

Themenübersicht März 2004

Ausgabe: 03 / 2004

- Nice to know
- Customer´s Know How: Einfache Geometrierückführung
- Materialklassen (2. Teil): Elastizität(2)
- Übersicht zur Arbeitsweise von ANSYS Workbench
- Strahlung mit der Radiosity Methode im Vergleich zur Matrix Methode
- Kontakte stabilisieren mit dem psolve Kommando
- Wichtige Termine rund um CADFEM

- Unter anderem in der nächsten Ausgabe:

Rigid Constraints in der Workbench

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.

Impressum:

CAD-FEM GmbH
Marktplatz 2
85567 Grafing b. München

Ansprechpartner:
Marc Vidal
mvidal@cadfem.de

Nice to know

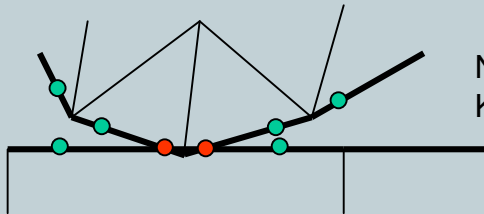
Ausgabe: 03 / 2004

ANSYS und Workbench

• Kontaktauswertung

Workbench definiert im Default symmetrischen Kontakt. D.h. dass auf beiden Körpern sich sowohl Kontakt als auch Target Elemente gegenüber liegen. Jeder Kontaktbereich wird also mit zwei gegengleichen Kontaktpaaren beschrieben. Da die Kontaktergebnisse nur auf den Kontaktelementen vorhanden sind, kann man bei symmetrischem Kontakt erwarten, dass der Kontaktdruck auf beiden Körpern abgefragt werden kann.

Der Kontakt wird aber an den Kontaktelementen in den Integrationspunkten geprüft. Folgende Konstellation ist möglich und liefert dann auch nur Kontaktdruck auf einer Seite.

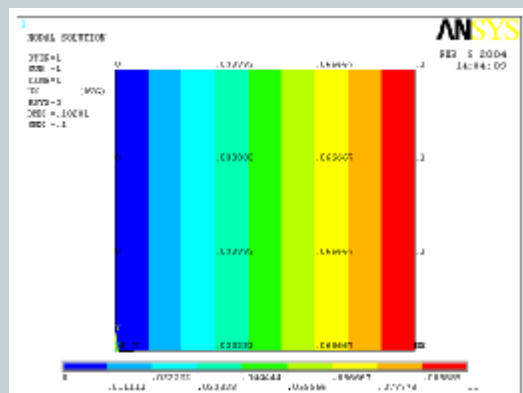


Nur der obere Körper liefert Kontaktergebnisse.

- Integrationspunkt in Kontakt
- Integrationspunkt nicht in Kontakt

• Ausgabe der Knotenergebnisse im Plot

Mit /pnum,sval,1 wird auf einem Konturplot die Ergebnisgröße mit auf dem Knoten angezeigt.



Nice to know

ANSYS und Workbench

• Tipps zur Vernetzung in Workbench

Setzen Sie in der Systemsteuerung von Workbench (Extras, Systemsteuerung, Vernetzung) die Anzeige der nicht vernetzbaren Geometrien auf „Alle fehlgeschlagenen Bereiche anzeigen“. Dabei geht der Vernetzer mehrmals über kritische Stellen, was zur Folge hat, dass oftmals auch für schwierige Geometrien ein Netz erstellt wird.

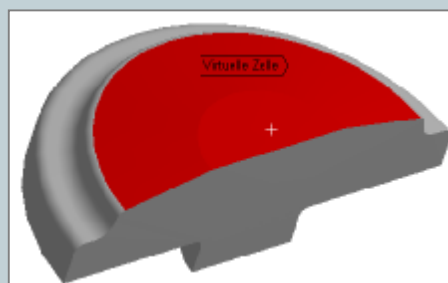
Zum Debuggen kann man auch die Anzahl der Wiederholungen auf 1 setzen, um eine schnelle Aussage über die problematische Bereiche zu bekommen.

Für schwierige Geometrien sollte ruhig auch die Relevanz auf +100 gestzt werden.



Geben Sie eine globale Elementkantenlänge vor und steuern Sie dann mit der globalen Relevanz den Verfeinerungsgrad an kleinen Geometrien.
(erweiterte Einstellungen im Detailfenster zur Netz)

Verwenden Sie virtuelle Zellen, um Flächen für die Vernetzung zu verbinden. Hinweis:
Wenn virtuelle Zellen verwendet werden, kann das Modell nicht mehr dupliziert werden.
(Ebene Modell)



Nice to know

Ausgabe: 03 / 2004

ANSYS und Workbench

- **Gezielte Anwahl von Frequenzen bei der harmonischen Analyse**

Mit dem nsubs Befehl lassen sich die zu betrachtenden Frequenzen im Frequenzband anwählen. Damit wird eine äquidistante Teilung realisiert. Berechnet werden soll das System für 20, 40 und 60 Hz.

```
harf,0,60
```

```
nsubs,3
```

