

## Themenübersicht August 2002

Ausgabe: 8 / 2002

- Nice to know
- Hyperelastizität mit dem Mooney-Rivlin Materialgesetz
- Einfache Lastdefinition mit Tabellen und Funktionen
- Flußbestimmung bei Kanten-Elementen (SOLID117)
- Strahlung und gleichzeitige Wärmeleitung durch ein Medium

### Unter anderem in der nächsten Ausgabe:

Zylindrischer Kontakt mit linearen und quadratischen Elementen  
Magnetischer Dipol vor leitender Kugel  
Beispiel zur neuen Fluid-Strukturkopplung in ANSYS

### In eigener Sache:

Die Zusendung dieser Informationen erfolgt ausschließlich auf Wunsch des Empfängers und kann jederzeit unter [www.cadfem.de](http://www.cadfem.de) beendet werden.

Wenngleich die vorliegenden Informationen mit größter Sorgfalt erstellt worden sind, weisen wir darauf hin, dass die Verwendung dieser unter Ausschluss jeglicher Gewährleistung erfolgt.

## Nice to know

Ausgabe: 8 / 2002

### ANSYS

- Im Customer Bereich unserer Homepage haben Sie vollen Zugriff auf unsere Supportdatenbank, in der alle uns bekannten Probleme bei der Anwendung von ANSYS und DESIGNSPACE dokumentiert sind.
- Eine Übersicht zu den \*get Kurzbefehlen findet man im APDL Programmers Guide> Appendix B> \*get Function Summary
- Eine exakte Übersicht zu den Massen und den Massenträgheitsmomenten erhält man ohne die Berechnung durchlaufen zu müssen mit den psolve Komando. Dazu ist die folgende Befehlsfolge einzugeben:  
    irrf,-1  
    psolve,elform  
    psolve,elprep  
    irlist
- Sehr praktisch für die Überprüfung von Kontaktpaaren ist, dass psolve,elform auch einen detaillierten Überblick über die verwendeten Parameter der Kontaktpaare ausgibt. Die Ausgabe ist sehr umfangreich und sollte deshalb in eine Datei mit /output umgeleitet werden.
- Unter Unix müssen alle Macronamen gross geschrieben werden (MYMAC.MAC).
- Ein Reset der graphischen Darstellung wird mit /reset ausgeführt. Ein Reset der Datenbasis kann mit cdwrite und anschliessendem cread ausgeführt werden.
- In ANSYS 6.1 sollten beim Start die Default-Einstellungen für den Speicher verwendet werden. Damit ist in der Regel ein sicheres Durchlaufen des Jobs gewährleistet. Auch Zugriffsprobleme auf die integrierte Hilfe lassen sich damit vermeiden.
- Der 3D-Treiber updated die Darstellung nicht automatisch. Weisse Flecken in den Abbildungen im Report Generator können behoben werden, indem beim Start von ANSYS nicht der 3D-Treiber ausgewählt wird.
- Auf unserer Homepage finden Sie ein Inputfile zur Darstellung von Ergebnissen mit topographisch verzerrten Gitternetzlinien.

### DesignSpace

- In manchen Fällen kann es vorkommen, das unter UG 17/18 der Button zum Starten von DesignSpace nicht vorhanden ist obwohl die Installation –scheinbar- erfolgreich verlaufen ist.

Dieser Eintrag wird durch eine \*.dll geregelt die durch die custom\_dirs.dat angesprochen wird. Bei manchen Firmeninstallationen wird diese „lokale“ custom\_dirs.dat durch eine „globale“ custom\_dirs.dat überschrieben.

Zum Beheben des Problems muss man in diese globale custom\_dirs.dat folgenden Pfad manuell eintragen: XX:\Programme\ANSYS INC\CAD Integration\Unigraphics

## Hyperelastizität mit Mooney-Rivlin Materialgesetz

Ausgabe: 8 / 2002

### Problem:

Die Verwendung des Mooney-Rivlin Materialgesetzes für hyperelastisches Material kann wahlweise mit dem Befehl TB,MOONEY,,, oder mit TB,HYPER,,,MOONEY implementiert werden. Es stellt sich nun die Frage welche Materialparameter jeweils gefordert werden und welche Elementauswahl zu treffen ist.

