

## Themenübersicht März 2003

Ausgabe: 3 / 2003

- Nice to know
- Elektrisch-Thermisch-Mechanischer Kontakt
- Kontakt: Kraftgesteuertes Rigid Target
- Definition von Anfangsbedingungen
- Verschiedene 3D Körper im AGP und die Booleschen Operationen
- Termine rund um CADFEM
  
- Unter anderem in der nächsten Ausgabe:

Definition von Massenträgheitskräfte aus Drehung

AGP: Der fixierte Modus und die erweiterten Booleschen Operationen

### 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: 3 / 2003

## ANSYS

- Sind in einem Modell sowohl Elemente enthalten, die ihre Geometrieinformation aus Realkonstanten als auch aus Sections beziehen, empfiehlt es sich alle Elemente mit beiden Grössen zu belegen. D.h. jedes Element hat dann eine Realkonstante und eine Sectionnummer. Dabei ist darauf zu achten, dass nur eine von beiden Grössen belegt ist. Die andere wird als Dummygrösse (leer) mitgenommen.
- In den Beschreibungen zu den Elementen findet man immer zwei Tafeln. Die erste gibt sämtliche Ausgabe-Grössen an, die für das Element verfügbar sind.

Table 185.1. SOLID185 Element Output Definitions

Name	Definition	O	R
EL	Element Number	-	Y
NODES	Nodes - I, J, K, L, M, N, O, P	-	Y
MAT	Material number	-	Y
VOLU:	Volume	-	Y
XC, YC, ZC	Location where results are reported	Y	<u>3</u>
PRES	Pressures P1 at nodes J, I, L, K; P2 at I, J, N, M; P3 at J, K, O, N; P4 at K, L, P, O; P5 at L, I, M, P; P6 at M, N, O, P	-	Y

Die Spalten O (Output Fenster) und R (Result file) geben einen Aufschluss, wo die Information abgelegt wird. Evtl. werden die Grössen nur auf spezielle Anforderung während der Lösung bereitgestellt. Dies ist in der O und R Spalte aber mit einer Fussnote gekennzeichnet. Die Ausgabe im Outputfenster kann mit OUTPR gesteuert (Hinweis: Outputfensterinformation nur im Batchlauf vollständig!) und mit /OUTPUT in eine Datei umgeleitet werden. Der Umfang der Daten im Resultfile kann mit OUTRES beeinflusst werden.

- Sind in der ersten Spalte (Name) die Grössen mit einem (:) gekennzeichnet, können diese Grössen direkt mit ETAB oder ESOL angesprochen werden. z.B. ETAB,xx,s,eqv
- Alle Grössen, die in der zweiten Tabelle auftauchen, können über einen sogenannten Schlüssel mit ETAB oder ESOL angesprochen werden. Z.B. ETAB,xx,smisc,3
- Die dritte Gruppe an Ausgabegrössen sind die Ergebnisse, die weder in der ersten Tabelle einen (:) haben, noch über einen Schlüssel aus der zweiten Tabelle ansprechbar sind. Diese Ergebnisse sind dann z.B. mit \*get abzufragen.

## Elektrisch-Thermisch-Mechanischer Kontakt

Ausgabe: 3 / 2003

Neu im ANSYS ist der elektrisch-thermisch-mechanische Kontakt. Die Behandlung ist recht geradeaus für das 3D Multiphysik-Element SOLID5. Wir brauchen neben den Materialeigenschaften EX, PRXY, ALPX, KXX, C, DENS, RSVX mindestens noch die zugehörigen Kontakteigenschaften TCC (thermische Kontaktleitfähigkeit) und ECC (elektrische Kontaktleitfähigkeit) als Real-Konstanten 14 und 19. Diese Leitfähigkeiten sind jeweils definiert als Stromdichte geteilt durch Spannungsdifferenz/ Temperaturdifferenz; sie sind also analog zu den Wärmeübergangszahlen für die Konvektionsrandbedingung definiert.