Sollte eine nichtäquidistante Teilung vorgenommen werden, kann folgende Variante genutzt werden:

```
harf,20
```

```
solve
```

```
harf,40
```

```
solve
```

```
harf,60
```

```
solve
```

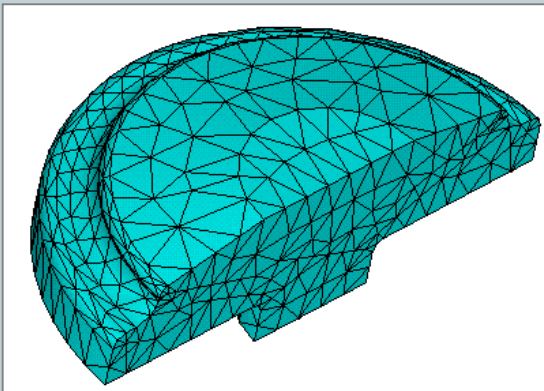
Customer's Know How:

Schalen in Flächen konvertieren

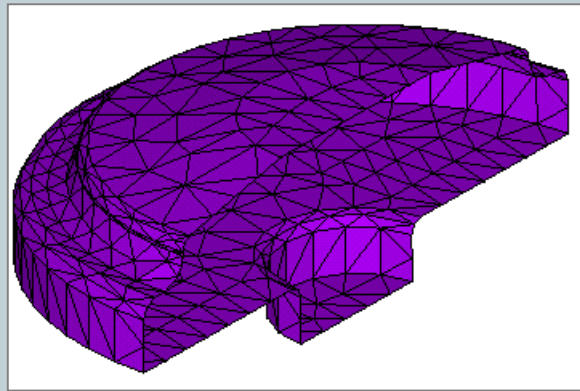
Von Herrn Uwe Quitmann von der MAN Turbomaschinen AG stammt dieses praktische Makro, das es erlaubt eine schnelle Geometrierückführung zu betreiben. Von einem bestehenden Schalennetz werden Oberflächen abgeleitet.

Beispiel:

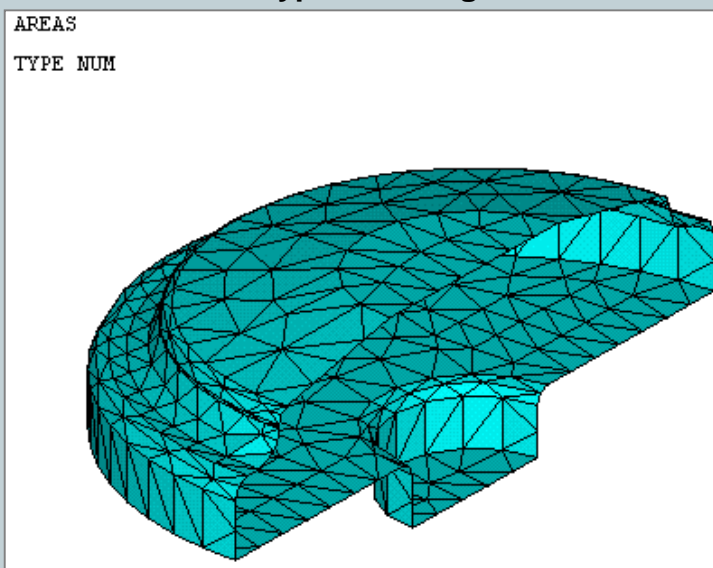
FE Netz ohne Geometrie



Schalenelemente an der Oberfläche erzeugen



Makro ablaufen lassen und Keypoints mergen



Customer's Know How:

Ausgabe: 03 / 2004

ANSYS Makro:

```
! 1. Schalenelemente selektieren
! 2. Makro ablaufen lassen
! 3. Keypoints mergen
! konvertiert Schalenelemente in Flaechen
! 18.12.2003
! Quitmann / TD1
! Version 1.1

/uis,replot,off
/uis,msgpop,3
*get,n_e,elem,,count    ! Anzahl der Elemente
*dim,kp_feld,array,4,1  ! Dimensionierung des Feldes mit KP-Nummern
cm,sel_elem,elem       ! Komponente erzeugen (selektierte Elemente)
*vfill,kp_feld,data,0,
nr_kp=1
*get,e_nr_neu,elem,0,num,min
*do,i,1,n_e,1
  esel,s,elem,,e_nr_neu
  nsle,s
  *get,n_ns,node,,count    ! Anzahl der Knoten im selektierten Element
  *get,n_min,elem,e_nr_neu,node,1 ! 1.Knoten im Element
  knode,nr_kp,n_min !Erzeuge Knoten
  kp_feld(1,1)=nr_kp
  *do,j,2,n_ns,1
    *get,n_next,elem,e_nr_neu,node,j
    nr_kp=nr_kp+1
    knode,nr_kp,n_next
    kp_feld(j,1)=nr_kp
  *enddo
  *if,n_ns,eq,3,then
    a,kp_feld(1,1),kp_feld(2,1),kp_feld(3,1)    ! Dreiecksflaeche
    *elseif,n_ns,eq,4
      a,kp_feld(1,1),kp_feld(2,1),kp_feld(3,1),kp_feld(4,1) ! Vierecksflaeche
  *endif
  e_nr_alt=e_nr_neu
  cmsel,s,sel_elem
  *get,e_nr_neu,elem,e_nr_alt,nxth
  nr_kp=nr_kp+1
*enddo
```