### Erläuterung:

Mit einem Mooney-Rivlin Gesetz kann hyperelastisches Materialverhalten gummiartiger Werkstoffe abgebildet werden, wenn Dehnungen zwischen 30% im Druckbereich und 100% im Zugbereich vorliegen.

Für Gummimaterialien ist ferner typisch, dass sich im Laufe der Deformation das Volumen des Materials nicht ändert. Das Material verhält sich inkompressibel.

Quasi inkompressibles hyperelastisches Materialverhalten kann mit den älteren HYPERxx-Elementen (56, 58, 74, 158) abgebildet werden. Für die Querkontraktionszahl muss dann gelten  $\nu < 0.5$ , also zum Beispiel  $\nu = 0.499$ .

Den exakt inkompressiblen Fall  $\nu = 0.5$  kann man mit diese Elementen nicht abbilden, wohl aber mit den neueren 18x-Elementen (182, 183, 185, 186, 187). Zur Abbildung exakter Inkompressibilität ist hier jedoch nicht die Querkontraktion  $\nu = 0.5$  zu verwenden sondern der Parameter  $d = 0$ .

Allein von der Elementwahl hängt es dann ab, welches TB-Kommando zu verwenden ist und in welcher Form die Materialparameter vorzugeben sind.

### Beispiel:

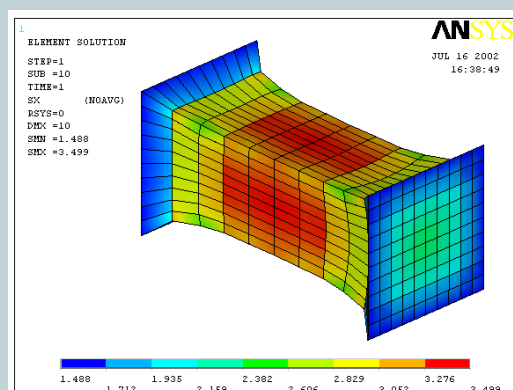
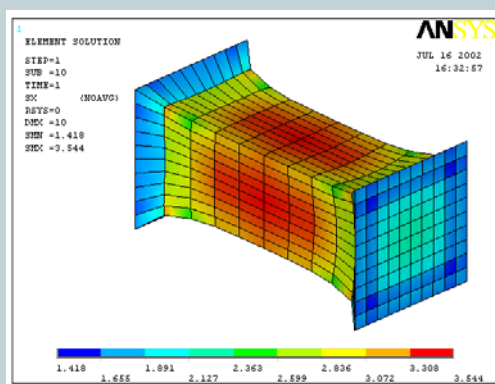
Ein Gummiblock wird um 100% in X-Richtung gedehnt. Ein Mooney-Rivlin-Gesetz mit zwei bekannten Parametern  $c_{10}$  und  $c_{01}$  soll verwendet werden. Die Modellierung mit HYPER58 und SOLID185 liefern praktisch identische Ergebnisse.

Es sei an dieser Stelle noch einmal gesagt, dass die Parameter des Mooney-Rivlin Gesetzes allein aus Versuchen bestimmt werden müssen und nicht etwa einem Tabellenwerk entnommen werden können.

Ein Teil des Eingabeskriptes für eine Modellierung mit HYPER58 und SOLID185 sei im Folgenden kurz skizziert:

Außer den Mooney-Parametern muss nur noch die Inkompressibilität beschrieben werden, etwa mit der Querkontraktionszahl  $\nu = 0.499$  (quasi inkompressibel) oder mit dem Parameter  $d = 0.0$  (exakt inkompressibel).

