

Themenübersicht Mai 2003

Ausgabe: 5 / 2003

- Nice to know
- Curve Fitting (Hyperelastizität)
- Schnelle Frequenzgangberechnung in ANSYS / HF
- Vernetzungsstrategien in ANSYS Workbench
- AGP: Schalenbauteile, Erstellung und Vernetzung
- Termine rund CADFEM

- **Unter anderem in der nächsten Ausgabe:**

Ändern der Kontaktoptionen während der Berechnung

Ergebnisbeurteilung bei symmetrischen Modellen

DesignModeler: Manipulieren von Skizzen und die Körperoperationen

In eigener Sache:

Die Zusendung dieser Informationen erfolgt ausschließlich auf Wunsch des Empfängers und kann jederzeit unter 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: 5 / 2003

ANSYS und Workbench

- Zur schnellen Überprüfung der generierten Kontaktelemente kann mit dem Befehl CNCHECK eine Auflistung aller Kontaktelemente aufgerufen werden. Diese Liste findet sich für gewöhnlich im Outputfenster, wenn die Lösung angestossen wird. Hier erkennt man, welche Kontaktsteifigkeiten berechnet wurden und welche Keyoptionen gesetzt sind.
- Sollten Probleme mit dem VDRAG Kommando auftreten, hilft es oftmals den Dragpfad, der prinzipiell irgendwo im Raum liegen dürfte, direkt am Profil angreifen zu lassen.
- In ANSYS steht der Schalter FCUM per Default auf REPLACE. Damit überschreibt jede erneute Eingabe einer Belastung die alte. In AWE und DS steht der Schalter auf ADD. Damit werden diese Größen zu den vorherigen addiert. Dies ist vor allem zu beachten, wenn man von AWE in ANSYS Classic wechselt. Hier unterscheidet sich das Verhalten von dem bisher gewohnten, da die angesprochenen Schalter gesetzt sind. Mit dem Befehl FCUM, SFCUM, BFCUM, BFECUM und DCUM kann aber das alte Verhalten wieder hergestellt werden.
- Zum Ausgeben einer Grafik aus ANSYS im Postscriptformat (PSCR) sollte auf alle Fälle der Type mit dem Befehl TYPE,1,4 die Precise hidden Darstellung angeschalten werden, damit auch wirklich Postscript entsteht. Das Logo von ANSYS kann zum Ausplotten über das PlotControls Menü, Punkt Window Options ausgeschaltet werden.
- Wird im Rahmen einer Probabilistic Design Untersuchung eine Response Surface durch die Ergebnisse gelegt, versucht man durch eine vorgeschaltete Transformation die Güte dieses Fits zu verbessern. Die sog. Box-Cox Transformation sucht nun automatisch nach einem Wert lamda, der den besten Fit ergibt. Auf Grund des Wertes von lamda kann man Rückschlüsse führen, welche andere Transformation am geeignetsten wäre. Bisher wurde mit dem Befehl RSPRNT eine Liste mit den Faktoren zur Beurteilung der Güte des Fits und der Wert für Lamda ausgegeben. Seit der Version 7.0 wird der Wert Lamda innerhalb der Formel ausgegeben:

Back-Transformation of the output parameter

$$S_{MAX} = (\text{lamda} * S_{MAX_trans} + 1.0)^{1/\text{lamda}}$$

Nice to know

Ausgabe: 5 / 2003

ANSYS und Workbench

- Der folgende Input zeigt, wie es möglich ist, die Flächennormalen zu bestimmen, ohne eine *do Schleife verwenden zu müssen.

```
/prep7
et,1,131 ! Layered thermal shell
mp,kxx,1,1 ! dummy
sect,1,shell,,
secdata,1 ! 1 layer 1 dick
bloc,4,10,-3,3,-3,3
sphe,3
esiz,2
ames,all ! Beliebiges Flaechennetz
d,all,tbot,0 ! Innentemperatur
d,all,ttop,1 ! Aussentemperatur
/solu
solve
/post1
/edge,,1,10
plve,tg,,,vect,node,on ! Gradient ist Normalenrichtung
```

Curve Fitting (Hyperelastizität)