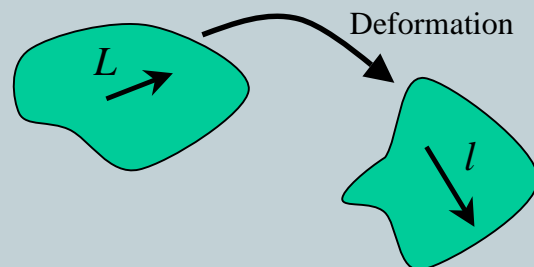
Materialklassen (2. Teil): Elastizität(2)

Ausgabe: 03 / 2004

Im zweiten Teil der Materialklasse Elastizität soll noch auf einige wichtige Aspekte in der Materialmodellierung und der Berechnung von Elastomeren eingegangen werden.

Mechanik. Bevor die einzelnen Modelle etwas näher betrachtet werden, scheint es sinnvoll, die Begriffe Spannung und Verzerrung zu definieren, da sich diese bei großen Deformationen von denen bei kleinen Deformationen unterscheiden. Für die Verzerrungen ist hier der Begriff der Streckung λ maßgeblich. Diese beschreibt das Verhältnis der Länge eines Linienelementes vor und nach der Deformation:

$$\frac{l}{L} = \lambda$$



Für die praktische Berechnung muss hier zwischen Eingabegrößen (Curve Fitting) und Ausgabegrößen (Postprocessing) unterschieden werden. Für das Curve Fitting

werden die sogenannten Ingenieurdehnungen E_{Ing} und Ingenieurspannungen T verwendet. Sie sind wie folgt definiert:

$$E_{Ing} = \frac{l - L}{L} = \lambda - 1 \quad ; \quad T = \frac{F}{A}$$

A bezeichnet hier die Ausgangsfläche, welche vor der Deformation gemessen werden kann. F ist die angreifende Kraft.

Die Ausgabe von Dehnungen und Spannungen erfolgt im *Henckyschen* Verzerrungsmaß E_H und mit den *wahren* oder auch *Cauchy*-Spannungen σ . Sie ergeben sich aus

$$E_H = \ln \lambda \quad ; \quad s = \frac{F}{a}$$

Die zweite Gleichung zeigt die Definitionsgleichung der *wahren* Spannung. Sie bestimmen sich aus dem Verhältnis der Kraft zur aktuellen, deformierten Fläche. Aus den obigen Gleichungen ergibt sich zudem der bekannte Zusammenhang

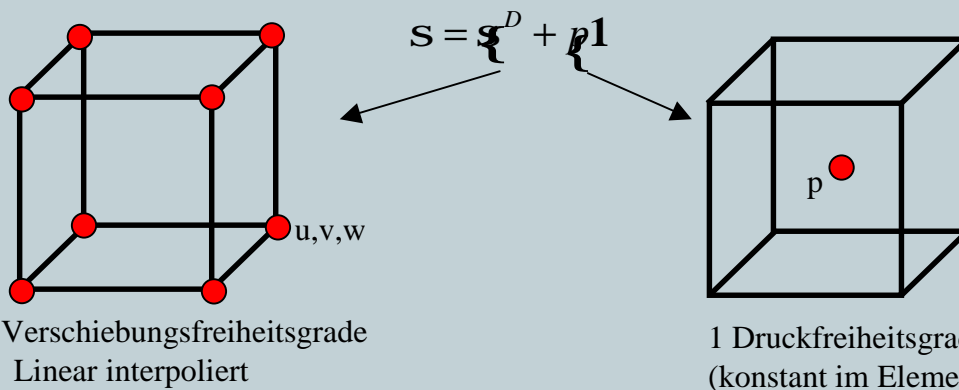
$$E_H = \ln(E_{Ing} + 1)$$

Numerik. Eine Schwierigkeit in der Berechnung von Elastomeren ist deren Inkompressibilität. D.h. die Deformation läuft unter Beibehaltung des Ausgangsvolumens ab (Kompressionsmodul ist sehr viel größer als der Schubmodul bzw. geht idealer Weise gegen unendlich). Kleine Fehler in der Verschiebungslösung würden damit zu großen Fehlern in der hydrostatischen Spannung führen. Die Folge wäre eine nicht konvergierende Lösung.

...Elastizität(2) (Fortsetzung)

Ausgabe: 03 / 2004

Um dies zu verhindern wurde eine spezielle Lösungsmethode, die sogenannte **u-p Formulierung**, entwickelt: Interpoliert werden pro Element nicht nur die Verschiebungen, sondern unabhängig davon auch die hydrostatischen Spannungen p . Nachfolgendes Bild zeigt dies schematisch für ein Solid185 Element.



