

Das Nonlinear Diagnostic Tool

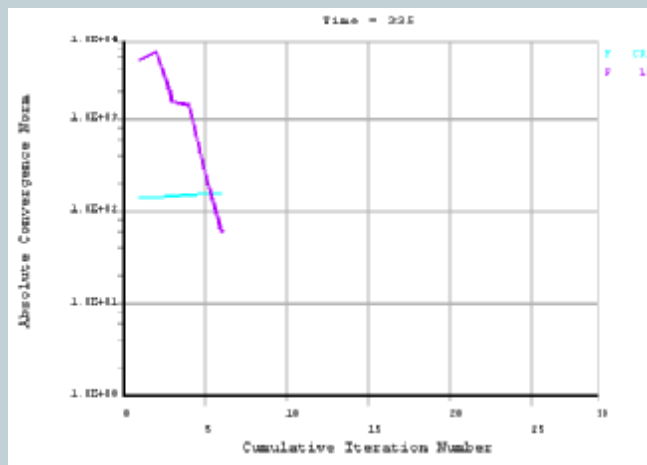
Ausgabe: 02 / 2004

Problem:

Es soll die Qualität einer nichtlinearen strukturmechanischen FE-Berechnung untersucht werden.

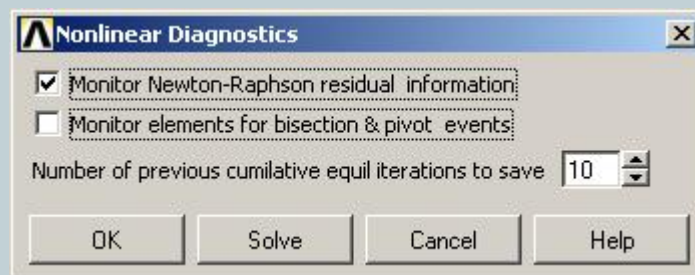
Erläuterung:

Nichtlineare Berechnungen der Strukturmechanik werden numerisch durch das Newton-Verfahren gelöst. Ein Lastschritt (load step) wird dabei in mehrere Zwischenschritte (substeps) aufgeteilt und gerechnet. Die Lösung für einen Zwischenschritt wird in mehreren Gleichgewichtsiterationen erzielt (equilibrium iterations). Das Lösungsverhalten wird im Konvergenzdiagramm angezeigt.



Im obigen Diagramm sieht man beispielsweise einen Lastschritt, der in einem Zwischenschritt gerechnet worden ist. In mehreren Gleichgewichtsiterationen fällt die Norm der Ungleichgewichtskräfte (F L2) unter eine vorgegebene Schranke (F CRIT). Für gewöhnlich sollten natürlich die Ungleichgewichtskräfte immer zu Null ausiteriert werden. Die F CRIT Kurve bewegt sich aber bei weitem nicht immer auf einem Niveau nahe Null. Man nimmt also nach einem ausiterierten Zwischenschritt oftmals ein gewisses Ungleichgewicht in der Rechnung mit in Kauf.

Die Ungleichgewichtskraftverteilung kann man sich nun für jede Kraftkomponente ansehen und dann selber beurteilen, ob man eine Verbesserung des Ergebnisses anstreben muss. Möchte man sich eine Verteilung der Ungleichgewichtskräfte ansehen (residual information), so ist mit NLDIAG,... zu arbeiten. Interaktiv steht dazu das NONLINEAR DIAGNOSTICS TOOL im SOLUTION Teil zur Verfügung:

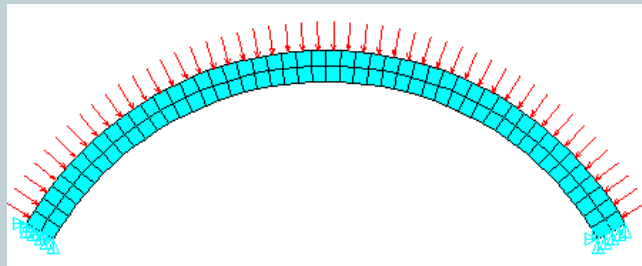


Das Nonlinear Diagnostic Tool

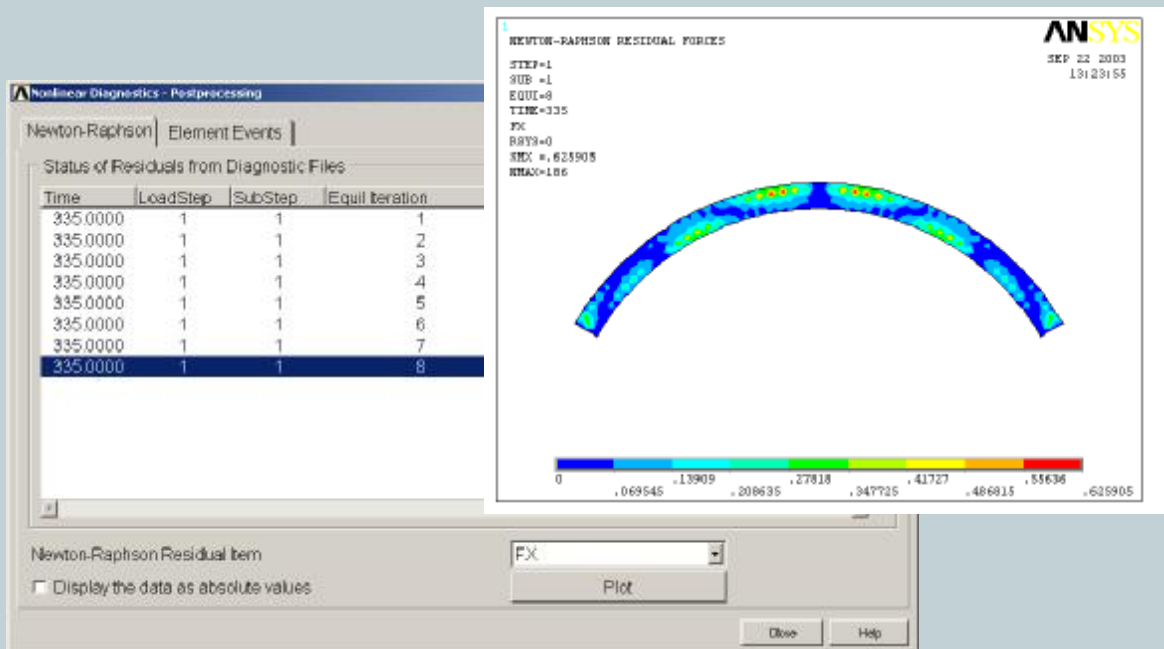
Ausgabe: 02 / 2004

Beispiel:

Ein Bogen wird unter gleichmäßigem Druck beansprucht. Es wird geometrisch nichtlinear gerechnet (NLGEOM,ON). Die Drucklast beträgt 335 MPa, $E=210000$ MPa. Die Fußpunkte sind ca. 175 mm voneinander entfernt. Wie gut ist das FE-Ergebnis - unabhängig davon, welche Ergebnisgröße betrachtet wird ???



Die Ungleichgewichtskräfte sollen für jede Gleichgewichtsiteration auswertbar sein. Wir stellen Sie für den „Gleichgewichtszustand“ im Postprocessing dar, also für die letzte Gleichgewichtsiteration des Zwischenschrittes. Dargestellt ist die Ungleichgewichtsverteilung für FX:



Wir erkennen eine Ungleichgewichtsverteilung in X-Richtung, jedoch sind die Zahlenwerte, verglichen mit den Dimensionen unserer Eingabewerte so klein, dass dieses Ungleichgewicht ingenieurmäßig vernachlässigt werden kann, man also von einem guten Ergebnis sprechen kann.

Das Nonlinear Diagnostic Tool

Ausgabe: 02 / 2004

INPUT - File:

```
finish                                /solu                                !!! Aus Nonlinear Diagnostic Tool !!!
/clear                                csys,1
                                        lsel,s,loc,y,30                      NLDIAG,MAXF,10
                                        lsel,a,loc,y,150                     NLDIAG,NRRE,ON
/prep7                                dl,all,,all                           NLDIAG,EFLG,ON
cyl4,0,0,100,30,110,90
cyl4,0,0,100,90,110,15
0
aglua,all                             sfl,all,pres,335                       !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
et,1,183                              allsel
mp,ex,1,210000                         csys,0
mp,prxy,1,0.3
esize,5
                                        /solu
mshape,0,2D                            nlgeom,on
mshkey,1                               time,335
amesh,all                             autots,off
finish                                nsubst,1
                                        /post1
                                        /dscale,1,1
                                        PLNSOL,NRRES,FX,0,,8
```

Weitere Besprechung:

Um die Ungleichgewichtskraftverteilung darzustellen, steht im /POST1 ein Menü mit dem Namen „Nonlinear Diagnostics“ zur Verfügung (am besten, einfach einmal ausprobieren...).

Die Daten für jede Gleichgewichtssiteration werden in Dateien *.nr000, *.nr001, ... abgelegt. Wie oft diese Dateien geschrieben werden sollen kann festgelegt werden (NLDIAG,MAXF,...).

Anwendungsfall:

Ein schöner Anwendungsfall ist zum Beispiel der folgende:

Man stelle sich vor, man möchte mit einem Restart eine unkonvergierte Berechnung fortsetzen, ist sich jedoch nicht sicher, wie „schlecht“ das FE-Ergebnis bei der nicht mehr konvergierten Gleichgewichtssiteration war.

Man schaut sich also die Ungleichgewichtskraftverteilung der unkonvergierten Iteration an und kann sodann entscheiden, ob ein Restart auf diesen Zustand Sinn machen könnte. Sind die Ungleichgewichtskräfte zu groß, sollte man neu rechnen.

Außerdem kann man erkennen, wo genau das Ungleichgewicht in der Struktur am größten ist.