

## Kontaktberechnung mit den Methoden Penalty und Lagrange

Ausgabe: 02 / 2004

### Die Methoden:

Für die Berücksichtigung der nichtlinearen Randbedingung Kontakt bietet ANSYS zwei Methoden an: Pure Penalty und Lagrange. Während die Pure Penalty-Methode die Kontaktbedingung in Form einer Nebenbedingung formuliert, berücksichtigt die Lagrange-Methode die Kontaktbedingung als weiteren Freiheitsgrad. (Die Standardmethode in ANSYS ist die Augmented Lagrange Methode. Zunächst wird mit dem Penalty Verfahren den Kontakt bestimmt und anschließend, falls die Durchdringung zu groß ist, mit dem Lagrange-Verfahren die Durchdringung auf einen bestimmten Wert zurückdrückt.)

Die beiden genannten Methoden weisen Vor- und Nachteile auf:

### Pure Penalty:

- + die Kontaktsteifigkeit kann über FKN verändert werden. Damit kann im Falle von Konvergenzproblemen direkt auf die Kontaktelemente zugegriffen werden.
- + iterative Solver (PCG/AMG) können eingesetzt werden.
- + keine weiteren Freiheitsgrade (Speicher!).
- Penetration kann nicht vorab abgeschätzt werden.
- Konditionierung der Gesamtsteifigkeitsmatrix kann problematisch werden (bei biegedominierten Problemen FKN 0.1 – 0.005).

⇒ bei flächigem Kontakt problemlos einsetzbar – Penetration ohnehin sehr klein

⇒ bei der Berechnung globaler Ergebnisse (Baugruppen)

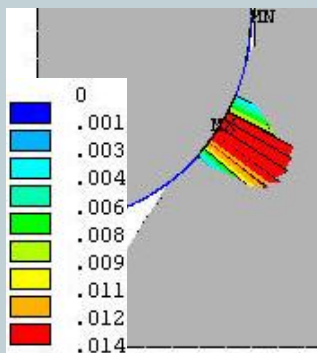
### Lagrange:

- + Vernachlässigbare Penetration.
- + keine Definition der Kontaktsteifigkeit.
- + sehr gute Ergebnisse bei reibungssensitiven Problemen.
- zusätzliche Freiheitsgrade – größerer Speicherbedarf.
- nur direkte Solver – Sparse Matrix.
- Chattering – periodisches Wechseln des Kontaktzustandes von Iteration zu Iteration - schlechte Konvergenz. Abhilfe FTOLN, TNOP
- Overconstraint (z.B. Festhaltungen an Kontaktknoten): Ergebnisse in der Kontaktzone sind u.U. nicht eindeutig.

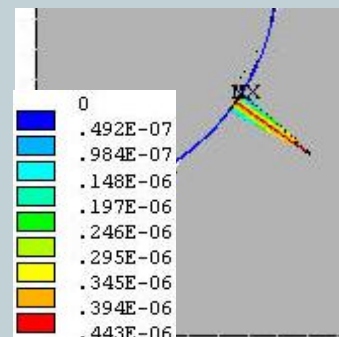
⇒ bei sehr lokalen Kontaktproblemen z.B. Preßsitz

⇒ bei Problemen, die sensitiv sind auf Penetration z.B. Simulation von Klemm- und Preßverbindungen

Penalty: Reaktionskraft: 77,7 N



Lagrange: Reaktionskraft: 86 N



## Kontaktberechnung mit den Methoden Penalty und Lagrange

Ausgabe: 02 / 2004

### ANSYS Eingabesatz (ANSYS 8.0):

```

/prep7
et,1,183,,,1
et,2,169
et,3,172,,1 ! Penalty
! et,3,172,,4 ! Lagrange
mp,ex,1,2e5
mp,nuxy,1,0.3
mp,mu,1,0.25
mp,ex,2,7e4
mp,nuxy,2,0.3
tb,biso,2,1,2
tbdata,,195,3500
r,1
rect,,4,3,12
rect,,8,12,15
aadd,all
adel,all
lfil,1,2,3.8
al,all

rect,1,10,,5.5
rect,4.045396,10,5.5,11
wpoft,-0.85
wprot,,90
wprot,,57.5
asbw,2
adel,4,,1
aadd,3,5
alls
    
```

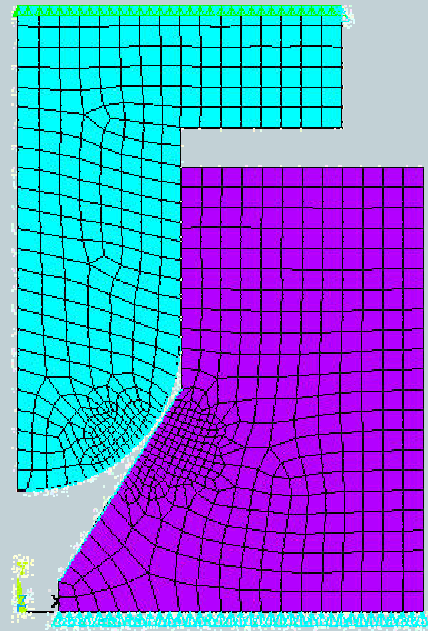
```

esiz,.5
ames,1
mat,2
ames,2

mat,1
lsel,s,,,12
nsl,s,1
type,2
esurf
lsel,s,,,3
nsl,s,1
type,3
esurf

nset,s,loc,y,15
cp,next,uy,all

/solu
nropt,unsym
nsub,4,10,2
nset,s,loc,y,0
d,all,uy
kset,s,,,7
nslk,s
d,all,uy,-0.4
alls
solv
    
```



### Tipp: Anpassen der Kontaktsteifigkeit zwischen zwei Loadsteps:

```

/solu
time,0.5
nropt,unsym
nsub,4,10,2
nset,s,loc,y,0
d,all,uy
kset,s,,,7
nslk,s
d,all,uy,-0.35
alls
solv
    
```

```

time,1
rmod,1,3,10
kset,s,,,7
nslk,s
d,all,uy,-0.4
alls
solv
    
```

### Penalty: Reaktionskraft: 87 N