Ausgabe: 5 / 2003

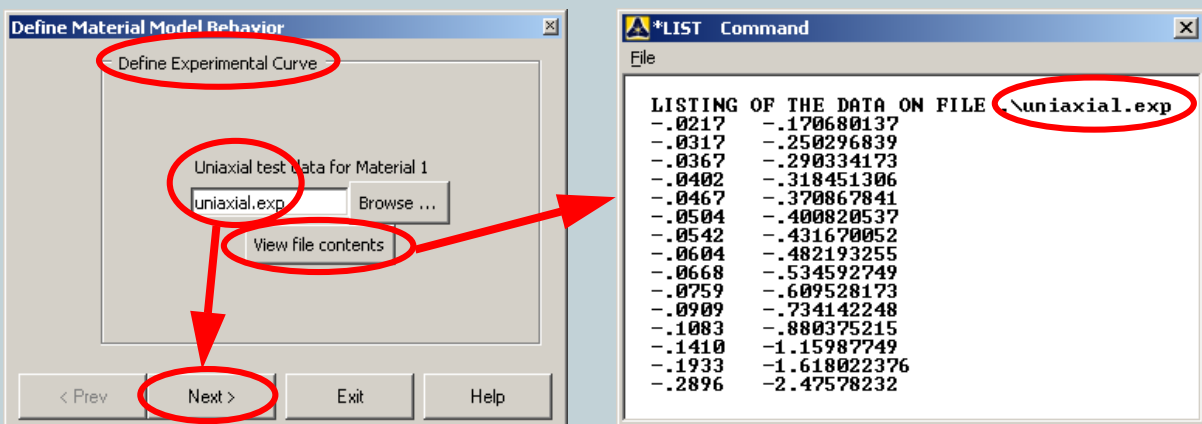
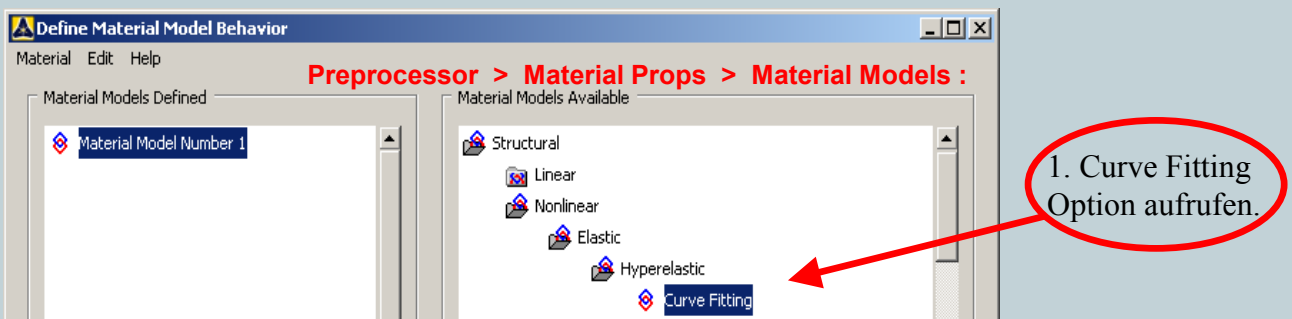
Problem:

Aus standardisierten Testdaten sollen Materialparameter für die in Ansys implementierten hyperelastischen Gesetze gewonnen werden. Die Versuchsdaten stammen dabei aus uniaxilen und biaxialen Zugversuchen bzw. aus einem „pure shear“-Versuch. Als vierter Testfall sollen für kompressible Materialien auch die Daten aus einem (volumetrischen) Kompressionsversuch verwendet werden.

Lösung:

ANSYS erlaubt ab der Version 7.0 ein automatisiertes Curve Fitting für folgende hyperelastischen Materialgesetze: Mooney-Rivlin, Polynomial Form, Ogden, Neo-Hooke, Arruda-Boyce, Gent und Yeoh (siehe TBOPT-Optionen der Materialdefinition TB,HYPER). Auf der Basis einer Fehlerquadratmethode können anhand der analytischen Lösungen und der Testdaten die Materialparameter bestimmt werden. Nachfolgende Abbildungen zeigen die Vorgehensweise über die GUI. Die entsprechende Kommandos sind im Listing 1 dargestellt. Dem Leser sei auch der Abschnitt 2.5.2.12 des *ANSYS Element Reference Manuals* empfohlen.

Beispiel (GUI):



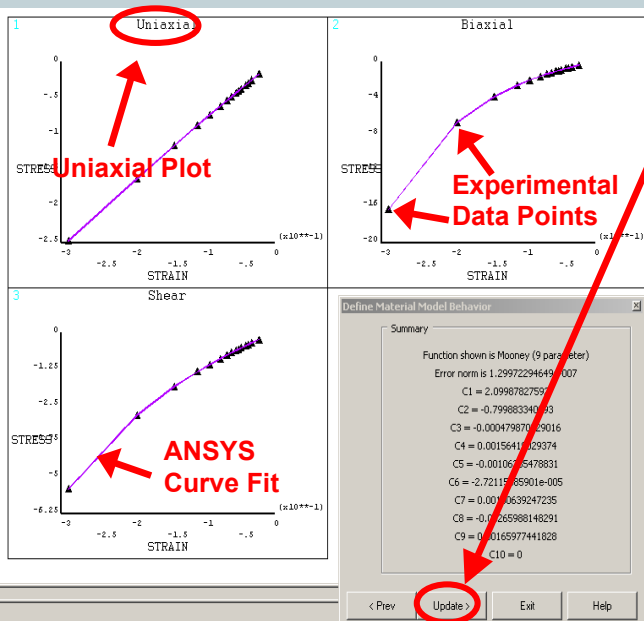
2. Bereitstellen von Versuchsdaten: hier uniaxialer Zugversuch. Die Daten sind in einem File als (Ingenieur-) Dehnungs-\Spannungspunkte zeilenweise anzugeben (Ausnahme Kompressionsversuch: hier sind „wahre“ Dehnungen und Spannungen zu verwenden).