Ferner ist darauf zu achten, dass bei SOLID185 die U/P-Element-Formulierung mittels einer Keyoption aktiviert werden sollte, sobald man quasi oder exakt inkompressibles Materialverhalten modellieren möchte. Damit wird die numerische Stabilität gewährleistet.



## Hyperelastizität mit Mooney-Rivlin Materialgesetz

Ausgabe: 8 / 2002

### ANSYS Eingabesatz (ANSYS 6.1):

```
!Hyperelastizität mit Mooney Rivlin  
!Gesetz; Verwendung der SOLID185
```

```
fini  
/clear
```

```
c10 = 0.293  
c01 = 0.177  
d = 0.0
```

```
/prep7  
block,0,10,0,10,0,10
```

```
et,1,solid185  
keyopt,1,6,1
```

```
tb,hyper,1,1,2,mooney  
tbdata,,c10,c01,d
```

```
esize,1.0  
vmesh,all
```

```
/solu  
nselect,s,loc,x,0  
d,all,all,0  
nselect,s,loc,x,10  
d,all,ux,5  
d,all,uy,0  
d,all,uz,0
```

```
nlgeom,on  
autots,off  
nsub,10  
allsel  
solve
```

```
/post1  
/dscale,1,1  
plesol,s,x
```

```
!Hyperelastizität mit Mooney Rivlin  
!Gesetz; Verwendung der HYPER58
```

```
fini  
/clear
```

```
c10 = 0.293  
c01 = 0.177  
nu = 0.499
```

```
/prep7  
block,0,10,0,10,0,10
```

```
et,1,hyper58  
mp,prxy,1,nu  
tb,mooney,1,1  
tbdata,,c10,c01
```

```
esize,1.0  
vmesh,all
```

```
/solu  
nselect,s,loc,x,0  
d,all,all,0  
nselect,s,loc,x,10  
d,all,ux,10  
d,all,uy,0  
d,all,uz,0
```

```
nlgeom,on  
autots,off  
nsub,10  
allsel  
solve
```

```
/post1  
/dscale,1,1  
plesol,s,x
```

## Einfache Lastdefinition mit Tabellen und Funktionen

Ausgabe: 8 / 2002

### Problem:

Während bei der Lastdefinition auf Flächen mit SFGRAD eine linear veränderliche Last angegeben werden kann, wird diese Funktionalität für Balken nicht angeboten. Das SFBEAM-Kommando bietet zwar die Möglichkeit eine veränderliche Last vorzugeben, aber nur beschränkt auf ein Balkenelement.

Hier empfiehlt es sich nun eine table-load zu verwenden, die in Abhängigkeit vom Ort den Belastungswert vorgibt.

### Erläuterung:

Mit der Verwendung des Function-Editors ist es möglich auf sehr einfache Art und Weise eine Belastung oder Randbedingung, die einer bestimmten Funktion folgt, zu definieren. Für einfache Fälle kann die Definition des Tables auch per Hand erfolgen.

Den alten Balkenelemente (z.B. beam4) liegt die Bernoulli Theorie zugrunde. Für die Formfunktionen werden die Hermiteschen Polynome verwendet. Deshalb ergibt sich für Biegebelastung eine kubische Antwortform, die der analytischen Lösung entspricht. Der User ist also in der Lage die Struktur mit äußerst wenigen Elementen abzubilden.

Bei den neuen Elementen wurde die Thimoshenko Theorie zugrundegelegt, die die Schubverzerrungen berücksichtigt. Es ergeben sich für das 188-Balkenelement lineare und für das 189-Balkenelement quadratische Antwortformen unter Biegung. Eine feine Diskretisierung ist notwendig.

In diesem Fall können veränderliche Lasten nur über die Table-Load definiert werden.

Für Belastungen, die einer komplizierteren Funktion folgen, empfiehlt es sich auf alle Fälle den Function-Editor zu verwenden, der diese Table-Load automatisch kreiert.

