

Themenübersicht Mai 2004

Ausgabe: 05 / 2004

- Nice to know
- Lagrange Kontakt bei 2D Problemen
- Koppelung ANSYS-CFX
- Schraubenvorspannung in Workbench
- Geometrievarianten in Workbench berechnen
- Wichtige Termine rund um CADFEM

- Unter anderem in der nächsten Ausgabe:

Einführung in die Mechanik großer Deformationen: Kinematik

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

ANSYS und Workbench

- **Version 8.1 steht zum Download bereit**

Für unsere Kunden steht nun die Version 8.1 auf dem Kundenportal von ANSYS (www1.ansys.com/customer) bereit.

(auch 8.0 kann man hier noch finden und zudem weitere Produkte der ANSYS Familie sofern diese lizenziert sind)

Beachten Sie bitte, dass nur der ANSYS Ansprechpartner (ASC) in Ihrer Firma die Berechtigung zum Download hat.

Workbench ca. 300MB

ANSYS ca. 350MB

(Bei Problemen bitte den Hinweisen der Webseite folgen und nach 24h fehlender Reaktion seitens ANSYS direkt an support@cadfem.de wenden)

- **Solve.out Ausgabe in Workbench 8.1 automatisch anlegen**

Bisher stand dem Benutzer die Ausgabe der Solve.out auf dem Arbeitsblatt der Lösung während der Berechnung zur Verfügung. Allerdings musste der Benutzer das Arbeitsblatt regelmässig mit F5 aktualisieren.

Ab der Version 8.1 kann der Benutzer dieses Arbeitsblatt als sogenannte Solution Information im Strukturbaum unter dem Punkt Solution einfügen. Dieses Arbeitsblatt hat ein vorgegebenes Update Intervall, das der Benutzer im Detailfenster einstellen kann und auch wahlweise in der Systemsteuerung von Workbench dauerhaft auf einen benutzerdefinierten Wert setzen kann.

Um nicht bei jedem Rechenlauf diese Solution Information per Hand in den Strukturbaum klicken zu müssen, kann folgende Änderung vorgenommen werden:

In DSMenuScript.js Zeile 2400
(C:\Programme\Ansys Inc\v81\AISOL\DesignSpace\DSPages\scripts)

```
function doFindCustomAnswers()  
{  
    doInsertSolutionInformationTool();  
    saveTextEditorTextToObject();  
}
```

wird die blaue Zeile eingefügt.

Damit wird ein "Solution Information" Objekt immer automatisch angelegt, sobald man Solve drückt und auf Solution im Strukturbaum steht.

Nice to know

ANSYS und Workbench

● Fehler beim Öffnen der Materialmaske in ANSYS 8.1

Lädt man eine in Version 8.0 erstellte Database in ANSYS 8.1 Classic erscheint beim Aufruf der Materialmaske folgende Meldung:

*Unknown entity label (DMPR) on the *GET command.*

*Line= *GET, _UIQR, DMPR, 1, EXIS,*

Dies kann umgangen werden, wenn man das Modell in 8.1 mit CDWRITE rausschreibt, ANSYS neu startet und mit CDREAD das Modell wieder einliest.

(Ein Service-Pack zur Lösung dieses Problems ist bei ANSYS in Arbeit und sollte bis Juni verfügbar sein)

● Installationsroutine 8.1

Die über das Portal downgeladete Version von ANSYS darf mit WINZIP 9.0 nur mit der Option 'Use Folder Names' entpackt werden.

Anderenfalls werden die Dateien nicht in den Unterordnern abgelegt, sondern zusammen in einem Verzeichnis abgespeichert. Dann erscheint bei der Installation folgender Fehler:

An error (-5005 : 0x8007000d) has occurred while running the setup.

Please make sure you have finished any previous setup and closed other applications.

If the error still occurs, please contact your vendor.

● Mechanical Toolbar 8.1

Ab 8.1 ist die Mechanical Toolbar für ANSYS Professional Anwender im Default nicht aktiv. Anwendern wird empfohlen für Standardprobleme mit der Oberfläche von ANSYS WORKBENCH zu starten - oder aber die ANSYS Classic GUI zu verwenden.

● Netzerstellung im klassischen Ansys 8.1

Fehler der Netzerstellung in ANSYS 8.1 können mit /nerr,-1,-1,-1 vermieden werden.

ANSYS: Wissenswertes zum Lagrange-Kontaktalgorithmus

Ausgabe: 05 / 2004

Problem:

Dem ANSYS-Anwender stehen bei der Lösung von Kontaktproblemen mit der KEYOPTION(2) fünf verschiedene Kontaktalgorithmen zur Verfügung. Auf die älteren Kontaktalgorithmen

- Augmented Method KEYOPT(2)=0
- Penalty Method KEYOPT(2)=1
- MPC Algorithm KEYOPT(2)=2

soll hier nicht mehr im Detail eingegangen werden. Wir konzentrieren uns in diesem Beitrag auf die beiden neuen Algorithmen

- Lagrange & Penalty KEYOPT(2)=3
- Lagrange Method KEYOPT(2)=4

Erläuterung:

Die Kontaktbedingung, die bei der Lösung von Kontaktproblemen immer zu lösen ist lautet:

Die relative Bewegung von zwei sich in Kontakt befindlichen Oberflächen zueinander soll Null sein und zwar in normaler und tangentialer Richtung.

In Normalenrichtung heißt das, dass sich die Oberflächen möglichst gegenseitig nicht durchdringen sollen. In Tangentenrichtung bedeutet es, dass beim Auftreten von Haftreibung möglichst kein Schlupf stattfinden soll.

Wir haben bei Kontaktproblemen also immer das strukturmechanische

Verhalten in normaler und tangentialer Richtung zu unterscheiden.

Das machen auch die beiden neuen Algorithmen, *Lagrange & Penalty* auf der einen und die *Lagrange Method* auf der anderen Seite.

ANSYS: Wissenswertes zum Lagrange-Kontaktalgorithmus

Erläuterung:

Wir wollen zunächst die prinzipiellen Unterschiede zwischen *Lagrange & Penalty* und der *Lagrange Method* erklären:

Lagrange & Penalty:

In Normalenrichtung ist die Durchdringung immer (numerisch) Null. Man

benötigt also hier nicht mehr die Kontaktsteifigkeit in Normalenrichtung, die mittels REAL-Konstante FKN vorgegeben werden kann und womit man beispielsweise bei der *Augmented Lagrange* oder *Penalty Method* die verbleibende Durchdringung beeinflusst.

In Tangentenrichtung wird allerdings eine Penalty Formulierung verwendet. Das Ergebnis in tangentialer Richtung wird hier also sehr wohl noch von der Kontaktsteifigkeit in Tangentenrichtung beeinflusst, welche man durch die REAL-Konstante FKT angibt.

Folglich kann selbst bei Haftreibung (Kontaktstatus Sticking) eine tangentielle Relativbewegung, also Schlupf, numerisch entstehen.

Lagrange Method

Hier liegt eine reine Lagrange Formulierung in normaler und tangentialer Richtung vor. Die REAL-Konstanten FKN und FKT, also die Kontaktsteifigkeit in normaler und tangentialer Richtung werden nicht mehr benötigt.

Bei dieser Methode wird numerisch weder eine Durchdringung in Normalenrichtung noch ein Schlupf bei Haftreibung in Tangentenrichtung entstehen.

ANSYS: Wissenswertes zum Lagrange-Kontaktalgorithmus

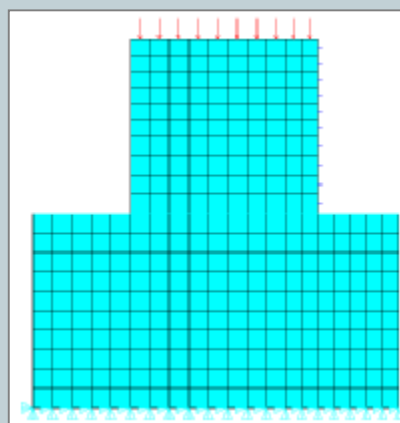
Prinzip-Beispiel: Ein durch Reibung gehaltene Scheibe in 2D

Eine Scheibe der Abmessung 10 mm mal 10 mm wird mit einem Druck von 10 MPa in einem ersten Lastfall auf eine Unterlage gedrückt. Die resultierende Druckkraft ist demnach 100 N. In einem zweiten Lastfall wird an ihrer rechten Kante mit einem Zug von 2 MPa gezogen, also mit 20 N. Da der Reibkoeffizient gerade 0.25 beträgt, liegt nach dem Coulomb'schen Gesetz

$$R = m * F = 0.25 * 100 = 25$$

eine Widerstandskraft von 25 N vor. Da wir nur mit 20 N von der Seite belasten, muss die Scheibe noch im Zustand der Haftreibung sein.

Das Problem wurde mit quadratischen Elementen in ANSYS 8.1 abgebildet.



ANSYS: Wissenswertes zum Lagrange-Kontaktalgorithmus

Ausgabe: 05 / 2004

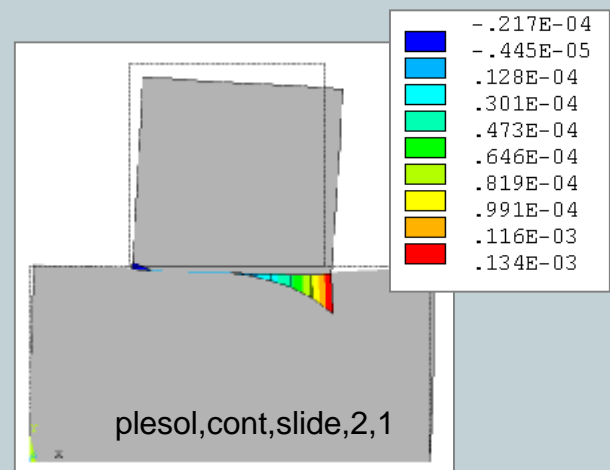
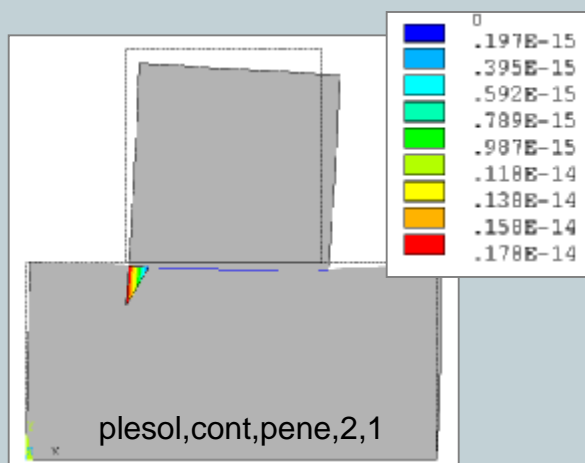
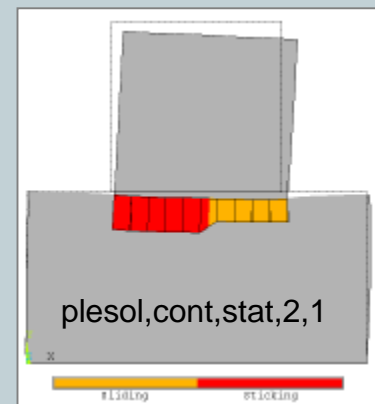
Ergebnis:

Auf den folgenden Seiten wird jeweils das Ergebnis für den Kontakt-Status, sowie für die Durchdringung und den Schlupf dargestellt. Beachten Sie, dass die Durchdringung bei Berührung und der Schlupf bei Haftreibung niemals exakt Null sein kann. Wir begnügen uns mit (numerisch) Null.

Dieses Ergebnis wird mit der *Lagrange Method* sofort berechnet. Wählt man *Lagrange & Penalty*, so wird das korrekte Ergebnis nur mit einem sehr großen Wert für die Kontaktsteifigkeit in Tangentialrichtung *FKT* erzielt.

Ergebnis: *Lagrange Method* (1000 fach überhöht)

In der Tat ist noch ein Teil der Struktur im Status Sticking, wie erwartet:



Die **Durchdringung** und der **Schlupf im Bereich Sticking** wird mit dieser Methode **zu Null** berechnet:

Durchdringung

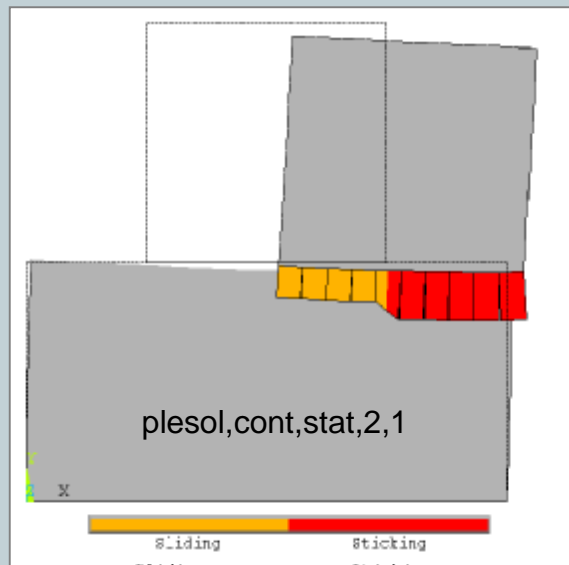
Schlupf

ANSYS: Wissenswertes zum Lagrange-Kontaktalgorithmus

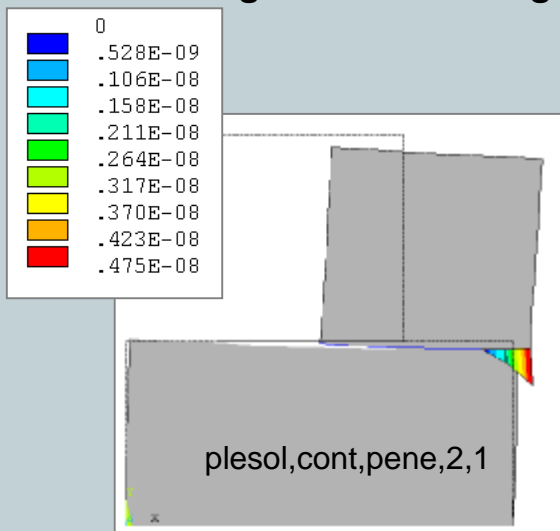
Ausgabe: 05 / 2004

Ergebnis: *Lagrange & Penalty* (1000 fach überhöht) à FKT=0.1

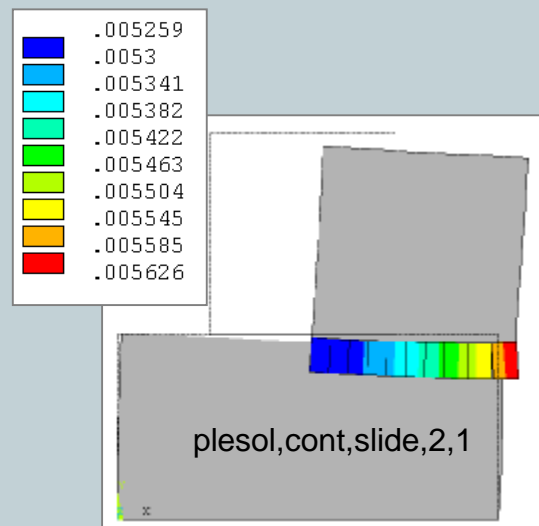
Hier hängt das Ergebnis sehr stark von der Wahl der Kontaktsteifigkeit in tangentialer Richtung ab. Wir beginnen mit FKT=0.1



Haftreibung ist hier deutlich nicht mehr zu erkennen. Die **Durchdringung wird zu Null** berechnet, der **Schlupf im Bereich Sticking ist deutlich zu groß**.



Durchdringung



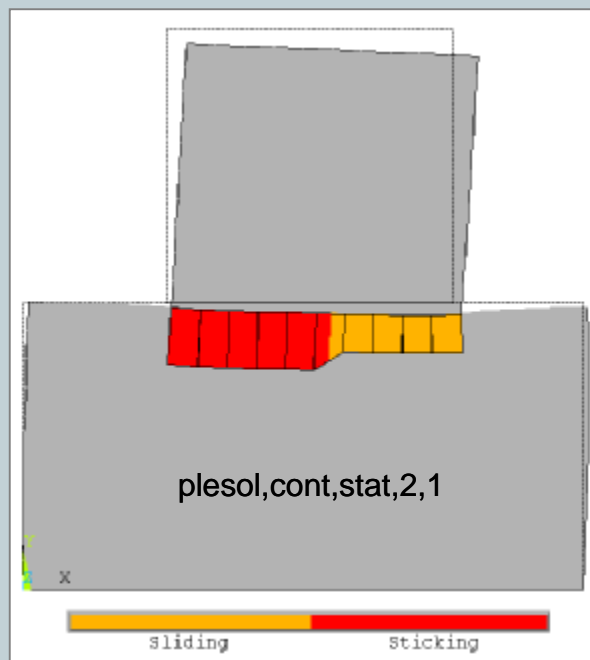
Schlupf

ANSYS: Wissenswertes zum Lagrange-Kontaktalgorithmus

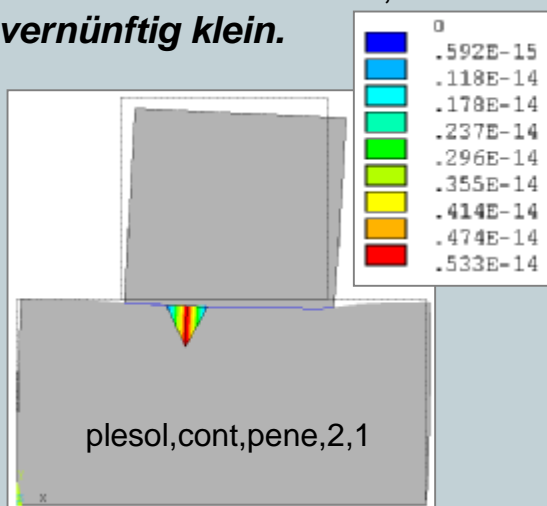
Ausgabe: 05 / 2004

Ergebnis: *Lagrange & Penalty (1000 fach überhöht) - FKT=1000*

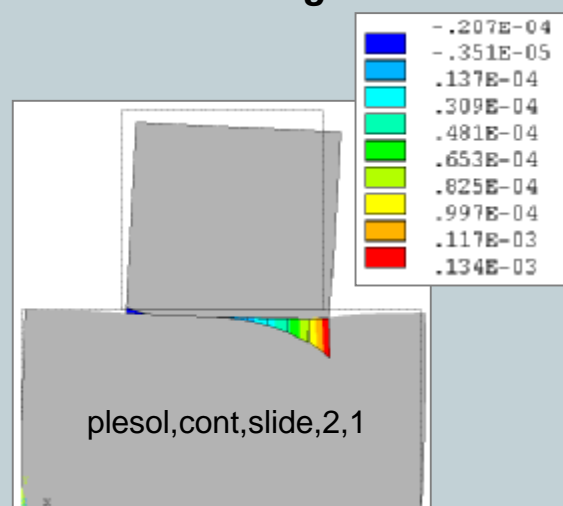
Wir rechnen jetzt mit FKT=1000



Haftreibung ist hier wieder deutlich zu erkennen. Die **Durchdringung** wird zu **Null** berechnet, der **Schlupf im Bereich Sticking** ist **vernünftig klein**.



Durchdringung



Schlupf

ANSYS: Wissenswertes zum Lagrange-Kontaktalgorithmus

Ausgabe: 05 / 2004

Eingabe-Datei für das Prinzip-Beispiel:

```
finish          et,2,169        /solu          /post1
/clear         et,3,172        nsel,s,loc,y,0 /dscale,1,1000
              keyopt,3,2,3      d,all,all,0
KT_STIFF=1000.0 r,2,0,0,0,0,0,0, allsel      set,last
KT_STIFF= 0.1  rmore,,,,,,,,,KT_STIFF sfl,7,pres,10 plesol,cont,sfri,2,1
              /prep7        lsel,s,line,,3  time,10        plesol,cont,slide,2,1
rectn,0,20, 0,10 nsll,s,1        autots,off     plesol,cont,pene,2,1
rectn,5,15,10,20 type,2          nsubst,10     plesol,cont,stat,2,1
et,1,182       real,2          outres,all,all
mp,ex,1,210000 mat,2          solve
mp,prxy,1,0.3 esurf
mp,mu,2,0.25
              lsel,s,line,,5  time,20
esize,1        nsll,s,1        autots,off
amesh,1        type,3          nsubst,10
esize,1        real,2          solve
amesh,2        mat,2
eplot          esurf          finish
              finish
```

ANSYS: Wissenswertes zum Lagrange-Kontaktalgorithmus

Weitere Erläuterungen

1.)

Beachten Sie, dass bei der Verwendung eines Lagrange-Algorithmus' die KEYOPTION(4) immer größer als Null zu setzen ist. Das bedeutet, dass die Kontaktprüfung nicht mehr am Gauß-Punkt sondern stets am Knoten des Elementes passiert.

Wenn man dieses nicht explizit setzt, so stellt ANSYS automatisch die KEYOPTION(4) auf den Wert 2 und der Algorithmus kann rechnen.

2.)

Ein Vorteil eines Lagrange-Algorithmus' zur Lösung von Kontaktproblemen ist, dass man ohne die Kontaktsteifigkeit rechnen kann. Die Kontaktsteifigkeit in normaler Richtung FKN wird bei keinem der hier diskutierten Verfahren mehr benötigt. Lediglich bei *Lagrange & Penalty* wird die Kontaktsteifigkeit in tangentialer Richtung noch benötigt.

Sie wissen sicher, dass die Kontaktsteifigkeit bislang der wichtigste Parameter zur Lösung von Kontaktproblemen war, jedenfalls, wenn man mit einem

Algorithmus gearbeitet hat, der auf sie zurückgreifen musste, zum Beispiel die *Penalty Method* oder die *Augmented Method*.

Die Kontaktsteifigkeit beeinflusst gleichermaßen das Konvergenzverhalten und die Genauigkeit. Grosse Werte für die Kontaktsteifigkeit verbessern die Ergebnisgenauigkeit, verschlechtern jedoch leider die Konvergenz.

Die Lagrange-Verfahren zeigen daher auch meist ein besseres Konvergenzverfahren bei gleichzeitiger guter Ergebnisqualität.

ANSYS: Wissenswertes zum Lagrange-Kontaktalgorithmus

Ausgabe: 05 / 2004

Weitere Erläuterungen

3.)

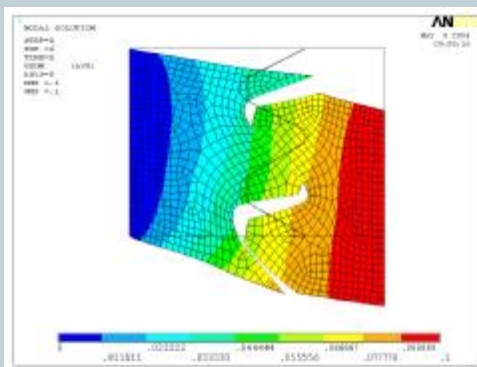
Bei dem momentanen Entwicklungsstand empfehlen wir die Lagrange-Verfahren für 2D-Probleme. Ferner haben Test-Rechnungen gezeigt, dass je nach Reibkoeffizient gerade die Lagrange Method auch einmal sehr lange rechnen kann. Insofern ist hier noch ein gewisses Entwicklungspotential vorhanden.

Für kleine 3D Probleme kann der Lagrange Algorithmus durchaus sinnvoll eingesetzt werden. Bei größeren Modellen zeigt sich aber ein deutlicher Effizienznachteil gegenüber den klassischen Methoden.

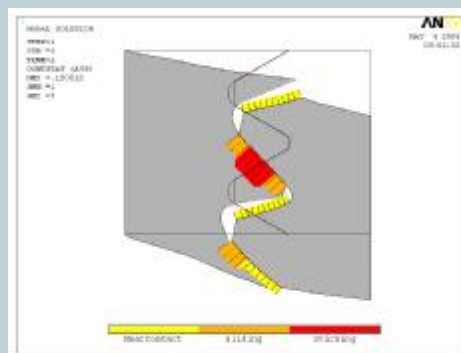
Schrauben-Beispiel in 2D:

Wir zeigen hier abschließend noch ein Beispiel, was mit *Lagrange & Penalty* und mit der *Lagrange Method* hervorragendes Konvergenzverhalten gezeigt hat und zwar mit den voreingestellten Parametern. Die *Augmented Method* und die *Penalty Method* konvergierten in Voreinstellung nicht.

Es handelt sich um ein Detail aus einer Schraubenverbindung, der Reibkoeffizient beträgt in diesem Beispiel $\mu = 0,1$. Die Ergebnisse sind 10 fach überhöht dargestellt. Die Rechnung ist verschiebungsgesteuert:



Verschiebung



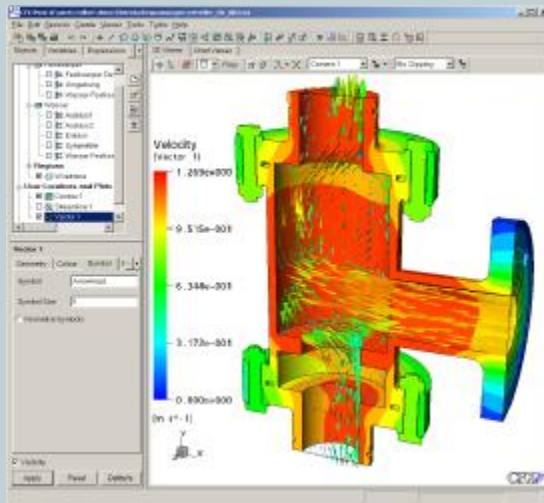
Kontakt-Status

Kopplung von ANSYS und CFX

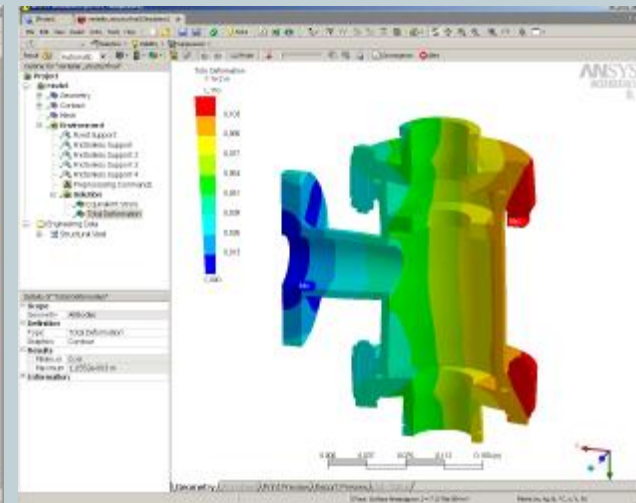
Mit dem neuen Release ANSYS CFX 5.7 steht eine Schnittstelle zwischen CFX und ANSYS zur Verfügung. Diese erlaubt den Transfer Temperatur- und Drucklasten aus CFX ins ANSYS.

Nach erfolgter Berechnung im CFX können die Ergebnisse mittels Export Utility folgendermaßen exportiert werden:

- CFX schreibt eine ANSYS-CDB-Datei mit Solid70-Elementen und Heat Fluxes auf den Knoten. Diese CDB-Datei liest man in ANSYS ein und führt erneut die Temperaturfeldberechnung durch. Die daraus resultierende Temperaturverteilung kann dann mittels bfinT-Kommando auf jedes beliebige Strukturmechaniknetz interpoliert. Diese Temperaturen können dann auch in ANSYS Workbench eingelesen werden.



Temperatur und
Strömung im CFX

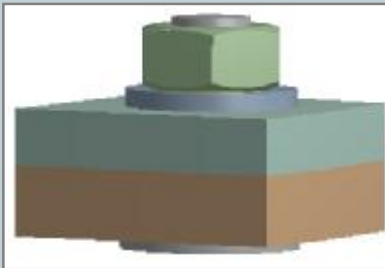


Thermische Verformung
im ANSYS Workbench

- Alternativ dazu, kann man im ANSYS auf dem bestehenden Netz ein Surface-Netz erzeugen (surf152, surf 154), auf die im CFX die Drücke bzw. Wärmeströme interpoliert werden. Das aus dem CFX-Export Utility resultierende CDB-File enthält dann die Elemente mit den entsprechenden Randbedingungen. Dieses CDB-File importiert man dann wieder ins ANSYS und kann damit jede beliebige Berechnung durchführen.

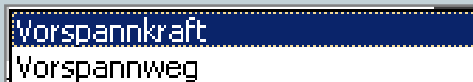
Schraubenvorspannung in ANSYS Workbench

- In ANSYS Workbench gibt es unter den Randbedingungen die Option:



Damit können Sie sehr elegant Schraubenverbindungen (und deren Wechselwirkung auf die umgebende Baugruppe) simulieren.

- Als Last können Sie entweder eine Vorspannkraft oder einen Vorspannweg definieren.



- Definieren Sie die Schraubenvorspannung mittels Vorspannweg, erhalten Sie die Vorspannkraft und die Betriebslast (Schraubenvorspannkraft + Äußere Last in Achsenrichtung des Schraubenbolzens) als Ergebnis.

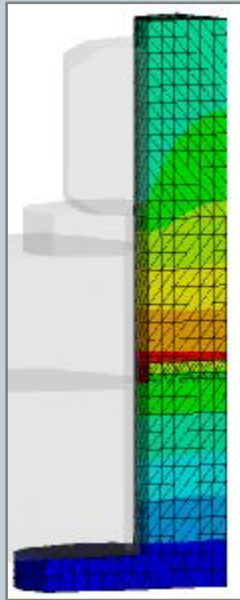
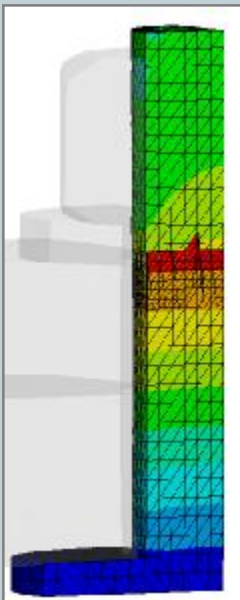
Vorspannkraft	991.2 N
Betriebslast	1303.5 N

- Als Ergebnis der Vorspannkraft erhalten Sie die den Vorspannweg und die Betriebslast.

Vorspannweg	6.9559e-003 mm
Betriebslast	1000. N

Schraubenvorspannung in ANSYS Workbench

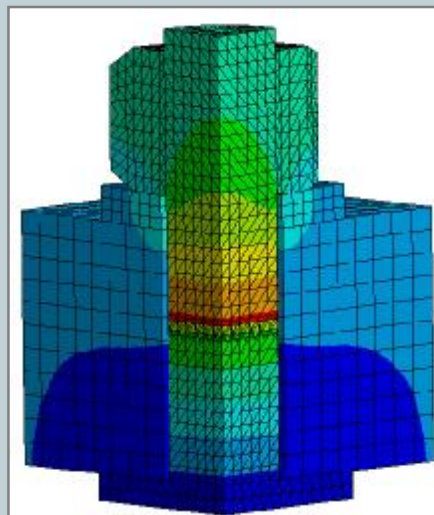
Ausgabe: 05 / 2004



Um die Schraubenvorspannung aufzubringen, wird der Bolzen in der Mitte der Lastfläche senkrecht zur Achsenrichtung „zerschnitten“ und die „Schnittflächen“ so lange gegeneinander verschoben, bis der Vorspannweg bzw. die Vorspannkraft im Bolzen erreicht ist.

Bitte beachten Sie unbedingt, dass auf der Fläche, auf der Sie die Schraubenvorspannung definiert haben, nicht gleichzeitig auch ein Verbundkontakt (z.B. zwischen Mutter und Bolzen (linkes Bild)) definiert ist. Dieser macht die Schraubenvorspannung unbrauchbar.

- Das „Aufteilen“ der Bolzenfläche lässt sich übrigens mit dem ANSYS DesignModeler mittels Flächenprägung sehr elegant bewerkstelligen.



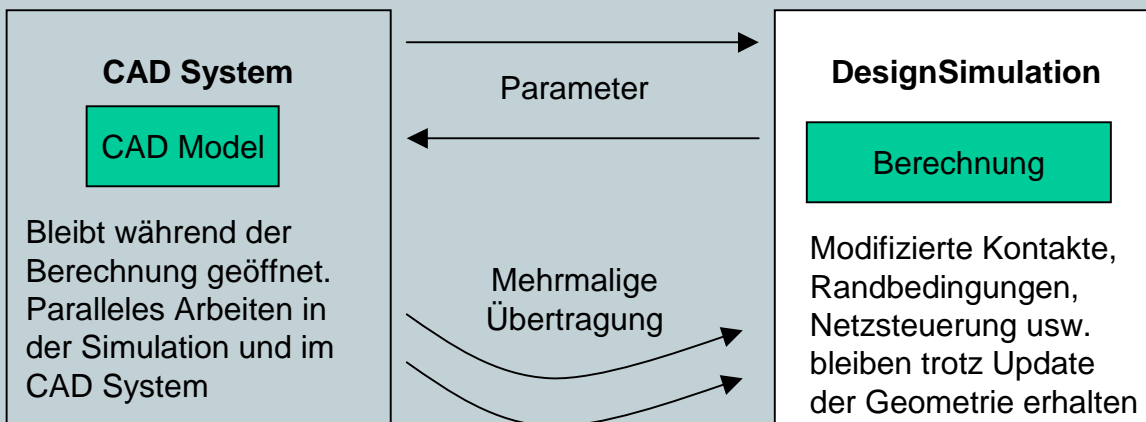
- Einschränkung:
(im Falle mehrerer Flächen ist nur eine Zylindermantelfläche zu selektieren)
Die Schraubenvorspannung kann NUR auf zylindrischen Flächen aufgebracht werden. Bei Geometrien aus den Formaten CATIA V4 und *.igs steht die Schraubenvorspannung leider nicht zur Verfügung.

Geometrievarianten rechnen in Workbench

Assoziativität (PlugIn Funktionalität)

Eine große Stärke von Workbench liegt darin, dass es zu vielen CAD Systemen eine sogenannte assoziative Schnittstelle gibt. Assoziative Schnittstellen können neben der Geometrie bidirektional auch Parameter übergeben. Ein weiterer Vorteil ist, dass man ein Update einer geänderten Geometrie in Workbench ausführen kann, ohne dass die bereits modifizierten Kontakte, Netzsteuerungen oder Randbedingungen ungültig werden.

Diese Erhaltung der Berechnungsumgebung funktioniert nur dann nicht, wenn eine Geometrie auf die etwas aufgebracht war nach dem Update nicht mehr vorhanden ist. (Fläche gelöscht, geteilt,...)



CAD Systeme, für die es ein PlugIn gibt

Solid Works
Solid Edge
Pro/E
Unigraphics
Inventor
Mechanical Desktop
DesignModeler

CAD Formate, die nur unidirektional übertragen werden (keine Assoziativität)

IGES
Parasolid
ACIS
CATIA V4/V5

Geometrievarianten rechnen in Workbench

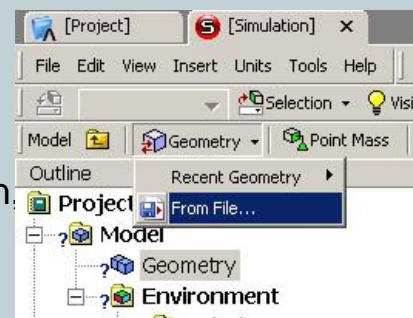
Vorgehensweise schnelle Variantenstudie:

Im CAD System ist eine Geometrie vorhanden, die zu berechnen ist.

Diese wird der Simulation als Geometrie-Datei zugewiesen.

Beim Import werden automatisch die Kontaktbereiche erkannt.

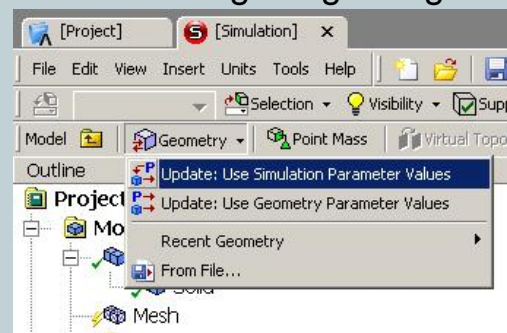
Für die Berechnung werden Materialien zugewiesen, die Kontakte modifiziert, Netzsteuerung betrieben, Randbedingungen aufgebracht und globale und lokale Ergebnisse definiert.



Eine Änderung der Geometrie kann sofort in die Berechnungsumgebung übernommen werden.

Dabei werden die bereits modifizierten Kontakte, Materialien, Netzsteuerungen, Randbedingungen und lokalen Ergebnisse soweit es die Geometrieänderung zulässt erhalten.

⇒ **Konstruktionsnahe Simulation**

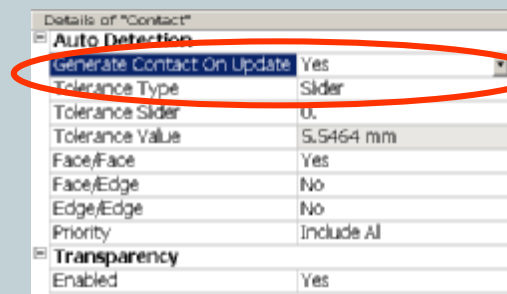


Sonderstellung Kontaktupdate

Bei jedem Update der Geometrie werden alle Kontaktbereiche neu bestimmt. Dies kann im Kontaktordner ausgeschaltet werden.

Bei einem Update der Kontakte werden für alle neuen Kontaktbereiche, alle geänderten Kontaktbereiche und für alle gelöschten Kontaktbereiche neue Kontaktpaare erstellt.

Da diese am Ende der bereits vorhandenen Liste von Kontaktpaaren angehängt werden, wird die dort erstellte Konfiguration nicht beeinflusst. Der Benutzer muss einfach die überflüssigen Kontaktpaare am Ende der Liste löschen.



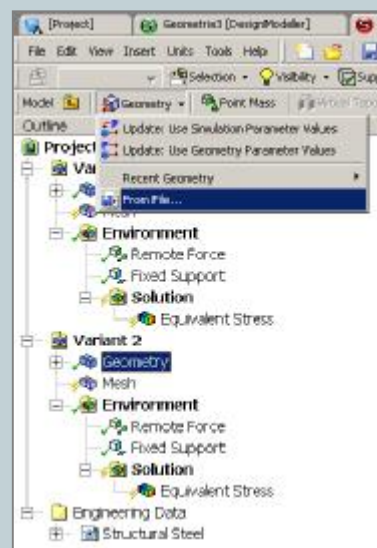
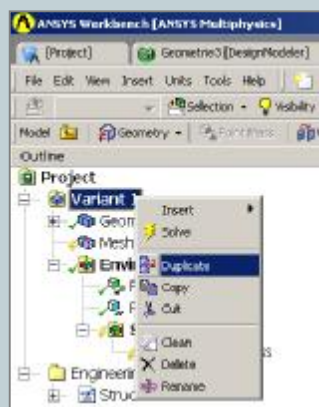
Geometrievarianten rechnen in Workbench

Vorgehensweise saubere Variantenstudie:

Die vorangegangene besprochene Variantenstudie hat den Nachteil, dass die verschiedenen Zwischenstände weder als Geometrie noch als FE-Berechnung vorliegen.

Deshalb ist es sinnvoll in der Simulation mehrere Varianten anzulegen, die sich auf unterschiedliche Geometriefiles beziehen.

- **CAD:** Bauteil in CAD System erstellen und als Geometrie1 abspeichern.
- **DS:** Geometrie1 in die Simulation übertragen und berechnen.
- **DS:** Komplettes Modell in der Simulation duplizieren (rechte Maustaste)
- **CAD:** Geometrievariante erstellen und als Geometrie2 abspeichern.
- **DS:** Die Geometrie der zweiten Variante auf das neue Geometriefile linken



Im Detailfenster findet sich jeweils ein Eintrag auf welches File sich das aktive Modell bezieht.

Details of "Geometry"	
Definition	
Source	D:\users\Support\Geometrie3.agdb
Type	DesignModeler
Length Unit	Millimeters
Bounding Box	
Mass Properties	
Statistics	
Preferences	

Termine rund um CADFEM

Seminartermine

- Einführung in ANSYS CFX-Flo

Nachdem nun allen ANSYS/FLOTRAN-Anwendern die Möglichkeit zum Umstieg auf CFX Flo gegeben wird, bieten ein 2-tägiges Seminar zu CFX Flo an. In diesem lernen Sie die Berechnungsmöglichkeiten von CFX Flo, die Handhabung und auch die numerischen Grundlagen kennen. In Übungen wird das Wissen vertieft.

17.06. – 18.06.04	Aadorf (CH)
30.06. – 01.07.04	Leinfelden-E
20.07. – 21.07.04	Grafring
18.10. – 19.10.04	Leinfelden-E.
23.11. – 24.11.04	Burgdorf

- 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.

16. – 18.06.04 Grafring

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