Curve Fitting (Fortsetzung)

Ausgabe: 5 / 2003

3. Optional (ohne Abb.): Bereitstellung von Versuchdaten aus biaxialem Zugversuch, „Pure Shear“ oder (volumetrischem) Kompressionsversuch.

4. Auswahl des Materialmodells. Für einige Modelle müssen Startwerte vorgegeben werden. Betätigung des Buttons „Next“ berechnet die Koeffizienten und stellt die Kurven graphisch den experimentellen Daten gegenüber.



5. Übernahme der Materialparameter mit dem „Update“ Button. Mit dem „Prev“ Button kann die Prozedur für ein anders Modell problemlos wiederholt werden (ohne Übernahme).

Listing 1: Kommandos

```

!*Hinzufügen experimenteller Daten mit „EADD“
TBFT,EADD,1,UNIA,'unia','dat',' ',
TBFT,EADD,1,BIAX,'biax','dat',' ',
!*Hinzufügen des gewünschten Modells mit „FADD“
TBFT,FADD,1,HYPER,MOON,9
!*Fitting der Daten durch „SOLVE“
TBFT,SOLVE,1,HYPER,MOON,9,0
!*Übernahme der berechneten Parameter mit „FSET“
TBFT,FSET,1,HYPER,MOON,9
!*Plotten der berechneten Kurven mit „PLOT“
TBFT,PLOT,1,SHEA,HYPER,MOON,9
    
```

Schnelle Frequenzgangberechnung in ANSYS / HF

Ausgabe: 5 / 2003

Problem:

Bei Simulationen in der Hochfrequenztechnik interessieren oft nicht nur die S-Parameter der Bauteile bei einer einzigen Frequenz, sondern in einem weiten Frequenzbereich. Bisher war es notwendig, für jeden Frequenzpunkt eine harmonische Berechnung durchzuführen, was hohe Rechenzeiten bedeutete.

Lösung:

Durch Verwenden des neuen ANSYS Series Xpansion Frequency Sweep Modules (FS Module, ist gesondert zu lizenzieren) können nun in einer einzigen Analyse die S-Parameter für den gesamten Frequenzbereich berechnet werden.

Beispiel:

Es soll untersucht werden, inwieweit eine Verletzung des Dielektrikums eines Koaxialkabels Auswirkungen auf das Übertragungsverhalten hat. Das Kabel wird im Frequenzbereich von 200 bis 600 MHz untersucht und der Transmissionskoeffizient S_{21} für 41 Frequenzen berechnet und dargestellt.

Das Dielektrikum des Koaxialkabels ist in einem Bereich unterbrochen ($\epsilon_r = 1$), Aussen- und Innenleiter aber noch intakt.

Es werden zwei HF-Ports modelliert, von denen einer als Anregeport einer TEM Welle definiert wird (HFPORT, ..., COAX, ..., TEM, SOFT, ..., 1), der andere als S-Parameter-Messport (HFPORT, ..., COAX, ..., TEM, SEXT, ..., 0). Um das Kabel an den Enden reflexionsfrei abzuschließen, sind perfekt absorbierende Schichten (Perfectly Matched Layers, PML) eingefügt. Innenleiter und Abschirmung werden als perfekt elektrisch leitend angenommen (AX=0).

Über den Parameter SWPOPT wird gesteuert, ob eine komplette harmonische Analyse oder der Fast Frequency Sweep durchgeführt wird. Die Rechnung über die Frequenzen wird mit dem Befehl **SPSWP**, *Anfangsfrequenz*,

Endfrequenz, *Frequenzinkrement*, *Sweeptyp*, ..., *Ausgabeformat* gestartet.

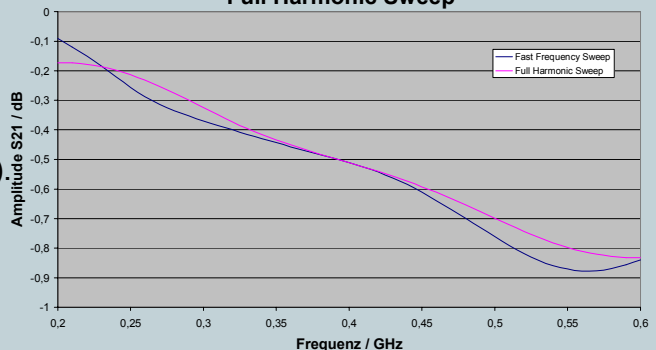
Sweeptyp=0 bedeutet Fast Frequency Sweep, 1 voll harmonischer Sweep.

Ausgabeformat steuert die Ausgabe in eine Datei im Touchstone Format (*file.s2p*), im Beispiel wird 1 für Ausgabe der S-Parameter in Betrag (dB) und

Phase (Winkelgrad) gewählt. Der Befehl **plsp**, *Ausgabeformat*, *Portj*, *Portj*, *Portk*, ... plottet die S-Parameter S_{jj} , S_{jk} , ... über der Frequenz.