### Beispiel:

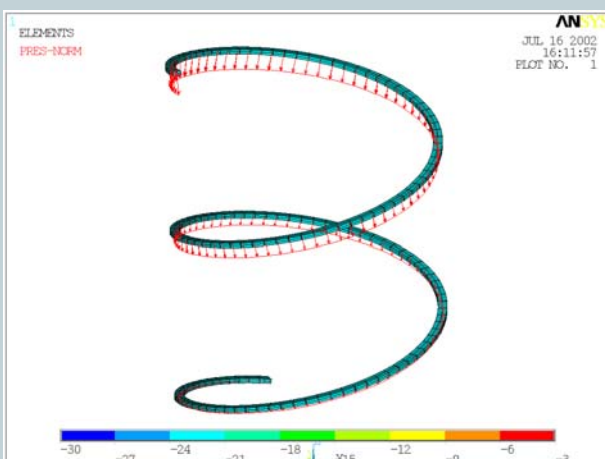
Das Beispiel zeigt die einfache Verwendung der Table-Load Funktion zur Definition einer linear veränderlichen Last auf einen spiralförmigen Balkenzug.

Es ist zu beachten, dass im \*dim Befehl am Ende die Variablen definiert werden, von denen das Table abhängt. Es gibt folgende fest belegte Variablenamen:

x,y,z	Ortsangabe in globalen kartesischen Koordinaten
temp	Temperatur
velocity	Geschwindigkeit bei Fluid116
pressure	Druck

Der Name des definierten Tables kann im übrigen auch wieder in einem anderen Table als Bezugsvariable eingesetzt werden. Auf diese Weise können Abhängigkeiten von mehreren Variablen formuliert werden.

Z.B. Table1: Radius abhängig von x und y, Table2: Druck abhängig vom Radius



## Einfache Lastdefinition mit Tabellen und Funktionen

Ausgabe: 8 / 2002

### ANSYS Eingabesatz (ANSYS 6.1):

```
fini
/clear

/prep7

et,1,188

sectype,10,beam,rect,
secdata,.1,.2

mp,ex,1,2e5
mp,prxy,.3
csys,1

*do,i,1,10,1
k,i,3,i*90,i
k,100+i,0,i*90,i
*enddo

*do,i,1,9,1
l,i,i+1
lsel,s,,i
latt,1,1,1,,100+i,100+i+1,10
*enddo

/eshape,1
esize,.3
alls
lmesh,all
eplo

/solu
csys,0
ksel,s,,1
nslk,s
d,all,all,0

eplo
```

```
csys,0
*dim,tpre,table,2,1,1,z
tpre(1,0)=0,10
tpre(1,1)=0,-30

alls
sfbeam,all,2,pres,%tpre%

solve

/post1
/eshape,0

/psf,pres,norm,2,0,1
eplo
```



## Flußbestimmung bei Kanten-Elementen (SOLID117)

Ausgabe: 8 / 2002

### ANSYS Eingabesatz (ANSYS 6.1):

```
! /pmacro
! Voraussetzung: erfolgte Lösung mit solid Model
/uis,msgpop,2
lplo
*msg,warn
Picken Sie die Pfadlinie!
lsel,s,p
cm,pfad_l,line          ! Linien f. Pfad
nsl,s,1
cm,pfad_n,node
*get,_nmax,node,,count
*msg,warn
Picken Sie den Startknoten des Pfades!
nsl,r,p
*get,_np1,node,,num,max  ! Startknoten
cmsel,s,pfad_n

! Voreinstellungen
zahl=( _nmax-1)/2
_ phi=0
_ tt=
*dim,_tt,array,zahl,2

*do,jj,1,(_nmax-1)/2

_ np2=nnear(_np1)        ! nachfolgender Mittenknoten
nsl,u,node,,_np1        ! Startknoten weg
_ np3=nnear(_np2)        ! 2. Eckknoten

*if,_np3,gt,_np1,then    ! Vorzeichencheck
_ a=az(_np2)
*else
_ a=-az(_np2)
*endif

_ phi_p=_a              ! edge flux

! debuginfo
_ tt(jj,1)=_a           ! Flussbeitrag
_ tt(jj,2)=_np2        ! Knotennummer

! Flusssummation
_ phi=_phi+_phi_p

! nächster Step
cmsel,s,pfad_n
nsl,u,node,,_np2
nsl,u,node,,_np1
cm,pfad_n,node
_ np1=_np3

*enddo

*stat,_phi
```