Problematisch ist leider die Verwendung von 2D elektrisch-thermisch-mechanischem Kontakt – die naheliegende Lösung PLANE13 mit den nötigen Freiheitsgraden bezieht sich auf den elektrostatischen Freiheitsgrad.

Wir schlagen deshalb die anbei beschriebene Variante vor:

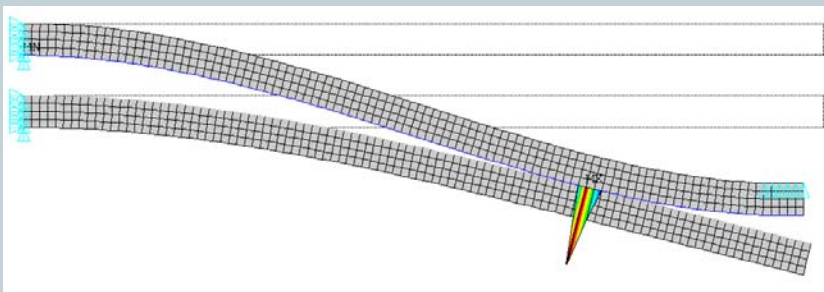
PLANE182 für die mechanischen Freiheitsgrade

PLANE67 als elektrisch-thermisches Element

CONTA171/TARGET169 als Kontaktpaarung

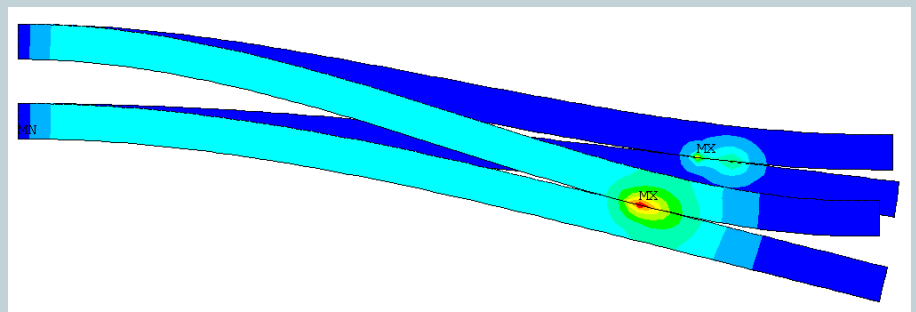
Mechanische und elektrisch-thermische Elemente durch doppelte Vernetzung mit denselben Knotennummern gekoppelt

Diese Variante enthält aber keine Rückwirkung der Temperatur auf die mechanischen Eigenschaften, diese kann durch Anwendung von BF während des Lösungslaufes jedoch erreicht werden.



Verformte Struktur mit  
Kontaktpenetration und  
mechanischen  
Randbedingungen, 1 Volt  
Spannung angelegt

Temperatur nach 0.5  
ms und nach 1 ms:  
Hotspots am aktuellen  
elektrischen  
Kontaktpunkt