Die Kurven zeigen eine gute Übereinstimmung, die Abweichungen sind kleiner als 0.05dB. Die Rechenzeit verkürzt sich bei Anwendung des FFS um fast 50% (69sek gegenüber 128sek). Je mehr Frequenzpunkte gerechnet werden sollen, desto größer ist der Rechenzeitgewinn.

Vergleich Fast Frequency Sweep -
Full Harmonic Sweep



Schnelle Frequenzgangberechnung in ANSYS / HF

Ausgabe: 5 / 2003

Input:

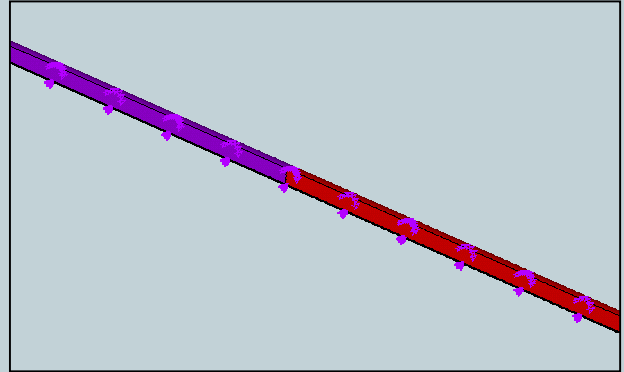
```
swpopt=0
d_i=0.75e-3 ! Innendurchmesser
d_a=4.8e-3 ! Aussendurchmesser
! Bestimmen von eps aus der Geometrie
eps=(log(d_a/d_i)*60/75)**2
pi=acos(-1)
c0=2.9979e8
c=c0/sqrt(eps)
lambda=c/f_frq
l_k=1*lambda
l_ls=.25*lambda
ndf=1.0
/prep7
cyl4,,,5*d_i,0,.5*d_a,90
et,1,120
et,2,120,,,1 ! PML Region
et,9,200,7 ! Hilfsmesh
type,9
lsel,s,length,,,25*pi*d_i
asll,s
lsla,s
lesiz,all,,,5*ndf
mat,2
amap,1,1,2,3,4
alls

/com, Leiter
type,1
mat,2
extopt,esize,10*ndf, 1/((l_ls/5)/(0.5*l_k)*10*ndf)
vext,all,,,,.5*l_k

/com, Spalt
asel,s,loc,z,.5*l_k
mat,3
extopt,esize,5*ndf,1
vext,all,,,,l_ls

/com, Leiterfortsetzung
asel,s,loc,z,.999*(.5*l_k+l_ls),1.001*(.5*l_k+l_ls)
mat,2
extopt,esize,10*ndf, ((l_ls/5)/(0.5*l_k)*10*ndf)
vext,all,,,,.5*l_k

alls
acle,all
etdele,9
```



```
/com, Uebergangs und PML Regionen
local,11,0,,,,,90
local,12,0,,,,,-90
csys,0
asel,s,loc,z,0
mat,2
type,1
esys,0
extopt,esize,5*ndf
vext,all,,,,-.5*lambda
asel,s,loc,z,0-.5*lambda
mat,2
type,2
esys,11
vext,all,,,,-.5*1*lambda
asel,s,loc,z,l_k+l_ls
mat,2
type,1
esys,0
extopt,esize,5*ndf
vext,all,,,,.5*1*lambda
asel,s,loc,z,l_k+l_ls+.5*1*lambda
mat,2
type,2
esys,12
vext,all,,,,.5*1*lambda
esys,0
```

Schnelle Frequenzgangberechnung in ANSYS / HF

Ausgabe: 5 / 2003

Input:

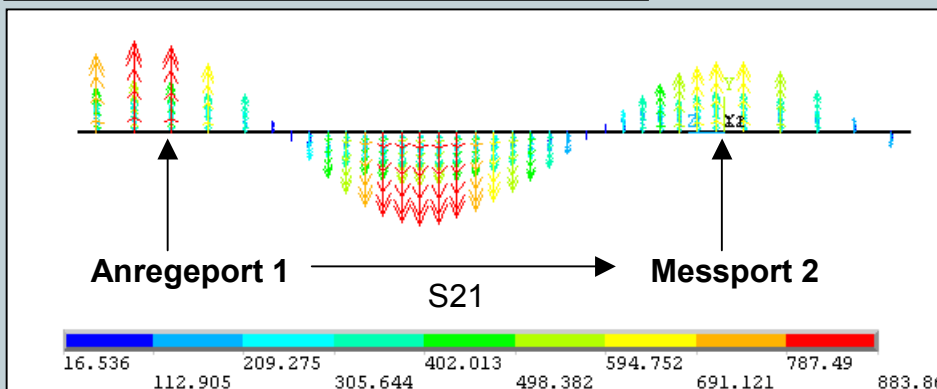
```
pmlopt,11,one,1e-4 ! Daempfung PML
pmlopt,12,one,1e-4

mp,perx,1,1 ! Materialien
mp,murx,1,1
mp,perx,2,eps
mp,murx,2,1
mp,perx,3,1
mp,murx,3,1

! Zuweisung der HF-Ports
lsel,s,loc,z,0
lsel,r,length,,.5*(d_a-d_i)
asll,s
asel,r,loc,z,0
bfa,all,port,1
hfport,1,coax,0,tem,soft,.5*d_i,.5*d_a,1,0
lsel,s,loc,z,l_k+l_ls
lsel,r,length,,.5*(d_a-d_i)
asll,s
asel,r,loc,z,l_k+l_ls
bfa,all,port,2
hfport,2,coax,0,tem,sext,.5*d_i,.5*d_a,0,0

! Leitfähigkeiten sind ideal bei In.- und Aussenleiter
csys,1
alls
asel,s,loc,x,.49*d_a,.51*d_a ! Abschirmung
lsel,s,length,,.5*(d_a-d_i)
lsel,r,loc,z,.5*l_k,.5*l_k+l_ls
lsel,a,length,,l_ls
lsel,a,length,,.25*pi*d_a
asel,a,ext ! Rechenrand+Innenleiter
asel,u,loc,y,0,1 ! ohne Symmetrieränder
asel,u,loc,y,89,91
da,all,ax,0
fini
```

```
/solu
alls
*if,swpopt,eq,1,then
spswp,200e6, f_frq,10e6,1,,1! FULL HARMONIC
*elseif,swpopt,eq,0,then
spswp,200e6, f_frq,10e6,0,,1!SERIES XPANSION
*endif
fini
plsp,1,1,2 ! Ausgabe in dB, S21
```



