

## Beitrag zur nichtlinearen Beulanalyse

Ausgabe: 10 / 2002

### Programm:

Eine Stabilitätsuntersuchung sollte bei schlanken Strukturen, die knick- oder beulgefährdet sind, stets durchgeführt werden. In ANSYS ist es möglich eine lineare und nichtlineare Stabilitätsanalyse durchzuführen, wobei die lineare Betrachtung lediglich die Verzweigungslast und die verformte Konfiguration liefert, in die das System bei weiterer Laststeigerung ausweichen könnte.

Das genauere Verfahren ist die nichtlineare Beulanalyse. Unter anderem ist es hier möglich Imperfektionen anzugeben. Hierfür sollen die Fragen erläutert wie prinzipiell die nichtlineare Beulanalyse durchgeführt wird, wie die Imperfektionen berücksichtigt werden und worauf bei der Angabe von Imperfektionen zu achten ist.

### Erläuterung:

Die nichtlineare Beulanalyse liefert anders als die lineare Beulanalyse die vollständige Last Verformungskurve. Es ist möglich das Vor- und Nachbeulverhalten zu analysieren. Ferner können Imperfektionen berücksichtigt werden.

Als Imperfektion wird gerne eine Ausgangskonfiguration verwendet, welche affin zu der ersten Beulform einer linearen Stabilitätsuntersuchung gewählt wird.

Es ist jedoch zu beachten, dass das System- und Stabilitätsverhalten in der nichtlinearen Berechnung maßgeblich von der Art und Größe der Imperfektion abhängen kann.

### Beispiel:

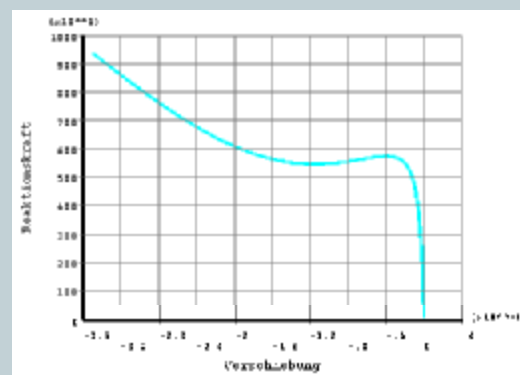
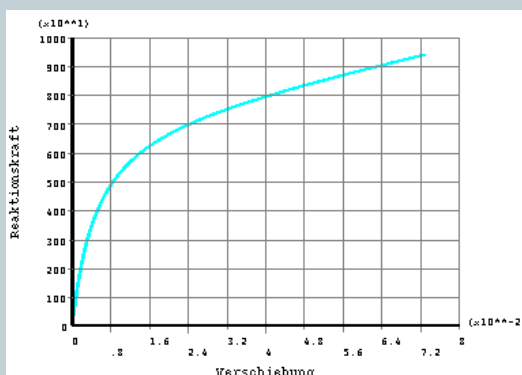
Betrachtet wird ein Viertel-Segment einer Kreiszyinderschalen unter Axialdruck. Aufgrund der Symmetrie wird nur ein Viertel des Systems modelliert. Symmetrierandbedingungen sind entsprechend zu setzen.

Dargestellt wird die Verschiebung senkrecht zur Schalenfläche gegenüber der gesamten Axialkraft. Damit diese einfach im /POST26 ermittelt werden kann, wird eine Knotenkopplung in Axialrichtung durchgeführt.

Die erste Beulform wird mit einem geeigneten Faktor derart multipliziert, dass eine Ausmittigkeit zum perfekten System senkrecht zur Schalenfläche entsteht. So wird die nichtlineare Analyse basierend auf der imperfekten Struktur durchgeführt.

Beachten Sie, dass abhängig von Größe und Richtung (Vorzeichen), also je nach Art der Imperfektionsmodellierung unterschiedliches Systemverhalten vorliegen kann, welches entweder in ein Stabilitäts- oder Spannungsproblem mündet. Die unten angegebenen Last-Verformungskurven ergeben sich für eine Imperfektion von 1/20 der Schalendicke mit unterschiedlichem Vorzeichen.

Die Entscheidung, welche Imperfektion nach Art und Größe der Realität am nächsten kommt ist vom Berechnungsingenieur zu treffen.



## Beitrag zur nichtlinearen Beulanalyse

Ausgabe: 10 / 2002

### ANSYS Eingabesatz (ANSYS 6.1):

```
fini
/clear
/prep7

kraft=1
pi=acos(-1)
radius=83.333333
winkel=5/radius/pi*180
dicke=0.1

et,1,181
mp,ex,1,3.4e7
mp,prxy,1,0.2
r,1,dicke
cyl4,0,0,radius,-winkel/2,0,winkel/2,5
vdele,all
csys,1

asel,s,loc,x,radius
asel,invert
adele,all,,1
allsel
esize,,20
amesh,all

nrotat,all

nset,s,loc,z,0
sf,all,pres,1
nset,s,loc,y,-winkel/2
d,all,ux,0
d,all,roty,0
nset,s,loc,y,winkel/2
d,all,uy,0
d,all,rotx,0
d,all,rotz,0
nset,s,loc,z,0
d,all,ux,0
nset,s,loc,z,5
*get,master,node,,num,min
cp,1,uz,all
d,master,uz,0
d,all,rotx,0
d,all,roty,0
allsel
```

```
/solu
antype,static
pstres,on
solve
fini

/solu
antype,buckle
bucopt,lanb,2
mxpand,2

solve

/post1
set,first
*get,last,active,,set,time

nsort,u,x
*get,max_x_weg,sort,0,max
*get,knoten_max_x_weg,sort,0,imax

faktor=-(1/max_x_weg)*(dicke/20)

/prep7
upgeom,faktor,1,1,schale,rst
/solu
antype,static,new

kraft=1.25*last
nset,s,loc,z,-0.1,0.1
sf,all,pres,kraft
allsel

nlgeom,on
autots,off
nsubst,100
outres,all,all
arclen,on,10,0.1
solve
/post26
nsol,2,knoten_max_x_weg,u,x
rforce,3,master,f,z
xvar,2
prod,4,3,,,,,-1,1,1
plvar,4
```