## Elektrisch-Thermisch-Mechanischer Kontakt

Ausgabe: 3 / 2003

### ANSYS Eingabesatz (ANSYS 7.0):

<pre> /com,Units SI mm=1e-3  /prep7 ! Elemente et,1,182 et,2,67 et,3,169 et,4,171,3  mp,ex,1,2e11 mp,prxy,1,0.33  rsvx=17.8e-9 mp,rsvx,1,rsvx,rsvx/256 mp,kxx,1,384 mp,c,1,385 mp,dens,1,8930  esiz=.1*mm  r,2,0,0,0.01 rmodif,2,14,384/(1*mm) rmodif,2,19,(1/rsvx)/(1*mm),1  ITS=(esiz)**2/4/(384/385/8930  rect,0,10*mm,0.1*mm,0.5*mm rect,0,10*mm,1.0*mm,1.4*mm  type,1 mat,1 esize,esiz amesh,1,2 egen,2,0,all,,0,1 </pre>	<pre> ! Kontakte real,2 mat,3 asel,s,,,1 esla nsle nsel,r,loc,y,0.5*mm type,3 esurf  asel,s,,,2 esla nsle nsel,r,loc,y,1.0*mm type,4 esurf  ! Randbedingungen nsel,s,loc,x d,all,all alls asel,s,,,1,,,1 nsel,r,loc,x d,all,volt,0 d,all,temp,0 asel,s,,,2,,,1 nsel,r,loc,x d,all,volt,1 d,all,temp,0 Alls </pre>	<pre> /solu anty,trans trno,full  nsel,s,loc,x,9.5*mm,10*mm nsel,r,loc,y,1.4*mm cm,hub,node alls d,hub,uy,-.47*mm  nlgeom,on timi,off,STRU cnvt,volt cnvt,u cnvt,temp,1 time,its/1e6 solve  d,hub,uy,-.50*mm time,its solve  timi,on auto,on d,hub,uy,-.50*mm-1.50*mm time,51*ITS delt,its,its,10*its outr,all,all solve Fini </pre>
--	---	--

## Kontakt: Kraftgesteuertes Rigid Target

Ausgabe: 3 / 2003

### Problem:

Bei starr-elastischem Kontakt treten insbesondere dann häufig Fragen und Probleme auf, wenn etwa das starre Target-Element mit einer Kraft beansprucht werden soll. Es treten häufig Konvergenzschwierigkeiten bei dieser nichtlinearen Aufgabenstellung auf. Hierfür soll der richtige Modellierungsweg aufgezeigt werden.

### Erläuterung:

Bei dem hier angesprochenen Kontaktproblem ist darauf zu achten, dass die Kraft an dem sogenannten Pilot-Knoten des starren Target-Elementes anzugreifen hat. Der Pilot-Knoten kann zwar irgendwo im Raum liegen, besitzt aber dieselben Elementattribute wie das Target-Element. Dadurch ist er eindeutig dem Target-Element zugeordnet.

Die Bewegung des starren Target-Elementes kann nun ausschließlich durch die Freiheitsgrade des Pilot-Knotens beschrieben werden.

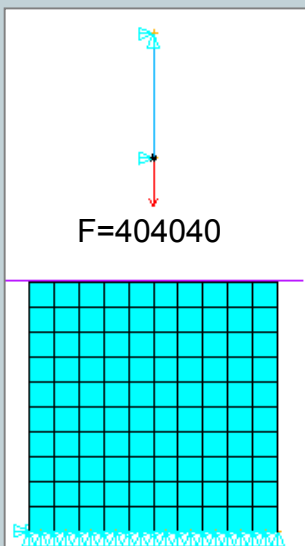
Wird nun das Target-Element durch eine Kraft beansprucht, so ist weiter zu beachten, dass ein starrer Körper per Definition keine Steifigkeit besitzt. Genau daher treten oft Konvergenzschwierigkeiten auf, denn gemäß  $Ku=F$  wird bei nicht vorhandener Steifigkeit  $K$  zu einer Kraft  $F$  niemals ein Verschiebungszustand gefunden.

Deshalb gibt man dem starren Target-Element eine künstliche Steifigkeit, indem man etwa eine weiche Feder (COMBIN14) an das Target-Element anschließt. Damit ist das Problem zunächst einmal rechenbar. Sollten dann noch Konvergenzschwierigkeiten auftreten, so sind in der Regel kleinere Zwischenschritte zu rechnen.

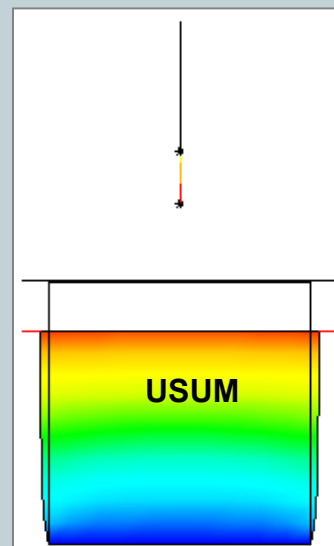
### Beispiel:

Betrachtet wird ein Viereck, welches durch eine starre Kante zusammengedrückt werden soll. Die starre Kante wird mit einer Kraft belastet.

