

Themenübersicht Februar 2003

Ausgabe: 2 / 2003

- Nice to know
- Materialmodell für Gusseisen
- Übersicht zu Elementformulierungen der neuen 18x Elemente
- Einfache Geometrierstellung im AGP
- Termine rund um CADFEM

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

Kontakt: Kraftgesteuertes Rigid Target

Verschiedene 3D Körper im AGP und die Booleschen Operationen

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: 2 / 2003

ANSYS und ANSYS Workbench

- Von ANSYS auf Windows heraus wird die Java Hilfe geladen. Ruft man ausserhalb von ANSYS die Hilfe auf wird die html Hilfe gestartet. Durch einen Dateitausch kann auch aus ANSYS heraus auf die html Hilfe zugegriffen werden.
Im Verzeichnis commonfiles/help/en-us findet man zwei Files: ansys_Index.hlp und 64_ansys_Index.hlp. Benennen Sie die Datei 64_ansys_Index.hlp um in ansys_Index.hlp. Fertigen Sie vorher eine Backup Kopie der ursprünglichen Datei an. Dieses Vorgehen ist nicht dokumentiert und von ANSYS Inc nicht empfohlen. Deshalb kann auch nicht sicher gestellt werden, dass alle Links innerhalb der Hilfe funktionieren.
- Der Kontakt in AWE arbeitet im Default mit einer Konfiguration, die auf bereits geschlossenen Kontakt optimiert ist. Die Keyoption(5) ist auf 1 gesetzt. Kontakt und Targetflächen, die sich zu Beginn der Rechnung innerhalb der Pinball Region befinden werden spannungsfrei aufeinander geschoben. Erst dann beginnt die Lastaufbringung. Modelliert man demnach einen Spalt in AWE bleibt dieser Spalt auch in der Rechnung erhalten. Um einen sich schliessenden Kontakt zu berechnen ist es also nötig diese Keyoption auf 0 zurückzusetzen.
- Auf der Customer site von ANSYS sind diverse Service Packs erhältlich.
<http://www1.ansys.com/customer/>
ANSYS:
Das SP4 behebt u.a. den Fehler in der Funktionalität von z.B. a,p im Prep7. Auch der Vernetzungsfehler bezüglich der „hashing nodes“ wird damit repariert.
Das SP10 stellt einen überarbeiteten CATIA V5 Reader zur Verfügung.
ANSYS Workbench:
Das SP3 behebt den Fehler, dass nach den Lizenzen für CAE Template und Customization Gateway gesucht wird.
Das SP4 behebt folgende Fehler:
Falsche Ergebnisse im zylindrischen Koordinatensystem
Bei einigen Lizenzen ist kein Solve möglich
In der deutschen Version kann der Konvergenzbildschirm nicht angezeigt werden.
Der AGP kann keine iMAN Geometrie lesen.
- Die deutsche Hilfe zu ANSYS Workbench Environment (Service Pack 2) können Sie von unserem ftp Server herunterladen. Einen Link hierzu finden Sie auf unserer Homepage <http://www.cadfem.de>
- Aus der Reihe FEM für Praktiker ist der Band 4: Elektrotechnik erschienen.
Dr.-Ing. Wolfgang Schätzing,
Dr.-Ing. Günter Müller (Hrsg.)
FEM für Praktiker Band 4: Elektrotechnik
2003, Expert Verlag, Renningen

Materialmodell für Gusseisen

Ausgabe: 2 / 2003

Problem:

Gusseisen (cast iron) weist ein zur bekannten von Mises-Metallplastizität abweichendes Verhalten auf. Charakteristisch ist das unterschiedliche Verhalten im Zug- und Druckbereich (Bild 1). Seit der Version 6.1 ist in ANSYS ein entsprechendes Materialmodell implementiert.