Elektrischer Feld-
Vektor bei 400MHz

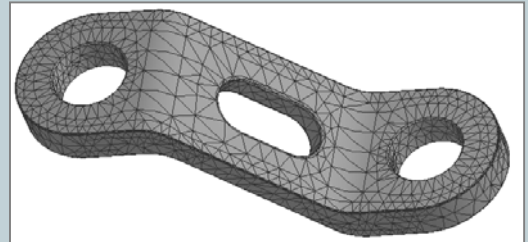
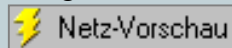
Vernetzungsstrategien in Ansys Workbench

Ausgabe: 5 / 2003

Das dargestellte Bauteil soll mit ANSYS Workbench möglichst optimal vernetzt werden.

Verwendet man die Standardmäßige Netzvorschau (rechte Maustaste auf „Netz“) von AWE sieht das Netz wie folgt aus:

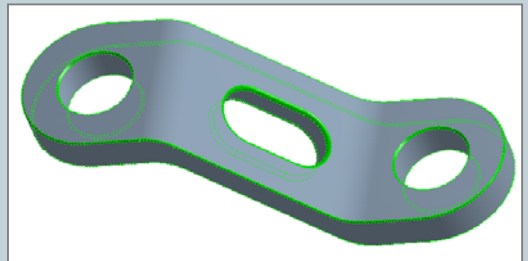
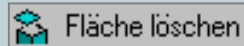
Tetraeder (Solid 92)
Knotenzahl: 17688
Elementzahl: 10380



Manipulieren des Bauteils mit dem DesignModeler (DM):

Mit dem DM können Geometrien, die für die Berechnung nicht relevant sind, die aber beim Vernetzen eine hohe Knoten- und Elementanzahl verursachen, auf einfache Art und Weise entfernt werden.

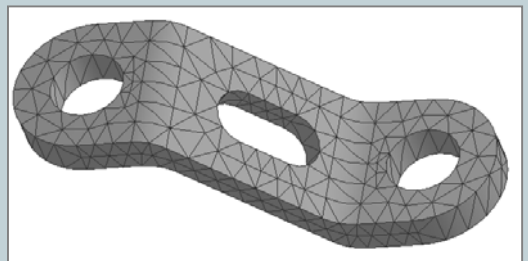
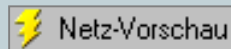
Dazu markiert man z.B. die Fasen an den zwei Bohrungen sowie alle Verrundungen am Bauteil und klickt anschließend in der Menüleiste auf „Erstellen/Fläche löschen“.



Ergebnis der Geometriemanipulation:

Vernetzt man das Bauteil erneut mit den Standardeinstellungen von AWE sieht das Netz am manipulierten Bauteil jetzt so aus:

Tetraeder (Solid 92)
Knotenzahl: 2544
Elementzahl: 1305



Fazit:

Durch das Entfernen der für die Berechnung unwichtigen Geometrien konnte das FE-Netz und damit natürlich auch die Rechenzeit gewaltig beeinflusst werden.