Das Beispiel zeigt, wie ein starres Target-Element mit Pilot-Knoten definiert wird. Des Weiteren wird der Anschluss des COMBIN14-Elementes deutlich. Zur Lösung des Problems sind äußerst kleine Zwischenschritte zu rechnen (NSUBST).



Maximale Verschiebung  
in Vertikal-Richtung: 2



## Kontakt: Kraftgesteuertes Rigid Target

Ausgabe: 3 / 2003

### ANSYS Eingabesatz (ANSYS 7.0):

```
finish  
/clear  
  
/filename,beispiel_29,on
```

```
/prep7  
rect,0,10,0,10  
k,5,-1,10.1,0  
k,6,11,10.1,0  
l,5,6  
et,1,183  
mp,ex,1,210000  
mp,prxy,1,0.3  
esize,1.0
```

```
mshape,0,2D  
mshkey,1  
amesh,all
```

```
n,1000,5,15,0  
n,2000,5,20,0
```

```
et,2,169  
et,3,172  
mp,mu,2,0.0  
r,2,,,100.0
```

```
!!! Target Kante (starr) !!!
```

```
lsel,s,line,,5  
type,2  
mat,2  
real,2  
lesize,5,,,1  
lmesh,all
```

```
tshape,pilo  
e,1000
```

```
!!! Contact !!!  
lsel,s,line,,3  
nsll,s,1  
type,3  
mat,2  
real,2  
esurf
```

```
!!! Weiche Feder !!!  
et,4,14  
keyopt,4,2,2  
r,3,1  
type,4  
real,3  
e,1000,2000
```

```
Finish
```

```
/solu  
nset,s,loc,y,0  
d,all,all,0  
allsel  
f,1000,fy,-404040  
d,1000,ux  
d,1000,rotz  
d,2000,all
```

```
autots,on  
nsubst,1000000,10000000,1  
outres,all,all  
solve  
finish
```

```
/post1  
/dscale,1,1  
plnsol,u,sum,2,1
```

## Definition von Anfangsbedingungen

Ausgabe: 3 / 2003

### Problem:

In einer transienten Analyse (ANTYPE,TRANS) sollen Anfangsverschiebungen und/oder Anfangsgeschwindigkeiten eingeprägt werden. Dies kann prinzipiell auf zwei unterschiedliche Arten erfolgen.

### 1. Möglichkeit:

Mit dem Befehl IC (Initial Condition) können direkt Anfangsverschiebungen und/oder Anfangsgeschwindigkeiten an den Knoten eingeprägt werden. Für eine strukturmechanische, transiente Rechnung lautet dieser für eine Anfangsverschiebung

IC,Knoten,Verschiebungsrichtung,Wert  
z.B.: IC,1,UY,1

Für eine Anfangsgeschwindigkeit lautet er

IC,Knoten,Geschwindigkeitsrichtung,,Wert  
z.B.: IC,1,UY,,1

Richtungen beziehen sich dabei auf das jeweilige Knotenkoordinatensystem. Näheres kann der Hilfe entnommen werden. Nachfolgendes Beispiel zeigt eine einfache Anwendung.

### Beispiel:

Modelliert wurde ein einfacher Feder-Masse Schwinger mit nichtlinearem Dämpfungsverhalten (COMBIN14 + MASS21). Als Anfangsbedingungen wird eine Anfangsverschiebung (= -0.5) und Anfangsgeschwindigkeit (= -1) eingeprägt. Die Resultate für Verschiebung, Geschwindigkeit und Beschleunigung sind auf der nächsten Seite dargestellt.