Ein aufrufendes Inputfile finden Sie auf unserer Homepage

## Kombinierte Strahlung und Wärmeleitung durch ein Medium

Ausgabe: 8 / 2002

### Problem:

Innerhalb eines geschlossenen Gehäuses soll der Wärmetransport durch Wärmeleitung und Strahlung berechnet werden.

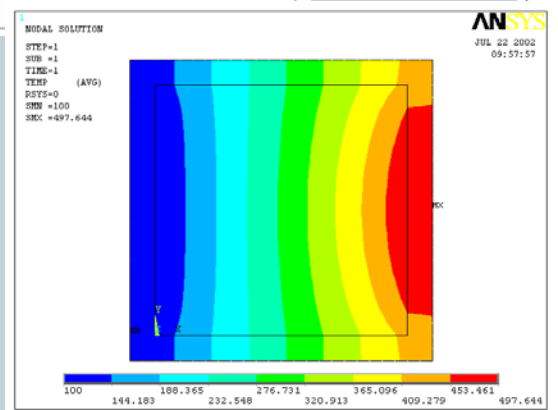
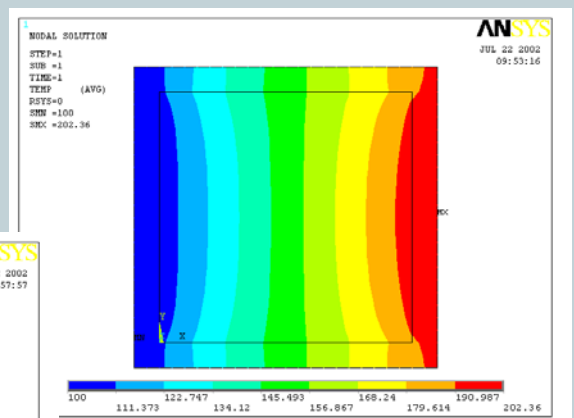
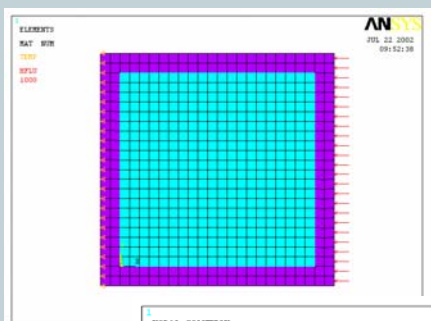
### Erläuterung:

Will man die Temperaturverteilung in einem geschlossenen mit Luft gefüllten Behälter untersuchen, so müssen neben der meist kleinen Wärmeleitung in der Luft auch Konvektion und Strahlung berücksichtigt werden. Während die Berechnung der Konvektion eine Strömungsberechnung mit ANSYS/FLOTRAN erforderlich macht, lassen sich Wärmeleitung und Strahlung mit den normalen ANSYS-Temperaturfeldelementen berechnen.

Es gibt im ANSYS zwei Methoden zur Berechnung der Strahlung, die Radiosity Methode und die Matrixmethode. Nur letztere kann zur Modellierung der Strahlung innerhalb eines Berechnungsgebietes verwendet werden. Die Strahlung austauschenden Ränder werden durch link32 bzw. shell57 Elemente identifiziert. Mit Hilfe dieser Elemente wird das Superelement aufgestellt, welches dann den Strahlungsaustausch zwischen den betroffenen Knoten liefert. Dabei ist es völlig unerheblich zwischen welchen Knoten der Strahlungsaustausch stattfindet, nach Aussen oder nach Innen.