Eigenschaften und Materialmodell:

Die metallische Struktur von Gusseisen kann durch den Herstellungsprozess beeinflusst werden. Als Unterscheidungsmerkmal dient dabei die Art und Weise wie der Graphitanteil (2-4%) in die metallische Matrix eingebettet ist. Bekannte Formen sind z.B. Gusseisen mit Lamellen- (Bild 2) oder Kugelgraphit. Allen gemeinsam ist der Umstand, dass sie im Zugbereich eine wesentlich geringere Dehngrenze als im Druckbereich aufweisen (ca. 25-30% des Druckbereichs). Verschleißfestigkeit, gute Bearbeitbarkeit und Dämpfungseigenschaften haben ihnen zu einem breiten Einsatzgebiet verholfen (Gehäuse, Werkzeugmaschinen, Zahnräder etc.).

Während die Fließfläche bei Metallen grundsätzlich durch ein von Mises Fließkriterium (maximale Schubspannung, isotrop) beschrieben werden kann, trifft dies auf Gusseisen im Zugbereich nicht zu. Vielmehr ist hier die maximale Hauptspannung (Rankine Kriterium) für das Fließen ausschlaggebend. Im Druckbereich wird weiterhin eine von Mises Fließfläche verwendet. Die Bilder 3a/3b zeigen anschaulich die zusammengesetzte Fließfläche (von Mises – Rankine) im Hauptspannungsraum.

Will man das Materialmodell verwenden ist noch folgendes zu beachten: 1. Vom Anwender ist eine plastische Querkontraktionszahl für den Zugbereich anzugeben (plastische Volumenänderung). 2. Das Modell ist nur für monoton wachsende Belastungen geeignet. 3. Unterstützt werden nur die 18x Elemente. 4. Eine Kombination mit anderen Materialmodellen ist nicht möglich.

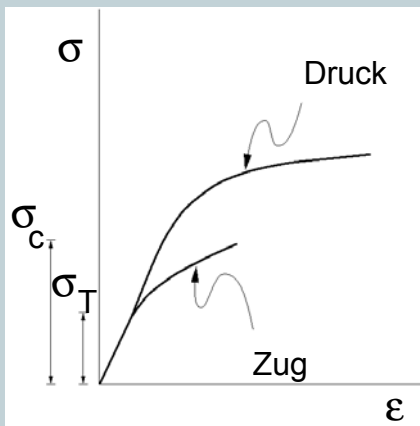


Bild 1

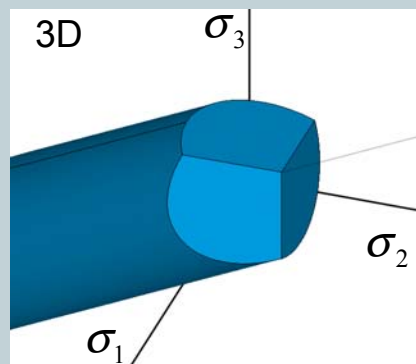


Bild 3a

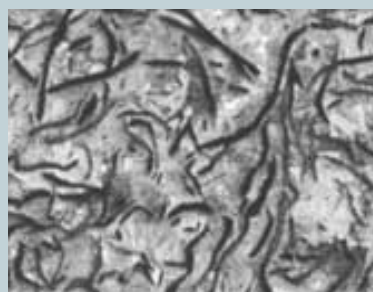


Bild 2

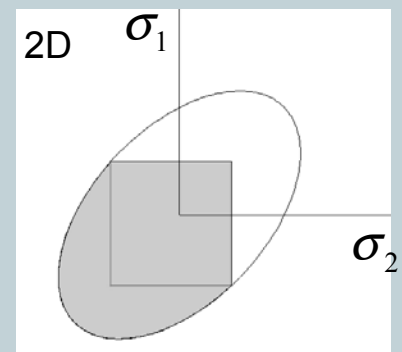


Bild 3b

Materialmodell für Gusseisen

Ausgabe: 2 / 2003

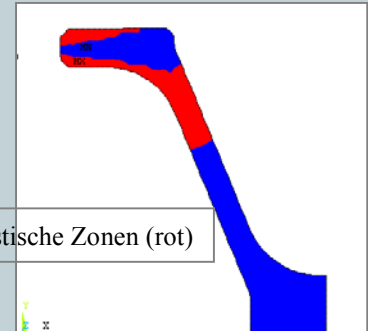
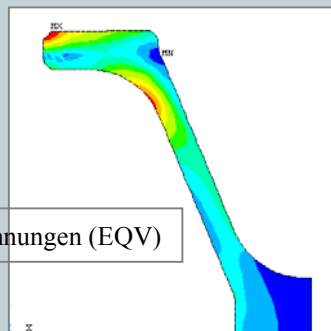
Beispiel:

Modelliert wurde ein gusseiserner Sockel mit axialsymmetrischen PLANE182-Elementen. Die Belastung wurde als Flächenlast auf die Knoten aufgebracht.

```
FINI
/CLEAR
!
/PREP7
/PNUM,KP,1
/PNUM,LINE,1
!
!****Geometrie
!
K,1,3000
K,2,4000
K,3,4000,750
K,4,3250,750
K,5,3000,500
K,6,600,4000
K,7,500,3900
K,8,500,3600
K,9,600,3500
K,10,1750,3500
K,11,2000,3750
K,12,2000,3900
K,13,1900,4000
!
L,1,2
L,2,3
L,3,4
L,4,11
L,11,12
L,12,13
L,13,6
L,6,7
L,7,8
L,8,9
L,9,10
L,10,5
L,5,1
LFILLT,4,5,250,,
LFILLT,11,12,1000,,
LFILLT,12,13,250,,
LFILLT,3,4,1000,,
LCOMB,5,14
LCOMB,13,16
LCOMB,3,17
```

```
!
AL,ALL
!
!**** Material
!
MP,EX,1,1.478E+005
MP,NUXY,1,0.3
!
TB,CAST,1,1,1,1
TBDATA,,0.04,,,,,
!
TB,UNIAXIAL,1,1,5,COMP
TBPT,,0.00203,300
TBPT,,0.005,500
TBPT,,0.008,581
TBPT,,0.011,650
TBPT,,0.014,700
!
TB,UNIAXIAL,1,1,5,TENS
TBPT,,0.00055,81.3
TBPT,,0.001,131
TBPT,,0.0025,241
TBPT,,0.0035,288
TBPT,,0.0045,322
!
!**** Vernetzung
!
ET,1,182
!****Axialsymmetrie
KEYOPT,1,3,1
ESIZE,80
AMESH,ALL
!
```

```
!
!****Lösung und
!****Randbedingungen
!
/SOLU
!
NSEL,S,LOC,Y
D,ALL,UY
ALLSEL
NSUBST,1,2,1
CNVTOL,F,,0.005,2,,.005
SOLVE
!
/PSF,PRES,NORM,2,0,1
NSEL,S,LOC,Y,4000
LOAD=80
SF,ALL,PRES,LOAD
ALLSEL
NSUBST,25,40,25
NLGEOM,ON
TIME,LOAD
OUTRES,ALL,ALL
SOLVE
!
!**** Ergebnisdarstellung
!
/POST1
SET,LAST
PLNSOL,S,EQV
!
/WAIT,8
!
PLNSOL,EPPL,EQV
```



Übersicht zu Elementformulierungen der neuen 18x Elemente

Ausgabe: 2 / 2003

Problem:

Bei den neuen Elementen der 18x Serie können verschiedene Elementformulierungen, wie b-Bar, URI und enhanced strain für die linearen Elemente angewählt werden. Die Ergebnisse können, je nach Randbedingung, sehr unterschiedlich sein.

Erläuterung:

ANSYS verwendet sog. isoparametrische Elemente. Die Ansätze für die Verschiebungen werden auch verwendet um die Elementkanten zu beschreiben. So eine lineare Verbindung zweier Knoten kann keine Biegelinie darstellen. Auf Biegung reagieren die linearen Elemente also zu steif. Man spricht von Schubblockieren (shear locking). Bei der Verwendung von nahezu inkompressiblen Materialien tritt auch noch ein anderer Effekt auf: Das Volumenblockieren (volumetric locking).

Um diese Blockiereffekte zu unterdrücken werden in ANSYS zwei Ansätze verfolgt.

Das Unterintegrieren und das Einführen von incompatible modes.