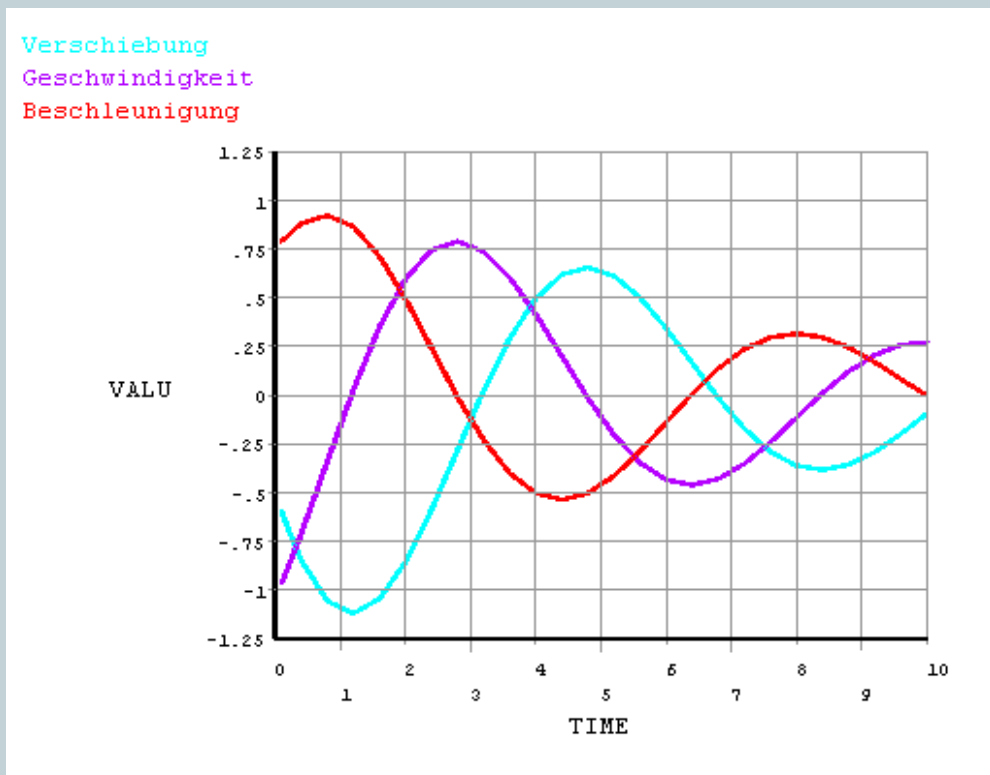
### Input:

fini	r,1,kf,cv1,cv2	eplo	!Postprocessing
/clear	et,2,21,,,4		
!Material	r,2,1	!Lösung	/post26
kf=0.8	type,1	/solu	numvar,200
cv1=.3	real,1	antyp,trans	nsol,2,2,u,y,Verschiebung
cv2=.01	e,1,2	time,10	esol,3,1,2,smisc,1,Federkraft
!Geometrie +	type,2	autots,on	esol,4,1,2,nmisc,1,Dehnung
!Elemente	real,2	nsub,100	esol,5,1,2,nmisc,2,Geschwindigkeit
/prep7	e,2	outres,all,all	esol,6,1,2,nmisc,3,Daempfungskraft
n,1,,1	d,1,all	ic,2,uy,-1	rforce,7,1,F,Y,Reaktionskraft
n,2,	d,2,ux	ic,2,uy,-0.5	deriv,8,5,1,,Beschleunigung
et,1,14,1,2	/esha,1	solve	plva,2,5,8

## Definition von Anfangsbedingungen

Ausgabe: 3 / 2003

### Ergebnis:



### 2. Möglichkeit:

Eine weitere Möglichkeit für das Aufbringen von Anfangsbedingungen besteht in der Berechnung zweier quasistatischer Lastschritte (TIMINT,OFF) vor der eigentlichen transienten Analyse. ANSYS verwendet die Verschiebung des zweiten Lastschrittes als Anfangsverschiebung für die folgende transiente Rechnung. Die Anfangsgeschwindigkeiten werden aus der Differenz der Verschiebungen beider Lastschritte geteilt durch das Zeitinkrement des zweiten (quasistatischen) Lastschrittes ermittelt. Angewandt auf vorheriges Beispiel ist der Solution-Teil wie folgt zu ändern:


```
/solu  
antyp,trans  
timint,off  
time,1e-3  
outres,all,all  
d,2,uy,-0.499  
solve  
d,2,uy,-0.5  
time,2e-3  
solve  
ddele,2,uy  
timint,on  
autots,on  
time,10  
nsub,100,200,10  
solve
```