Die Gleichung zeigt den Rechenweg: Die Spannungen setzen sich zusammen aus dem deviatorischen Spannungszustand (aus der Verschiebungslösung) und dem hydrostatischen Spannungszustand (p). Das Element hat insgesamt 25 DOFs. Die Anzahl der Druckfreiheitsgrade variiert mit dem Grad der Verschiebungsinterpolation. So verfügt z.B. ein Plane183 Element über insgesamt $8 \times 2(u) + 3(p) = 19$ DOFs.

Empfehlung. Der Tabelle unten sind noch einige Empfehlungen zum Anwendungsbereich der einzelnen Formulierungen zu entnehmen. Wählen Sie ein Ihrer Problemstellung (und dem Dehnungsbereich) angemessenes Modell.

(rPF) = red. Polynom Form	Material	Dehnungen	Bemerkungen CF Curve Fitting
Neo-Hooke (rPF)	Elastomere	< 30%	CF (Curve Fitting)
Mooney-Rivlin (rPF)	Elastomere	< 100%(2+3) < 200%(5+9)	CF; 2,3,5 + 9 Term
Polynom Form	Elastomere	< 300%	CF bis 3. Ordnung
Ogden	Elastomere	< 700%	CF bis 3. Ordnung
Arruda-Boyce	Elastomere	< 300%	CF, Grenzdehnung, gut geeignet für „carbon black filled rubbers“ und „silicon rubbers“.
Gent	Elastomere	< 300%	Elastomere mit Grenzdehnung! CF.
Yeoh (rPF)	Elastomere	< 300%	Gute Aproximation großer Dehnungen, gut geeignet für „carbon black filled rubbers“. CF.

Übersicht zur Arbeitsweise von Workbench

Ausgabe: 03 / 2004

Das Workbench Konzept

Die Workbench soll dem Berechnungsingenieur eine Oberfläche zur Verfügung stellen, die es erlaubt schnell und zuverlässig Berechnungen durchzuführen.

Da die Workbench ebenfalls auf dem ANSYS Solver basiert, wären im Prinzip alle Funktionen des ANSYS Solvers auch ansprechbar.

In Workbench ist es auch möglich mit APDL Befehlen diese Funktionen anzuwählen. Aber es sind noch nicht alle Funktionen, die ANSYS bietet, in der Workbenchoberfläche als Knopfdrucklösung verfügbar.

Bei der Implementierung der ANSYS-Funktionen in Workbench ist das Ziel ausgehend von den mächtigen Möglichkeiten in ANSYS automatisierte aber dennoch flexible Funktionen über die Workbench anzubieten.

$$\begin{array}{ccc} \text{ANSYS Funktionen} & & \\ + & & \\ \text{Effizienz} & = & \text{Workbench} \end{array}$$

Vorteile von Workbench:

- Stabiler CAD Import, schnelle Grafik
- Komfortable, stabile und schnelle Netzerstellung
- Schnelles Aufbringen von ingenieurmäßigen Randbedingungen
- Komfortable Auswertung
- Hohe Nachvollziehbarkeit, da ANSYS Funktionen verwendet werden
- Durchgängigkeit zu ANSYS mit APDL

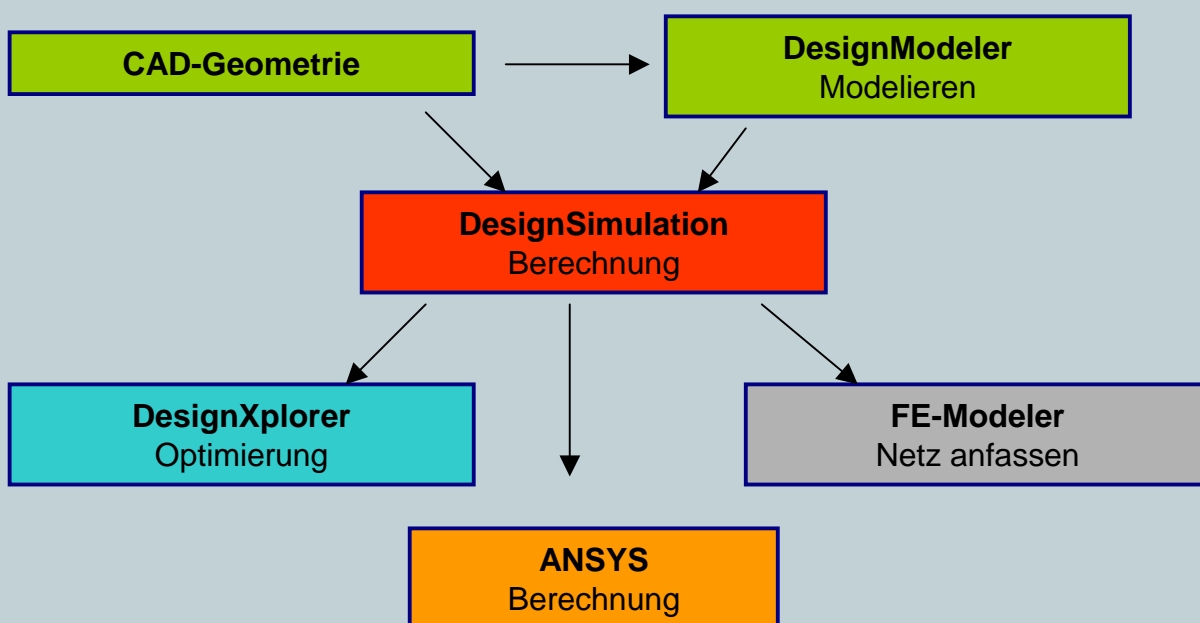
Übersicht zur Arbeitsweise von Workbench