- Reduktion der Knotenzahl von 17688 auf 2544
- Reduktion der Elementanzahl von 10380 auf 1305

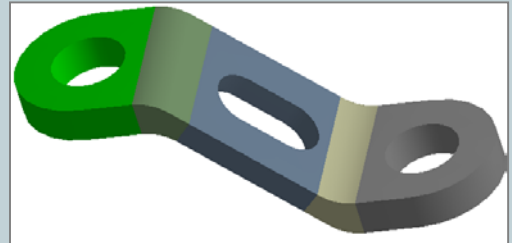
Vernetzungsstrategien in Ansys Workbench

Ausgabe: 5 / 2003

Erzeugen eines „Sweep-Netzes“

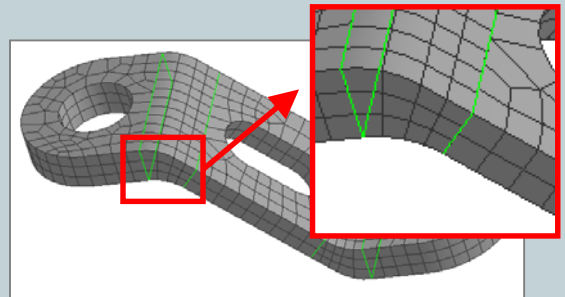
Gezielte Schnitte durch das Bauteil ermöglichen dem automatischen Vernetzer das Erzeugen eines „Sweep-Netzes“ mit Solid 95-Elementen.

Hinweis: Bevor man im DM das Bauteil zerschneiden kann, muss es „gefroren“ werden. (Menü Extras, Fixieren)



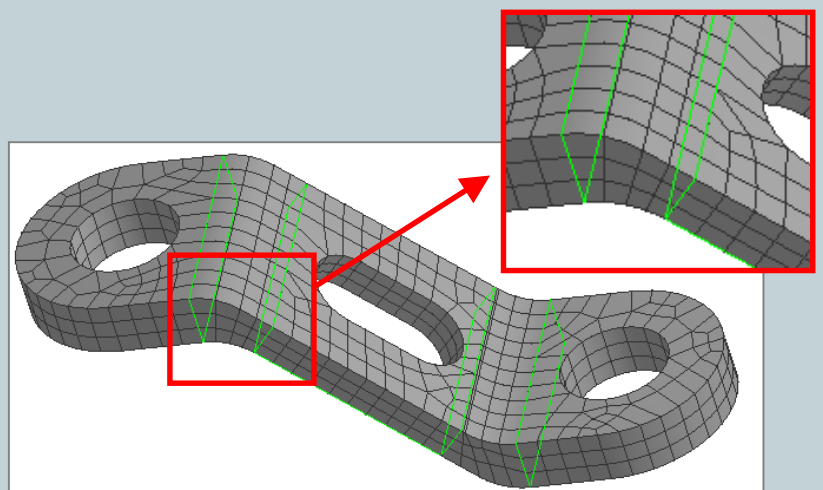
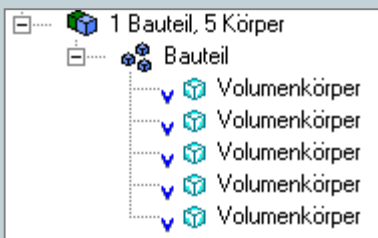
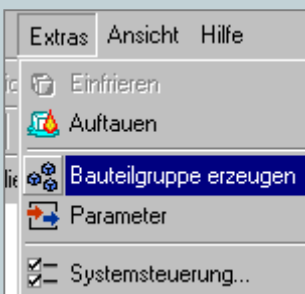
Nachteil:

Das Bauteil besteht jetzt aus mehreren Einzelteilen die durch bonded Kontakte verbunden werden. Die Knoten an den Kontaktflächen liegen natürlich nicht aufeinander.



Abhilfe:

Im DesignModeler (DM 7.1) gibt es die Funktion „Bauteilgruppe bilden“. Diese Funktion finden sie in der Menüleiste unter Extras/Bauteilbaugruppe erzeugen. Damit können Sie zusammenhängende Bauteile „gruppieren“. In Workbench entsteht ein durchgängiges Netz. Diese Funktionalität ist mit der der Gluebefehle in ANSYS Classic vergleichbar.



AGP: Schalenmodelle, Erstellung und Vernetzung

Ausgabe: 5 / 2003

Um mit dem AGP Schalenmodelle zu erstellen gibt es folgenden Möglichkeiten:

Generell kann jedes 3D Objekt nicht nur als Volumenmodell, sondern auch als dünnes Feature erstellt werden.

Von jedem Volumenkörper kann die Oberfläche als Schalenmodell extrahiert werden. Im Folgenden werden die Möglichkeiten und die Grenzen dieser Vorgehensweisen dargestellt.

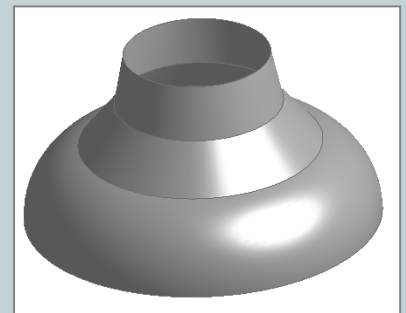
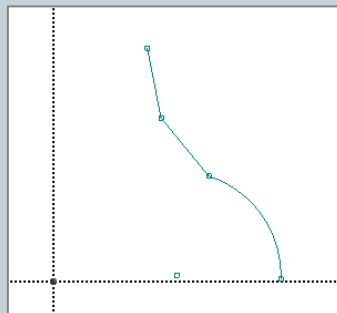
Hinweis: Alle dünnen Feature mit der Dicke 0 werden in AWE als Schale erkannt und mit Schalenelementen vernetzt werden.