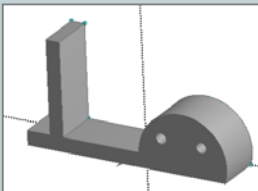
## Verschiedene 3D Körper im AGP und die Booleschen Operationen

Ausgabe: 3 / 2003

Nachdem im vorangegangenen Teil unserer kleinen Serie zur Handhabung des AGP die einfache Erzeugung von Skizzen gezeigt wurde, wird im Folgenden demonstriert, wie man von den Skizzen zu 3D Körpern kommt und wie diese mittels Boolescher Operationen miteinander verknüpft werden.

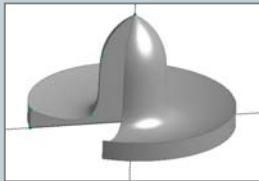
Alle Operationen zum Generieren von 3D Körpern findet man in der Toolbar:

 Extrudieren




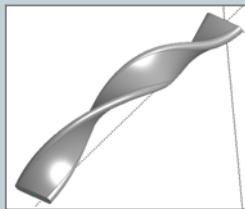
Skizze in Normalenrichtung ziehen

 Drehen




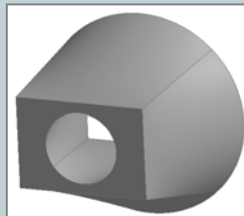
Skizze um eine Achse rotieren

 Austragen



Skizze entlang eines Pfades ziehen

 Außenhaut/Ausformung



Topologisch gleiche Skizzen (gleiche Anzahl an Eckpunkten) miteinander mit Freiformflächen verbinden.

Alle weiteren Funktionen in der Toolbar sind zum Feintuning von 3D Körpern gedacht und sind auch erst verfügbar, wenn 3D Körper im Modell vorhanden sind. Dazu gehören:

 Dünne Geometrie/Fläche  Verrundung  Fase  Punkt

Ableiten eines Flächenkörpers aus der Oberfläche eines Volumenkörpers

Einfügen von Verrundungen

Einfügen von Fasen

Erstellung von Hardpoints und Schweisspunkten

Diese Funktionen werden in den folgenden Ausgaben noch im Detail besprochen.

## Verschiedene 3D Körper im AGP und die Booleschen Operationen

Ausgabe: 3 / 2003

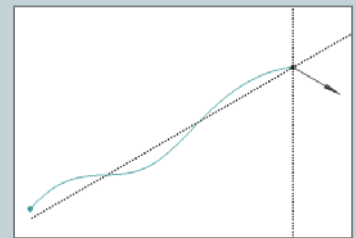
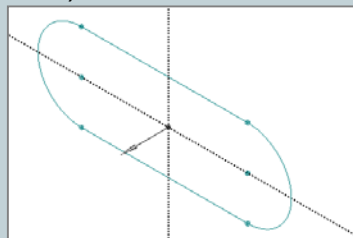
### Beispiel Austragen eines ovalen Profils entlang eines Splines:

#### Erstellung der Skizzen:

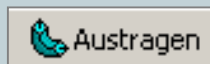
Auf der XY-Ebene wird zunächst ein ovales Profil angelegt. Auf einer dazu senkrechten Ebene (YZ-Ebene) wird ein Spline gezeichnet. (Hinweise: Zwischen den Ebenen wird im Modelliermodus gewechselt. Im Skizziermodus werden unter „Zeichnen“ die gewünschten Objekte angewählt. Den Spline kann man über die rechte Maustaste mit der Option „offenes Ende“ abschliessen.)

