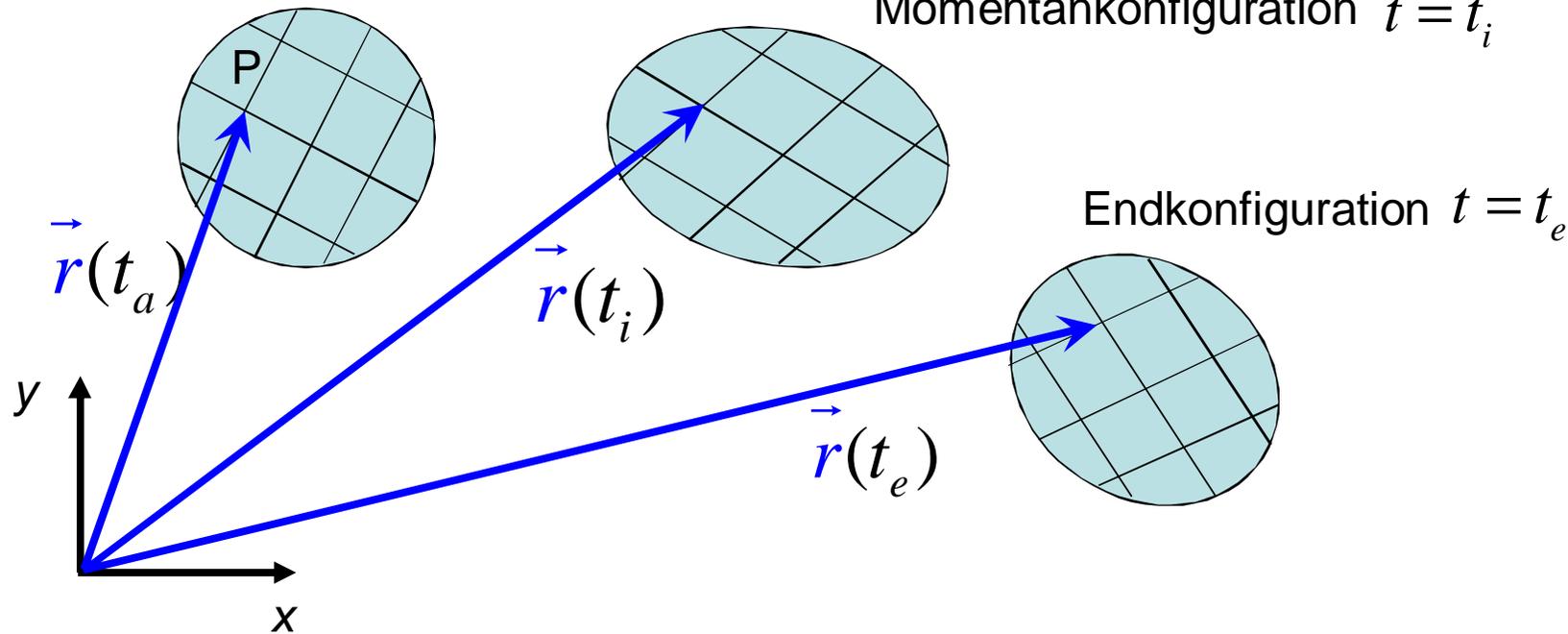


Materielle Punkte P werden über der Zeit verfolgt:

Anfangskonfiguration $t = t_a$

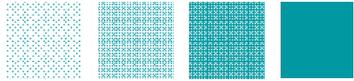
Momentankonfiguration $t = t_i$

Endkonfiguration $t = t_e$

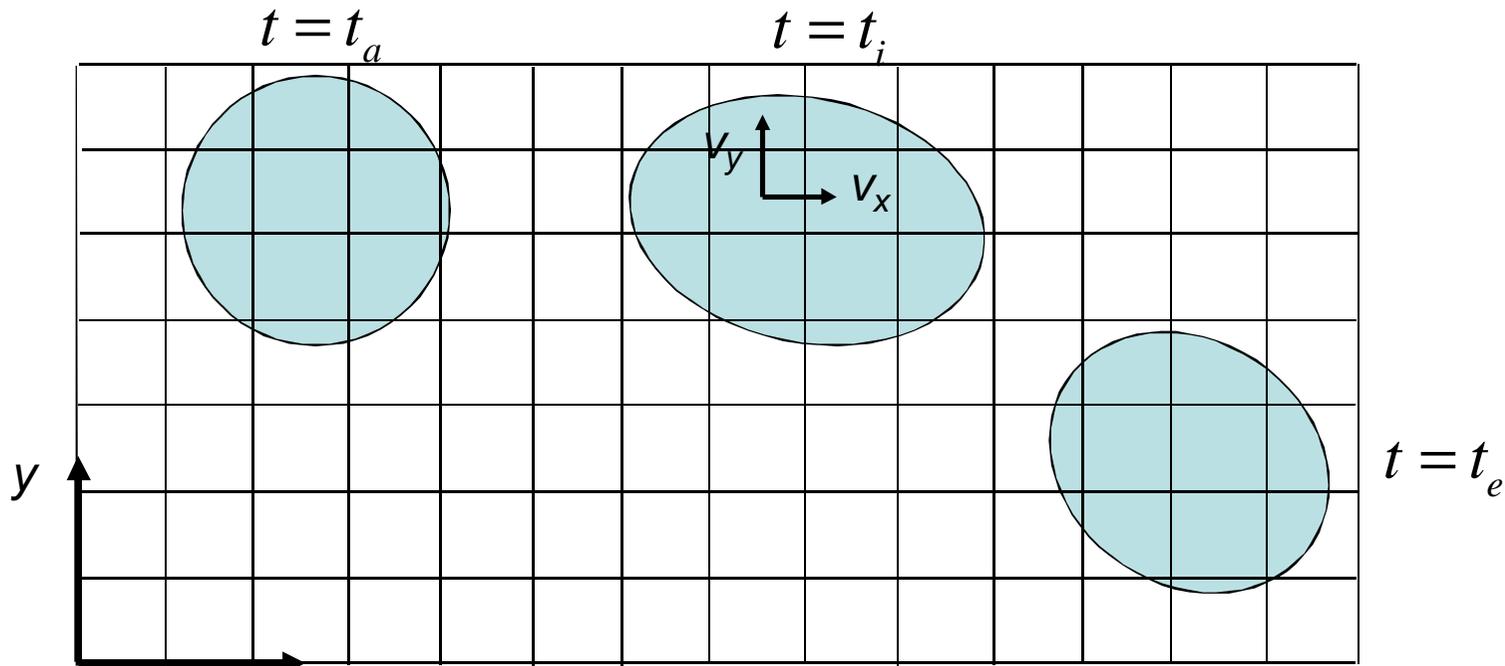


materielle Ableitung: $\dot{\phi} = \frac{d\phi}{dt}$ z.B. $\dot{\vec{r}} = \frac{d\vec{r}}{dt}$





Materie bewegt sich durch ortsfestes Bezugsgitter



Ableitung: $\dot{\phi} = \frac{d\phi}{dt} = \underbrace{\frac{\partial \phi}{\partial x} v_x + \frac{\partial \phi}{\partial y} v_y}_{\text{konvektive \u00c4nd. (Zeit fest)}} + \underbrace{\frac{\partial \phi}{\partial t}}_{\text{lokale \u00c4nderung (Ort fest)}}$