Ausgabe: 03 / 2004

Das Workbench Konzept

Um die Stabilität des CAD Importes zu gewährleisten orientiert sich die Workbench sehr nahe an den CAD Systemen.

- Die Berechnungsoberfläche selbst (DesignSimulation, kostenlos bei ANSYS Lizenz dabei, Funktionsumfang analog zu ANSYS abhängig von Lizenz) kann Geometrie einladen (Schnittstellenlizenz erforderlich, IGES kostenlos), vernetzen, berechnen und auswerten.
- Änderungen an der Geometrie können im DesignModeler (eigene Lizenz) erfolgen. Dieser lädt Geometrie ein und erlaubt dem Benutzer einfache Änderungen in der Geometrie vorzunehmen, ohne auf oft recht komplexe Zusammenhänge in der Originalgeometrie Rücksicht nehmen zu müssen. Auch zur kompletten Erstellung von Geometrie für die Berechnung wird der DesignModeler genutzt.
- Aus der Berechnungsumgebung heraus kann das FE-Modell zur weiteren Bearbeitung übergeben werden: an die klassische Oberfläche, an den DesignXplorer zur Optimierung (eigene Lizenz) und an den FE-Modeler (kostenlos).



Übersicht zur Arbeitsweise von Workbench

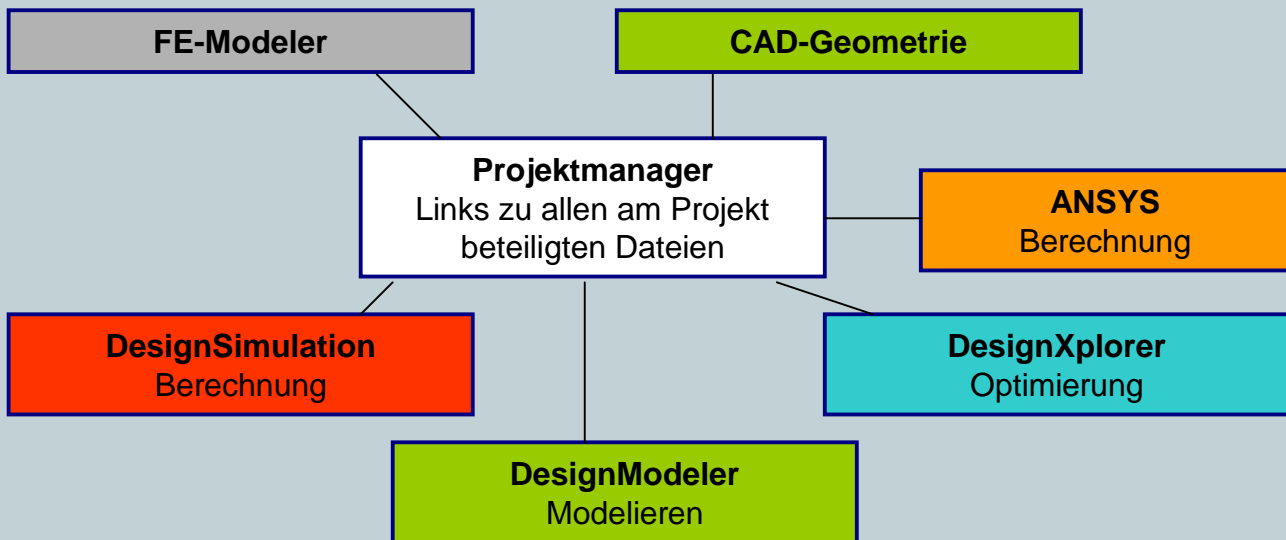
Ausgabe: 03 / 2004

Der Projektmanager

Innerhalb eines Projektes können mehrere Geometrievarianten berechnet werden. Von einer Geometrie können verschiedene Varianten hinsichtlich der Randbedingungen untersucht werden. Von einem ausgewähltem Modell soll eine Optimierung durchgeführt werden.

Alle diese Geometrien, Modelle und Verknüpfungen werden auf der Seite des Projektmanagers (jederzeit abrufbar) in Form einer Baumstruktur dargestellt.