Massive Körper können nur aus geschlossenen Linienzügen (hier: Oval) entstehen. Momentan dürfen sich dabei die Linien nicht überschneiden.

Schalenkörper dürfen auch aus offenen Profilen entstehen.



#### 3D Operation „Austragen“:



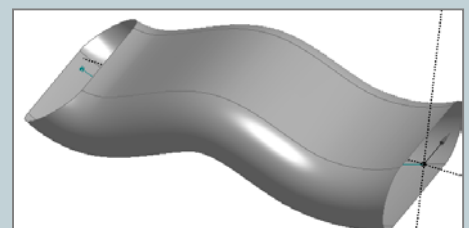
Nach dem Anklicken von „Austragen“ müssen die beiden Skizzen angegeben werden, die Profil und Bahnkurve beschreiben. Dazu klickt man im Detailfenster auf „Profil“ und klickt im Strukturbaum die erste Skizze (ovales Profil) an. Danach klickt man im Detailfenster auf „Bahn“ und wählt im Strukturbaum die zweite Skizze (Pfad) an.

Details von Austragen1	
Austragen	Austragen1
Profil	Skizze1
Bahn	Nicht ausgewählt
Operation	Material hinzufügen
Ausrichtung	Tangentiale Bahn
FD4, Skalierung (>0)	1
FD5, Windungen	0
Als dünne Geometrie/Fläche?	Nein



Im Detailfenster sind folgende Eingaben durch Anklicken möglich:

- Austragen: Namen vergeben (Default: Austragen #)
- Profil und Bahn: Auswahl der 2D Grundgeometrie
- Operation: Boolesche Operationen (Material hinzufügen, Material wegschneiden,...)
- Ausrichtung: Stellung des Profils zur Bahnkurve. In jedem Punkt tangential zur Bahnkurve oder immer parallel zur Ursprungslage.
- Skalierung: Größenverhältnis Profil am Anfang zu Profil am Ende.
- Windungen: Drehungen des Profils um die Bahnkurve
- Dünne Geometrie: Erzeugung eines Schalenmodells



## Verschiedene 3D Körper im AGP und die Booleschen Operationen

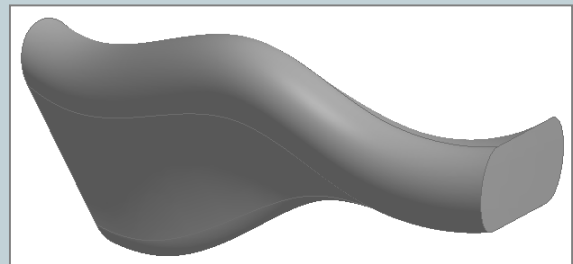
Ausgabe: 3 / 2003

 Erstellen

### Nachträgliches Ändern der Einstellungen:

Nachdem das Feature erstellt ist, lassen sich nachträglich die Einstellungen ändern. Dazu klickt man einfach auf die entsprechenden Felder im Detailfenster.

Details von Austragen1	
Austragen	Austragen1
Profil	Skizze1
Bahn	Skizze2
Operation	Material hinzufügen
Ausrichtung	Globale Achsen
<input type="checkbox"/> FD4, Skalierung (>0)	1
<input checked="" type="checkbox"/> FDS, Windungen	0,2
Als dünne Geometrie/Fläche?	Nein

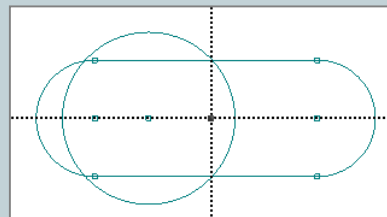
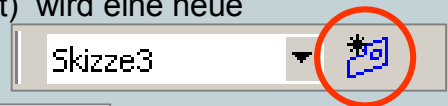


### Booleschen Operationen:

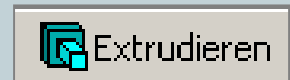
Auf der XY-Ebene (auf der sich das ovale Profil befindet) wird eine neue Skizze angelegt.