Eulersche Differentiationsregel

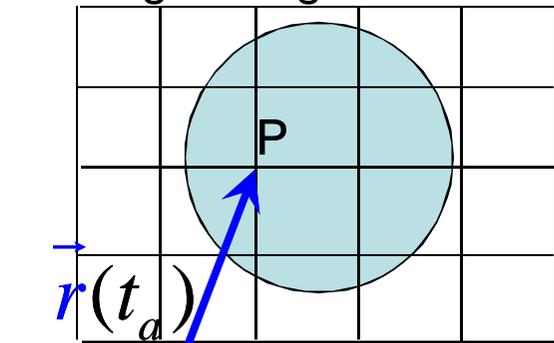
materielle oder substantielle



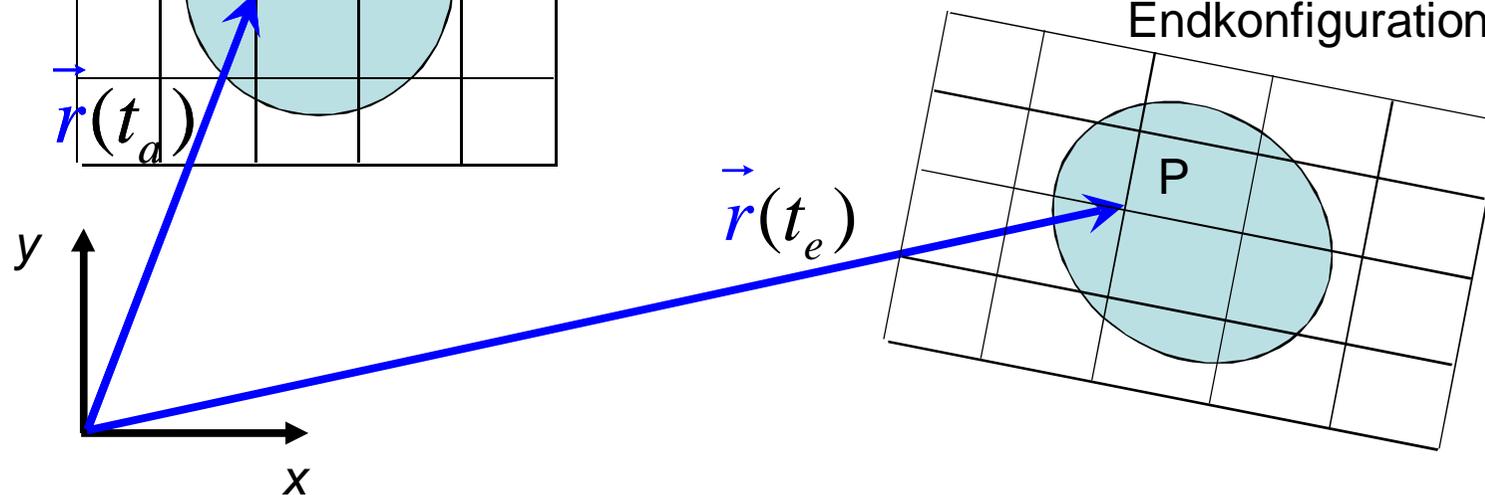


Wahlweise materielle oder örtliche Betrachtungsweise

Anfangskonfiguration $t = t_a$



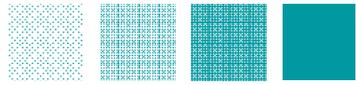
Endkonfiguration $t = t_e$



Gitter bewegt oder deformiert sich, Materie kann als Volumenfraktion im Kontrollbereich beschreiben werden (Lagrange als auch Eulersche Betrachtung).

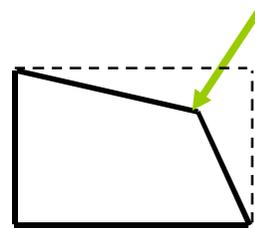
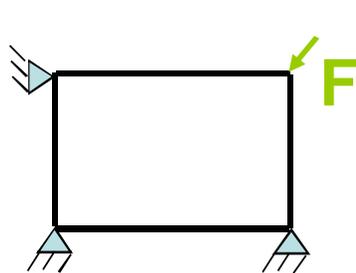
Bei Netzanpassung bleibt die Anzahl der Diskretisierungselemente gleich.



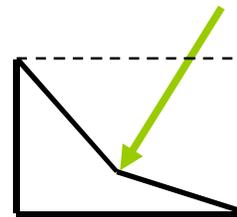


Lagrange: **Stukturmechanik (FEM)**
Euler: **Strömungsmechanik (CFD)**
ALE: **Fluid-Struktur-Interaktion (FSI)**

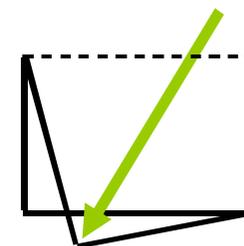
Probleme bei großen Elementverformungen:



geht implizit
und explizit



geht implizit
nicht mehr

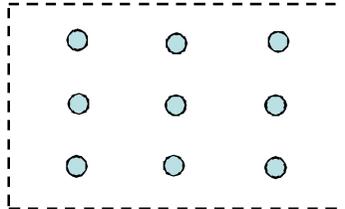
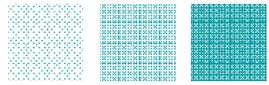


geht auch explizit
nicht mehr (neg. Vol.)

Abhilfe: feinere Vernetzung (adaptive Vernetzung)

Alternative: Elementfreie Methoden (rechenintensiv)





In der Ebene mind. 9 Punkte,
im Raum mind. 27 Punkte
statt eines finiten Elementes

(ca. 40-fache
Rechenzeit)

Elementfreies Galerkinverfahren (EFG)

Für Festkörper in der Lagrangeschen Betrachtungsweise, wobei ursprüngliche Nachbarpartikel in der gesamten Berechnung Nachbarn bleiben.

(Geeignet 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.

(Geeignet bei mittlere bis sehr hohen Beanspruchungsgeschwindigkeiten)