### Beispiel:

Betrachtet wird ein einfacher viereckiger Raum, der von einer Wand umschlossen wird. Im Inneren ist die Wärmeleitung sehr viel kleiner als in der umgebenden Wand. Auf der linken Seite wird die Temperatur auf 100 Grad gehalten, während auf der rechten Seite ein Waermestrom von 1000 W/m<sup>2</sup> aufgeprägt wird. In den resultierenden Temperaturverteilungen erkennt man sehr deutlich den grossen Einfluss der Strahlung. Ohne Strahlung ist die Temperatur sehr viel höher, weil der Wärmetransport fast ausschliesslich infolge von Wärmeleitung durch die Wand erfolgt.



## Kombinierte Strahlung und Wärmeleitung durch ein Medium

Ausgabe: 8 / 2002

### ANSYS Eingabesatz (ANSYS 6.1):

```
!*****  
!Strahlung und Wärmeleitung  
!im Inneren eines Bauteils  
!Strahlung mit Matrixmethode  
!*****
```

```
fini  
/clear  
/filna,radiation
```

```
/prep7
```

```
rect,0,1,0,1  
rect,-0.1,1.1,-0.1,1.1  
aovl,all
```

```
asel,s,,1  
aatt,1  
asel,s,,3  
aatt,2
```

```
alls
```

```
et,1,55
```

```
esiz,0.05  
amesh,all
```

```
mp,kxx,1,0.01  
mp,kxx,2,20
```

```
et,2,32  
type,2  
lsel,s,,1,4,1  
nsl,s,1  
lmesh,all
```

```
nsl,s,loc,x,-0.1  
d,all,temp,100
```

```
nsl,s,loc,x,1.1  
!d,all,temp,400  
sf,all,hflux,1000
```

```
alls
```

```
!Strahlung  
/aux12  
lsel,s,,1,4,1  
nsl,s,1  
esln,s,1  
emis,1,0.8  
emis,2,0.8  
stef,5.67e-8  
geom,1  
vtype,1,200  
write,strahl,sub  
alls
```

```
/prep7  
et,3,50  
keyopt,3,1,1  
type,3  
se,strahl,sub
```

```
tunif,200  
toffs,273
```

```
esel,u,ename,,32
```

```
/solu  
solve
```

```
/post1  
set,last  
plnsol,temp
```

## Termine rund um CADFEM

Ausgabe: 8 / 2002

### Aktuelle Seminartermine:

- Ermüdung unter mehrachsiger Beanspruchung  
03.09.02 in Grafing bei München
- Palmyra  
04.-05.09.02 in Grafing bei München
- ANSYS Kontaktberechnungen  
04.-06.09.02 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart
- Schnuppertraining: Konstruktionsbegleitend berechnen – DesignSpace  
10.09.02 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart
- FE-Idealisierung in der Strukturmechanik  
10.-13.09.02 in Grafing bei München
- Einführung in FALANCS  
17.-19.09.02 in Grafing bei München
- Betriebsfestigkeit mit ANSYS und FALANCS  
20.09.02 in Grafing bei München
- Einführung in ANSYS – Strukturmechanik  
17.-20.09.02 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart
- Effizientes Arbeiten mit ANSYS  
24.-27.09.02 in Burgdorf bei Hannover
- Plastizität und Kriechen  
26.-27.09.02 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart

### Weitere Veranstaltungen:

- VDI-Tagung: Berechnung und Simulation im Fahrzeugbau  
01.-02.09.02 in Würzburg
- 11. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik  
07.-09..09.02 in Aachen
- **An event to remember:**  
20. CADFEM Users` Meeting 2002  
International Congress on FEM Technology  
October 9-11, 2002  
Kultur- und Congress-Centrum "Graf-Zeppelin-Haus"  
Friedrichshafen, Germany