Hier im Projektmanager können auch neue Objekte in das Projekt aufgenommen werden. (Z.B.: Verwende Geometrie A und erstelle ein Berechnungsmodell)



Name	File Name	File Timestamp
I-Traeger (I80)	I-Traeger (I80).wbdb	22.05.2003 16:18:42
plaml	D:\users\Support\Shell_plaml\Shell_plaml.agdb	22.04.2003 09:01:42
Model	I-Traeger (I80).dsdb	22.05.2003 16:24:23
Model 3	I-Traeger (I80).dsdb	22.05.2003 16:24:23
spange	D:\users\Support\spange.agdb	14.05.2003 10:39:52
Model Spange	I-Traeger (I80).dsdb	22.05.2003 16:24:23
SCHANIERBRUECKE	D:\users\Support\SCHANIERBRUECKE.model	11.04.2003 11:44:58
Model 2	I-Traeger (I80).dsdb	22.05.2003 16:24:23

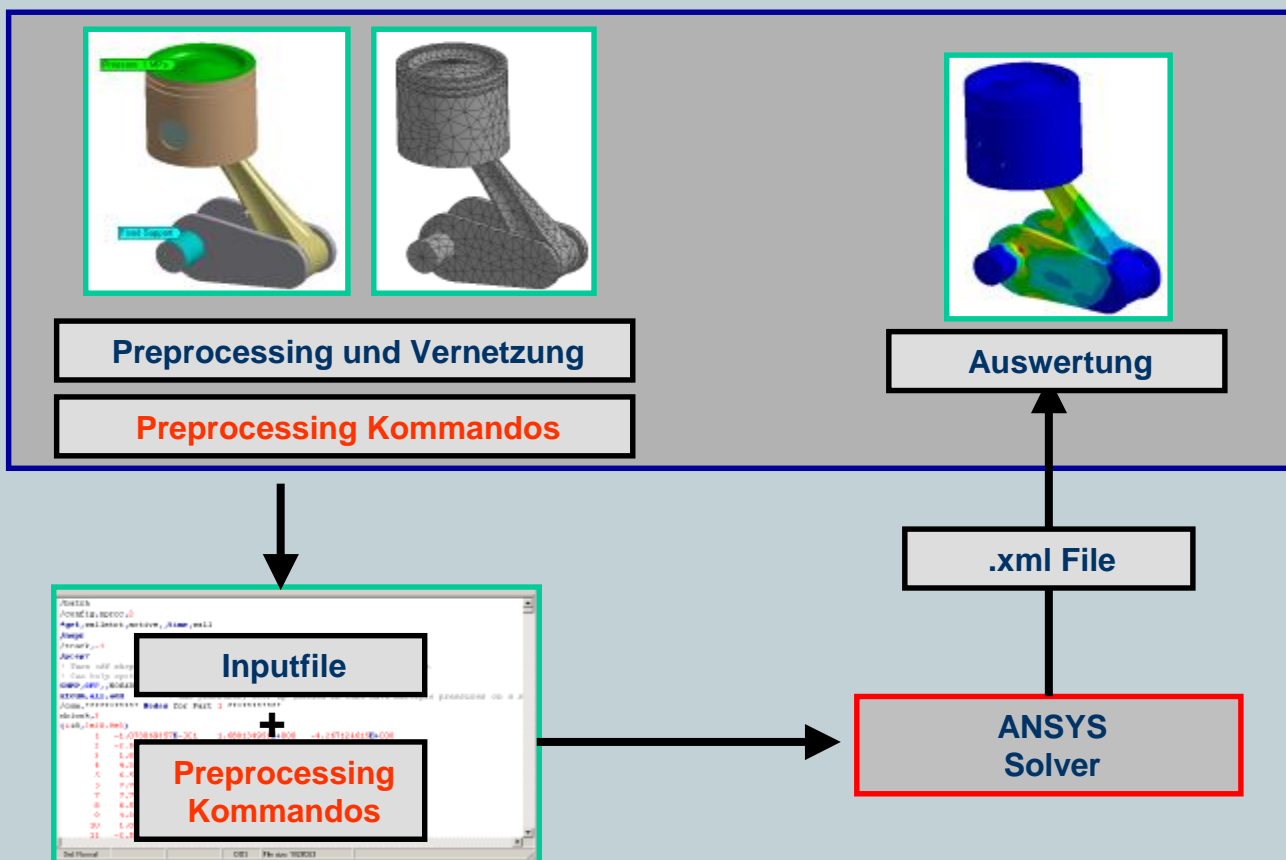
Übersicht zur Arbeitsweise von Workbench

Ausgabe: 03 / 2004

Interne Arbeitsweise

Die Workbench erzeugt ein beim Druck auf den SOLVE Knopf .inp File, das vom ANSYS Solver interpretiert wird. Dieser schreibt die Ergebnisse in ein xml File, das dann von der Workbenchoberfläche zur grafischen Darstellung ausgewertet wird.

In der Workbench passiert also fast nichts, was sich ein ANSYS-Nutzer nicht anhand des Inputfiles erklären könnte!



Innerhalb der Workbench darf der Benutzer die sog. Preprocessing Kommandos in das Berechnungsmodell einfügen.

Diese Kommandos werden vor dem SOLVE in das Inputfile eingefügt, das an den ANSYS Solver übergeben wird.

Auf diese Weise hat der Benutzer die Möglichkeit mit APDL aus der Workbench heraus beinahe auf die gesamte Funktionalität von ANSYS zurückzugreifen.