Dünne Feature:

Alle Skizzen können zu einem dünnen Feature entwickelt werden. Die Auswahl geschieht bei der Erzeugung eines 3D Objektes (Extrudieren, Drehen, Sweep, Skin) im Detailfenster. Die Dicke ist mit 0 vorzugeben, da sonst ein schmales Volumenmodell erstellt wird und keine echte Schale.

Zur Erstellung eines Volumens muss die ursprüngliche Skizze aus geschlossenen Linienzügen bestehen. Ist der Linienzug offen wird automatisch ein dünnes Feature erstellt, ohnedass im Detailfenster explizit ein dünnes feature angefordert wird.

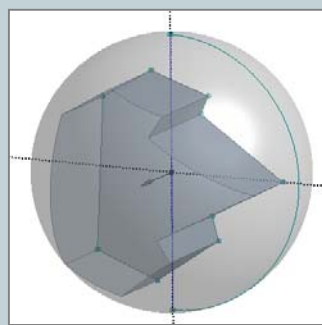
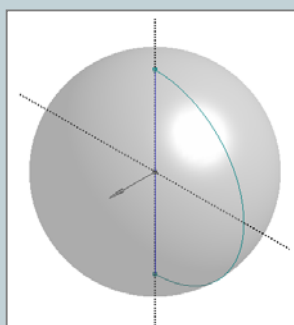
Details von Drehen1	
Drehen	Drehen1
Basisobjekt	Skizze1
Achse	Ausgewählt
Operation	Material hinzufügen
Richtung	Normal
FD1, Winkel (≥ 0)	360°
Als dünne Geometrie/Fläche?	Ja
FD2, Dicke nach innen (≥ 0)	0 mm
FD3, Dicke nach außen (≥ 0)	0 mm



Oberflächenkörper:

Von jedem Volumenkörper kann im AGP die Oberfläche als Schalenmodell extrahiert werden.

Im vorliegenden Beispiel wurde zunächst eine Kugel durch Drehen eines Halbkreises erzeugt und gefroren. In einer neuen Skizze wurde eine mehreckige Grundfigur gezeichnet, die mit den Optionen „Material zerschneiden“ und „durch alles“ extrudiert wurde.



AGP: Schalenmodelle, Erstellung und Vernetzung

Ausgabe: 5 / 2003

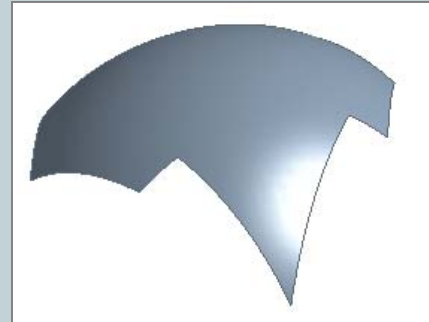
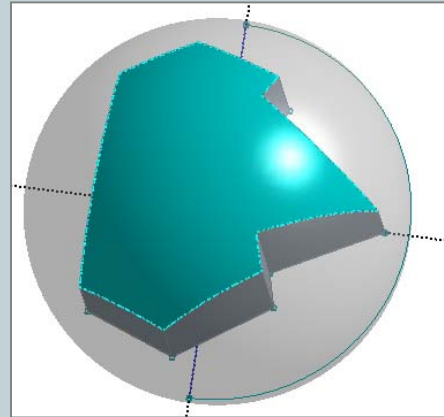
Oberflächenkörper (Fortsetzung):

Der innere Körper wird getaut, damit mit der Funktion „Dünne Geometrie/Fläche“ die Oberfläche extrahiert werden kann (beizubehaltende Fläche).

Dünne Geometrie/Fläche

Details von Dünn1

Dünn	Dünn1
Auswahltyp	Beizubehaltende Flächen
Körper	1
Flächen	1
Richtung	Nach innen
FD1, Dicke (≥ 0)	0 mm
FD2, Flächenoffset (≥ 0)	0 mm

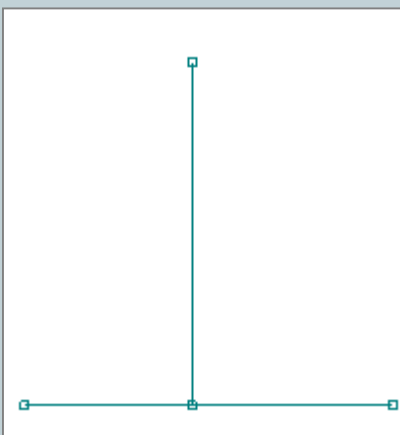


Der übrige Kugelkörper kann dann über die rechte Maustaste im Grafikfenster ausgeblendet werden. (Selektionstool auf Körper stellen, Körper anklicken und rechte Maustaste klicken)

Probleme und Grenzen:

Das beschriebene Vorgehen ist eine reine Oberflächenextraktion. Bevor eine echte Mittelflächenextraktion möglich wird, muss noch eine wichtige Hürde genommen werden. Der AGP kann noch keine T-Stösse bei Schalen verarbeiten.