Dann wird ein Kreis gezeichnet.

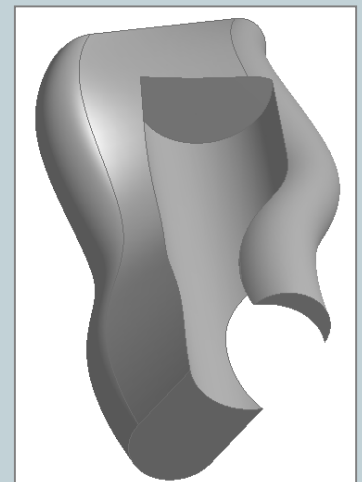
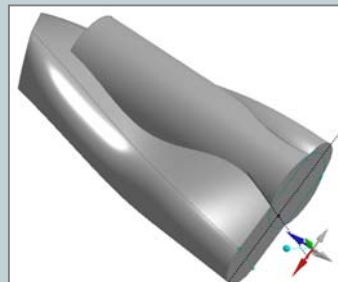
Dieser Kreis wird extrudiert.



Im Detailfenster kann die Boolesche Operation ausgewählt werden.



Details von Extrudieren1	
Extrudieren	Extrudieren1
Basisobjekt	Skizze3
Operation	Material wegschneiden
Richtung	Material hinzufügen
Typ	Material wegschneiden
<input type="checkbox"/> FD1, Tiefe (>0)	Flächen mit Prägung versehen
Als dünne Geometrie/Fläche?	Fixiert hinzufügen
	Nein



Material hinzufügen

Boolesche Operation „Add“. Körper, die sich berühren verschmelzen zu einem Volumen.

Material wegschneiden

Boolesche Operation „Cut“. Generierter Körper wird von bestehenden Volumen abgezogen.

Die weiteren Funktionen (Prägung und Fixiert hinzufügen) werden an anderer Stelle in unserer Reihe erläutert, da diese zu den Themen Aufbereitung von CAD Geometrie und erweiterte Boolesche Operationen gehören.

## Termine rund um CADFEM

### Aktuelle Seminartermine:

- ANSYS-Einführung Strukturmechanik  
01.-04.04.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart
- ANSYS Nichtlinearitäten in der Strukturmechanik  
01.-04.04.03 in Burgdorf bei Hannover
- ANSYS Kontaktberechnungen für Fortgeschrittene  
01.-03.04.03 in Grafing bei München
- ANSYS Optimierung und Zuverlässigkeitsanalyse in der Strukturmechanik  
08.-10.04.03 in Grafing bei München
- ANSYS Theorie der Optimierung  
11.04.03 in Grafing bei München
- Kontaktberechnungen mit LS-DYNA  
08.04.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart
- Materialmodelle in LS-DYNA  
09.04.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart
- Insassensimulation mit LS-DYNA  
10.04.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart
- Berechnung von Kompositstrukturen - ESAComp  
10.04.03 in Burgdorf bei Hannover  
11.04.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart  
25.04.03 in Aadorf, Schweiz
- ANSYS New Features Update 7.0 / ANSYS Workbench Environment Update 7.0  
02.04.03 + 03.04.03 in Chemnitz  
08.04.03 + 09.04.03 in Unna bei Dortmund  
10.04.03 + 11.04.03 in Liederbach bei Frankfurt  
15.04.03 + 16.04.03 in Grafing bei München  
29.04.03 + 30.04.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart

## Termine rund um CADFEM

### Weitere Veranstaltung:

- Technologietag: Optimierung und stochastische Analyse  
04.04.03 in Grafing bei München
- Infotag „Entscheiderforum – Return On Investment von Berechnungs- und VR-Technologien“  
27.03.03 in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart  
10.04.03 in Burgdorf bei Hannover
- Schnuppertraining „Konstruktionsbegleitend berechnen“  
14.04.03 in Grafing bei München