Methoden zur Strahlungsberechnung

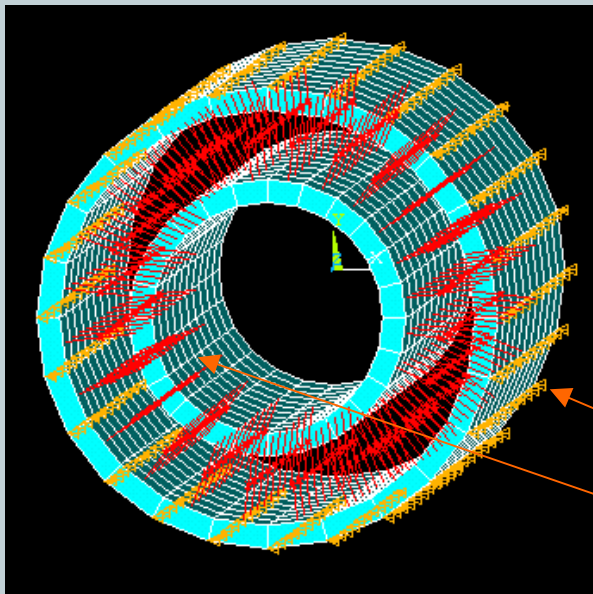
Ausgabe: 03 / 2004

Problem:

Strahlungsberechnungen mit ANSYS werden immer gefragter. In mehr und mehr Fällen ist eine Abschätzung (z.B. Verknüpfung mit den Wärmeübergangskoeffizienten, Verwendung von Ersatzwärmequellen oder Link-Elementen) nicht mehr ausreichend.

Grund genug also, die beiden Methoden einem kleinen Genauigkeits- und Performance-Check zu unterziehen.

Testbeispiel



$$r_1 < r_2 < r_3 < r_4$$

$$T_1 > T_2 > T_3 > T_4$$

$$d = r_2 - r_1 = r_4 - r_3$$

T=200 K

Konvektion: $h_{flm}=200$,
 $T_{bulk}=1000$ K

Verifiziert wird in der Mitte der Zylinder mit der analytischen Lösung für unendliche lange Zylinder anhand der sich einstellenden Temperaturen.

$$\dot{Q}_1 = aA_1(T_{bulk} - T_1)$$

$$\dot{Q}_{12} = \frac{l}{d} A_{12}(T_1 - T_2)$$

$$\dot{Q}_{34} = \frac{l}{d} A_{34}(T_3 - T_4)$$

$$\dot{Q}_{23} = \frac{sA_2(T_2^4 - T_3^4)}{\frac{1}{e_2} + \frac{1 - e_3}{e_3} \left(\frac{r_2}{r_3} \right)}$$

Methoden zur Strahlungsberechnung

Ausgabe: 03 / 2004

Matrixmethode (Linearisierung unter Nutzung der Substrukturtechnik)

$$\dot{Q}_{ij} = \frac{e_i \cdot S_{A_i} \cdot F_{ij} \cdot (T_i^2 + T_j^2) \cdot (T_i + T_j) \cdot (T_i - T_j)}{K'}$$

Radiositymethode (GGW-Iterationen für Diffusions- und Strahlungswärmestrom)

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_i^{out} - \sum_{j=1}^N F_{ij} \dot{Q}_j^{out}$$

Vergleich der Genauigkeit (Abweichung der Wärmeströme)

eps1	eps2	Netz	Matrix	Radiosity
0.8	0.8	grob	4%	<1%
0.8	0.2	grob	20%	2%
0.8	0.2	fein	12%	
0.5	0.5	grob	8%	2%
0.5	0.5	fein	5%	
0.9	0.1	grob	39%	9%
0.9	0.1	fein	17%	8%
1	0.03	fein		25%

Bei großen Emissivitäten gelingt mit beiden Methoden eine sehr genaue Lösung - mit sehr kleinen Emissivitäten hingegen haben beide Algorithmen Probleme.

Die Matrixmethode ist - bei dieser Modellgröße - bei identischem Netz etwa doppelt so schnell. Dieser Vorteil geht allerdings mit dem für gleiche Genauigkeiten erforderlichen Netz verloren - bei großen Modellen (über 5000 Strahlungs"faces") wird die Substruktur zu groß. Bei starker (wenn auch für die Praxis kaum relevanter) Netzverfeinerung oder 2D-Modellen hat die Matrixmethode einen Genauigkeitsvorteil.

Mit der Radiositymethode können wesentlich größere Modelle berechnet werden; jedoch mit steigendem Zeitbedarf. Der Algorithmus wurde seit 6.1 deutlich verbessert, sodaß er inzwischen etwa 5 mal so schnell ist. Die Methode funktioniert in Flotran sogar noch besser (eine Rechnung ohne Fluid ist möglich) und erfordert dort lediglich ein Element über die Ringdicke (in ANSYS sind 3 erforderlich).

Verbinden von Bauteilen - Überbrücken kleiner Spalte

Ausgabe: 03 / 2004

Problem:

Häufig stehen dem Berechnungsingenieur CAD-Daten zur Verfügung, welche Bauteile beinhalten, die durch kleine Spalte voneinander getrennt sind. Im Rahmen der Berechnungsaufgabe sollen diese jedoch fest miteinander verbunden werden – möglichst ohne weiteren Modellierungsaufwand.

Erläuterung:

Soll der Kraftfluss von einem Bauteil in ein Anderes übertragen werden, so wäre ein durchgehendes Netz (gemeinsame Knoten an der Berührungsstelle) die ideale Lösung. Da diese insbesondere mit der Verwendung von CAD-Modellen schwer zu realisieren ist, kann eine solche Übertragung mittels

„Bonded Contact“ und der Verwendung der MPC-Option realisiert werden. Dies schafft eine feste Verbindung der Knoten innerhalb der „PinBall“ –Region.

Daneben bietet ANSYS auch die Möglichkeit die Randknoten des Kontakt-Partners direkt auf die

Oberfläche des Targets zu verschieben (also das reale FE-Modell zu modifizieren).

Um dies durchzuführen muss der Anwender lediglich vor der Lösung mit **psolv,elform** einen separaten Schritt der Elementformulierung durchführen. Eine nachfolgende Kontrolle zeigt anhand eines Elementplots das verformte Netz.

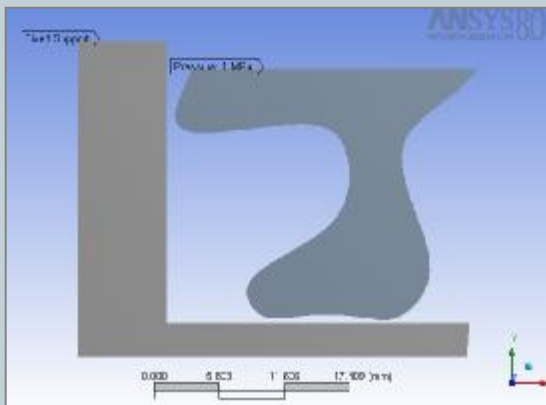


Abbildung 1: Modellierung in AWE

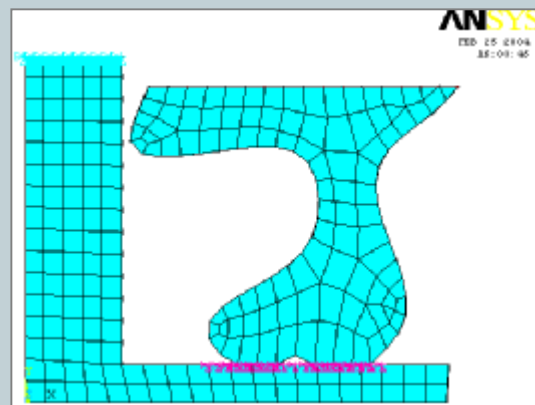


Abbildung 2: Netz nach psolv,elform

Insbesondere bei Verbindungen von gekrümmten Flächen ist der Einsatz von psolv,elform durchaus sinnvoll, da der momentan umgesetzte Algorithmus der MPC-Modellierung stets von einem Abstand Null beider Bauteile ausgeht. Das Momentgleichgewicht kann somit nicht in jedem Falle sichergestellt werden.

Ab Version ANSYS / AWE 8.1 ist deshalb eine Formulierung für MPC implementiert, die auch den Abstand mit berücksichtigt – und entsprechend das Momentgleichgewicht garantiert.

Termine rund um CADFEM

Wichtige Termine

● ANSYS Update 8.0

Wir stellen Ihnen die neuen Features von ANSYS 8.0 vor, erläutern Ihnen anhand zahlreicher Beispiele die Anwendung und stellen diese in den Kontext der bisherigen Berechnungsmöglichkeiten.

16.03.04 Leinfelden-Echterdingen

17.03.04 Burgdorf

19.03.04 Unna bei Dortmund

25.03.04 Grafing bei München

01.04.04 Liederbach bei Frankfurt

23.04.04 Leinfelden-Echterdingen

http://www.cadfem.de/schulung/seminar_270.htm

● Umsteigerseminar ANSYS Workbench

Dieses Seminar richtet sich an Anwender, die bislang mit der klassischen ANSYS Oberfläche gearbeitet haben und die vielfältigen Berechnungsmöglichkeiten von ANSYS und die technologischen Vorteile der neuen Oberfläche effizient nutzen wollen.

04. – 05.04.04 Burgdorf

07. – 08.04.04 Leinfelden-Echterdingen

16. – 18.06.04 Grafing

http://www.cadfem.de/schulung/seminar_306.htm

● ANSYS DesignModeler

In diesem Kurs erlernen Sie, wie Sie mit dem ADM neue Geometrien aufbauen und vorhandene CAD-Daten berechnungsgerecht aufbauen.

05.04. – 06.04.04 in Leinfelden-Echterdingen

14.06. – 15.06.04 in Grafing

http://www.cadfem.de/schulung/seminar_307.htm