Reduced Integration:

Vor der Integration der Steifigkeitsmatrizen können die Integranden aufgeteilt werden in Anteile, die der Volumenänderung entsprechen und in Anteile, die der Verzerrung des Elements entsprechen. Durch gezieltes Unterintegrieren (Gaussintegration mit weniger Stützstellen als erforderlich) wird entweder dem volumenändernden Anteil (b-Bar Methode) oder beiden Anteilen (Uniform Reduced Integration, URI) Steifigkeit genommen. Die b-Bar Methode eignet sich also für Material mit nahezu inkompressiblem Verhalten. Die URI Formulierung eignet sich sowohl für Material mit nahezu inkompressiblem Verhalten als auch für biegedominante Probleme. Allerdings können die URI Elemente bei ungünstiger Lasteinleitung stark verzerrte Elemente aufweisen (Hourglass Modes). Durch Berechnung einer Hourglass Vergleichsenergie kann beurteilt werden, ob das Ergebnis akzeptabel ist. Der Quotient aus der Verformungsenergie des Systems und der Hourglassenergie sollte geringer als 5% sein. (siehe hierzu auch das Inputfile)

Ausserdem können URI Elemente zu weich reagieren. Dies kann mit einer feineren Diskretisierung umgangen werden.

Enhanced Strain:

Durch Einführen weiterer Freiheitsgrade („Knoten“, die nur in der Elementformulierung auftauchen) werden Biegeverformungen der Elementkanten ermöglicht. Da die Elementkanten nicht über Knoten gekoppelt sind, sich aber verbiegen können, könnte es theoretisch zu Überlappungen oder Spalten zwischen den Elementen kommen (incompatible Modes).

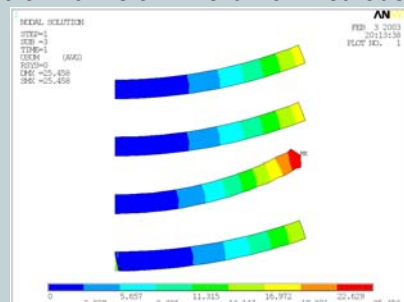
Mit dieser Formulierung können neben den biegedominanten Problemen auch Probleme mit nahezu inkompressiblen Materialien behandelt werden. Diese Formulierung ist aber sensibel gegen schlechte Elemente und kann nur in Quad oder Hex Netzen verwendet werden.

Bei quadratischen Elementen treten diese Probleme nicht auf. Quadratische Elemente benötigen allerdings deutlich mehr Rechenzeit und neigen bei grossen Elementverzerrungen schneller zum „Turning inside out“.

Beispiel:

Im Beispiel wird ein eingespannter Biegebalken durch ein Moment belastet. Das Moment wird durch ein Kräftepaar aufgebracht. Die enhanced strain Formulierung bildet das Verschiebungs-Ergebnis aus der Berechnung mit quadratischen Elementen sehr gut. Die URI Formulierung zeigt auf Grund der ungünstigen Lasteinleitung Hourglass Modes und ist deutlich zu weich. Die b-Bar Methode ist für diese Biegeproblem zu steif.

Formulierung	Max Verschiebung
quadratisch	18.85
Lin. / Enhanced strain	18.81
Lin. / URI	25.48
Lin. / B-Bar	16.99



Übersicht zu Elementformulierungen der neuen 18x Elemente

Ausgabe: 2 / 2003

ANSYS Eingabesatz (ANSYS 7.0):

```
fini
/clear

/prep7
mp,ex,1,3000
mp,prxy,1,.3

et,1,182 !Bbar Selective
et,2,182,1!URI
et,3,182,2!enhanced strain
et,4,183 !quadratisch

rectng,0,100,0,10
esize,5
agen,4,all,,0,30,0

type,1
amesh,1
type,2
amesh,2
type,3
amesh,3
type,4
amesh,4
```

```
nselect,s,loc,x,0
d,all,all,0
nselect,s,loc,y,10
nselect,a,loc,y,40
nselect,a,loc,y,70
nselect,a,loc,y,100
nselect,r,loc,x,100
f,all,fx,-100
```

```
nselect,s,loc,y,0
nselect,a,loc,y,30
nselect,a,loc,y,60
nselect,a,loc,y,90
nselect,r,loc,x,100
f,all,fx,100
```

```
/solu
alls
nlgeom,on
nsubst,3,3,3
solve
```

```
/post1
plns,u,sum
```

```
/wait,2
```

```
! Hourglass Vergleichsenergie
etable,stiffene,sene
etable,artene,aene
sexp,enecomp,stiffene,artene,-1,1
pletab,enecomp
```

Einfache Geometrie-Modellierung im Analysis Geometry Processor (AGP)

Ausgabe: 2 / 2003

Im Rahmen einer kleinen Serie wollen wir Ihnen die einfache Handhabung des AGP (Analysis Geometry Processor) in den Grundzügen nahe bringen. In der ersten Folge werden Sie mit dem grundsätzlichen Modellierungsvorgehen vertraut gemacht und erfahren wie Sie Geometrie-Parameter an ANSYS Workbench Environment (AWE) übergeben.

Der AGP stellt ein einfach zu bedienendes Modellierungstool dar, das folgende Aufgaben erfüllt:

- parametrische Geometrieerzeugung
- FE-gerechte Aufbereitung von CAD Daten (Schneiden, Flächen für Randbedingungen,...)

Die Geometrie kann sowohl nach ANSYS CLASSIC als auch nach AWE übergeben werden. AWE kann zudem Parameter aus dem AGP lesen und ansprechen.

Das Erzeugen einer Geometrie gliedert sich immer in die folgenden drei Arbeitsschritte:

- Definition und Ausrichtung einer Arbeitsebene
- Erstellung von Skizzen (2D Zeichnungen) auf dieser Arbeitsebene
- Entwicklung von 3D-Körpern aus diesen Skizzen

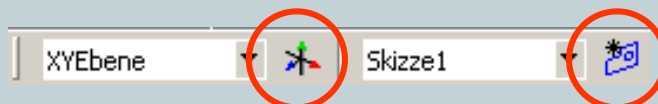


Definition und Ausrichtung oder Wahl einer Arbeitsebene:

Nach dem Start des AGP befindet sich auf der linken Seite der sog. Strukturbaum. Dort werden alle Objekte (Ebenen, Skizzen, 3D Körper, Operationen) als Feature abgelegt. Diese können hier nachträglich manipuliert und gelöscht werden (rechte Maus-Menü).

Im Strukturbaum werden standardmässig die drei Grundarbeitsebenen (XY, XZ und YX) bereitgestellt. Diese können mit einem Klick angewählt werden. Im Grafikfenster erscheint dann das entsprechende Koordinatenkreuz. Auf dieser Arbeitsebene kann dann gezeichnet werden.

Neue Arbeitsebenen können durch Klick auf den Knopf neben der Auswahlbox „aktive Arbeitsebene“ erstellt werden. Neue Skizzen werden analog durch Klick auf den Knopf „neue Skizze“ neben der Auswahlbox „aktive Skizze“ erstellt.



Arbeitsebene	Positionierung im Raum
neue Skizze	2D Zeichnung, Form des Körpers und Positionierung auf der Arbeitsebene

Einfache Geometrie-Modellierung im Analysis Geometry Processor (AGP)

Ausgabe: 2 / 2003

Erstellen einer Skizze:

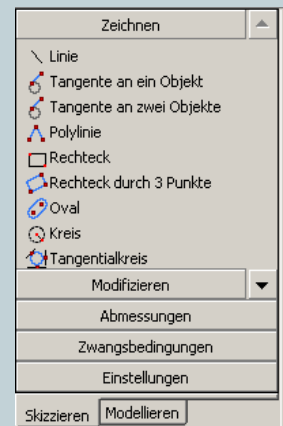
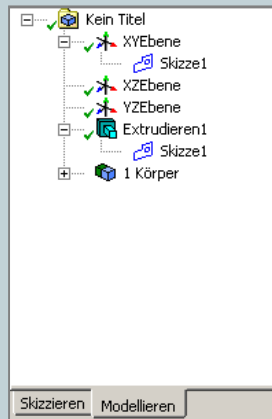
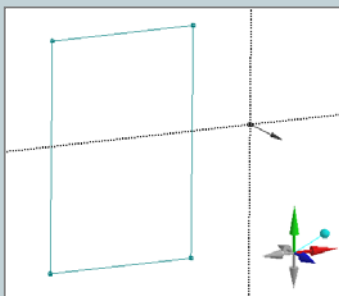
Auf der Arbeitsebene soll ein Rechteck gezeichnet werden.

Nachdem eine Arbeitsebene gewählt wurde, kann diese so ausgerichtet werden, sodass der Benutzer eine direkte Draufsicht hat. Dazu verwendet man den Normalansichtknopf.



Der AGP kennt zwei Modi: Den Modellierungsmodus und den Skizziermodus. Im Modellierungsmodus ist der Strukturbaum sichtbar und alle dort abgelegten Objekte können manipuliert, gelöscht oder unterdrückt werden (über das Rechte-Mausmenü). Im Skizziermodus stehen alle Werkzeuge zur Erstellung, Modifizierung und Vermaßung von Skizzen zur Verfügung.

Im Skizziermodus kann nun auf der aktuellen Ebene ein Rechteck gezeichnet werden.



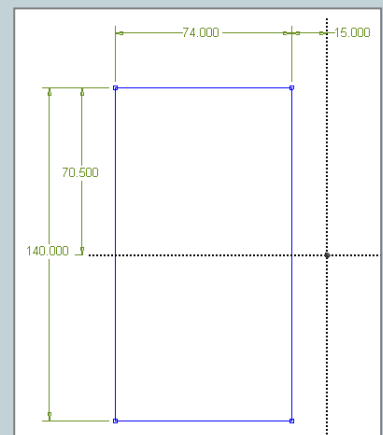
Hinweis: Die Dimensionen eines Geometrieobjektes im AGP werden definiert durch Abmessungen und Zwangsbedingungen. Zum Beispiel gehört zu den Zwangsbedingungen, dass zwei bestimmte Punkte immer aufeinander liegen müssen. Bei der Erstellung der Geometrie fängt sich die Maus an bestehenden Objekten und gibt durch Symbole (C (coincident, „liegt auf“), P (point, „liegt auf Punkt“), T (tangential, „fängt sich tangential zu“), R (radius, „gleicher Radius“)) an, dass eine Zwangsbedingung automatisch erstellt wird.



Im Skizziermodus findet sich auch der Punkt Abmessung. Mit der Funktion „Allgemein“ lassen sich Linien einfach durch Anpicken vermaßen. Die Funktionen „Horizontal“ und „Vertikal“ liefern entsprechend ausgerichtete Bemaßungen.

Links unten im Detailfenster kann man durch Anklicken die Maßwerte verändern.

Nach dem ersten Speichern der Datenbasis erscheinen vor diesen Werten kleine Kästchen, in denen nach Anklicken ein blaues P erscheint. Die so markierten Werte können dann von AWE als Geometrieparameter gelesen werden.



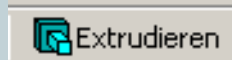
Abmessungen: 4	
H2	67,04 mm
H5	14,7 mm
V1	100
V7	53,31 mm

Abmessungen: 4	
<input type="checkbox"/> H2	67,04 mm
<input type="checkbox"/> H5	14,7 mm
<input checked="" type="checkbox"/> P V1	100 mm
<input checked="" type="checkbox"/> P V7	53,31 mm

Einfache Geometrie-Modellierung im AGP

Ausgabe: 2 / 2003

**Aus dem 2D Rechteck kann nun ein 3D Körper erstellt werden.
Extrusion zu einem Quader:**



Nach dem Klick auf den Extrusionsknopf erscheinen im Detailfenster unten links sämtliche Einstellmöglichkeiten für diesen Vorgang. Im Strukturbaum erscheint das Feature (Extrudieren1). Im Grafikfenster erscheint eine Drahtgittervoransicht des zu erstellenden Körpers.



Details von Extrudieren1	
Extrudieren	Extrudieren1
Basisobjekt	Skizze1
Operation	Material hinzufügen
Richtung	Normal
Typ	Fixiert
FD1, Tiefe (>0)	30 mm
Als dünne Geometrie/Fläche?	Nein

Details von Extrudieren1	
Extrudieren	Extrudieren1
Basisobjekt	Skizze1
Operation	Material hinzufügen
Richtung	Material hinzufügen
Typ	Fixiert hinzufügen
FD1, Tiefe (>0)	30 mm
Als dünne Geometrie/Fläche?	Nein

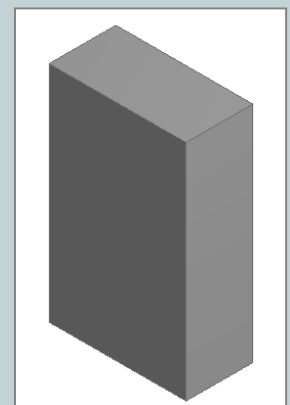
Im Detailfenster können die Größen durch Anklicken geändert werden. Weisse Felder im Detailfenster sind entweder Felder zur direkten Eingabe von Werten oder Auswahlfenster. Bei Auswahlfenstern erscheint nach dem Anklicken ein Pulldownmenü.

Wenn die Eingaben vollständig sind, wird das Feature durch Klick auf den „Erstellen“ Button erzeugt. Der Blitz neben dem Feature im Strukturbaum ändert sich zu einem grünen Häkchen. (Blitz – unvollständige Eingabe, grünes Häkchen – Feature erfolgreich erstellt)

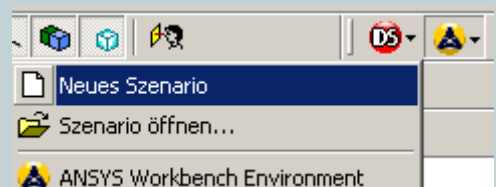


Wie in Windows gewohnt findet man unter dem Menüpunkt „Datei“ den Knopf „Speichern unter“. Hier können verschiedene Formate ausgewählt werden, die von den verschiedenen ANSYS Produkten gelesen werden.

Format	Import in	Parameterüberna
.agdb	ANSYS Workbench	hme ja
.x_t (Parasolid)	ANSYS Workbench ANSYS CLASSIC	nein
.anf (ANSYS Neutral file)	ANSYS Lizenz für Parasolid Reader erforderlich)	nein



Wenn man mit dem Knopf „Neues Szenario“ direkt mit der Geometrie in AWE wechselt, kann man dort unter dem Punkt Geometrie die Geometrieparameter für Parameterstudien ändern.



Termine rund um CADFEM

Ausgabe: 2 / 2003

Aktuelle Seminartermine:

- Update ANSYS 7.0 und Workbench Environment
06. – 07.03.03 in Burgdorf bei Hannover
- Update ANSYS 7.0 und Workbench Environment
18. – 19.03.03 in Leinfelden-Echterdingen
- Update ANSYS 7.0 und Workbench Environment
27. – 28.03.03 in Grafing bei München

- Kunststoffe und Ihre Berechnung
06. – 07.03.03 in Grafing bei München
- FKM-Richtlinie Einführung
06. – 07.03.03 in Leinfelden-Echterdingen
- Advanced Multiphysics
04. – 07.03.03 in Berlin
- Modellbildung in der Strukturmechanik
11. – 14.03.03 in Grafing bei München
- Berechnung zufallserregter Schwingungen-PSD
11. – 12.03.03 in Leinfelden-Echterdingen
- LS-DYNA – Fussgängerschutz
13. – 14.03.03 in Leinfelden-Echterdingen
- Einsatz und Vergleich numerischer Analysen bei Druckgeräten
18. – 19.03.03 in Grafing bei München
- Einführung in die Geometriehandhabung im AGP
20.03.03 in Grafing bei München
- Piezoelektrizität
21.03.03 in Grafing bei München
- Angewandte Methoden der Betriebsfestigkeit
20. – 21.03.03 in Leinfelden-Echterdingen
- Einführung DesignSpace
25. – 26.03.03 in Grafing bei München
- LS-DYNA Crashberechnung
25. – 28.03.03 in Leinfelden-Echterdingen
- Bruchmechanik in ANSYS
27. – 28.03.03 in Burgdorf bei Hannover

Termine rund um CADFEM

Infotage und Schnuppertraining:

- Infotag DesignXplorer
 - 10.03.03 in Grafing bei München
 - 24.03.03 in Leinfelden-Echterdingen
 - 25.03.03 in Burgdorf bei Hannover
- Schnuppertraining DesigSpace
 - 17.03.03 in Leinfelden-Echterdingen
 - 31.03.03 in Burgdorf bei Hannover