Der Versuch folgende Skizze zu extrudieren führt zu einer Fehlermeldung.



AGP: Schalenmodelle, Erstellung und Vernetzung

Ausgabe: 5 / 2003

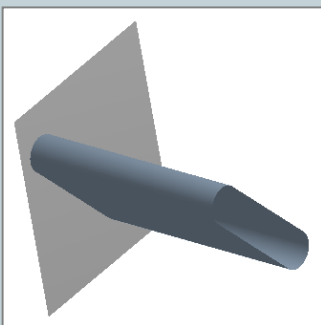
Problemlösung:

In der neuen Version 7.1 von AWE wird es zwei Möglichkeiten geben, zwei aufeinander stehende Schalen gemeinsam zu vernetzen.

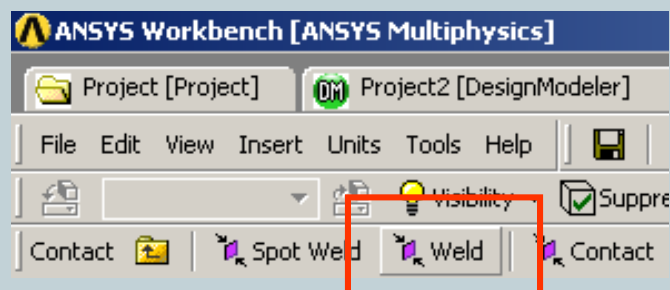
Zum einen ist es im DesignModeler (Der AGP bekommt einen neuen Namen, der einheitlich erscheint neben DesignSimulation, DesignXplorer) möglich zwei Schalen mit sogenannten Linienkörpern (neu im DM) zu verbinden. Diese Verbindung wird mit einem durchgehendem Netz in der Workbench umgesetzt. Voraussetzung ist, dass eine gemeinsame Kante existiert. Dies ist von der Modellierung etwas manchmal etwas umständlich.

Ein einfacheres Vorgehen ist es die Beta Option General Weld in der Workbench 7.1 zu nutzen. Mit dieser Funktion sind übrigens auch Verbindungen Schale-Solid realisierbar.

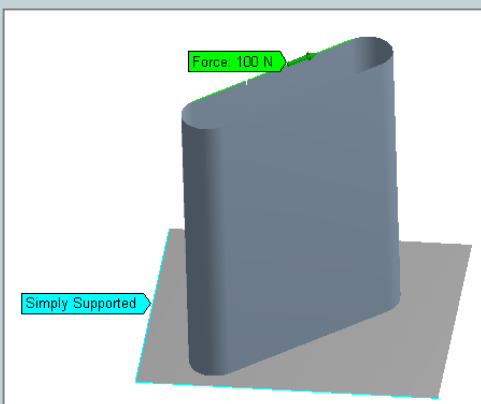
Im Design Modeler werden zwei Schalen modelliert, die sich berühren, aber keine gemeinsame Kante haben (mit gefrorenen Körpern arbeiten, da sonst versucht wird den nicht erlaubten T-Stoss auszubilden). In der Workbench 7.1 wird ein Kontaktbedingung General Weld zwischen der Körperkante Oval und der Fläche aufgestellt. Diese Kontaktbedingung wird mit Balken realisiert.



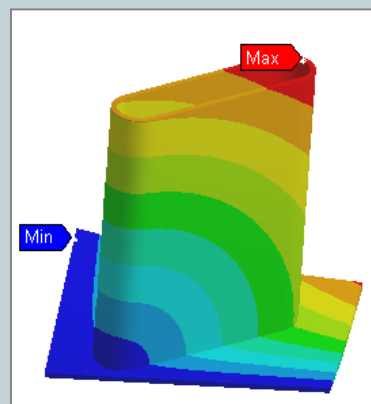
DM Modell



Randbedingungen



Gesamtverformung usum



Termine rund um CADFEM

Aktuelle Seminartermine:

- ANSYS – Einführung Strukturmechanik
03.-06.06.03 in Grafing bei München
- Nichtlinearitäten in der Strukturmechanik
03.-06.06.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart
- LS-DYNA 970 Update
03.06.03 in Liederbach bei Frankfurt
- Einführung in die Optimierung mit LS-OPT
04.06.03 in Liederbach bei Frankfurt
- ANSYS – Einführung Multiphysik
17.-20.06.03 in Berlin
- Umsteigerkurs ANSYS Workbench für ANSYS-Anwender
17.-18.06.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart
- Kontaktberechnung für Fortgeschrittene
18.-20.06.03 in Burgdorf bei Hannover
- ANSYS/LS-DYNA – Einführung in explizite Dynamik
24.-26.06.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart
- Berechnungsingenieure beherrschen Berufsrisiken: Gewährleistung, Haftung
24.-26.06.03 in Grafing bei München
- Prüfung von FE-Analysen
27.06.03 in Grafing bei München

Infotage:

Simulation von Dichtungen
30.06.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart
01.07.03 in Grafing bei München
14.07.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart