

## Gleichungslöser in ANSYS / Workbench

Ausgabe: 03 / 2005

### Problem:

Nachdem in den vergangenen Jahren, vor allem durch ANSYS/Workbench, die Modellierung strukturmechanischer und thermischer Simulationsaufgaben vereinfacht wurde, wird die Gleichungslösung mehr und mehr zum bestimmenden Faktor der Bearbeitungszeit einer Berechnungsaufgabe. Häufig liefert vor allem Workbench mit den Standardeinstellungen zur Lösung Berechnungsergebnisse die hinsichtlich der Lösungszeit ggf. noch Optimierungspotenzial aufweisen.

In diesem ersten Artikel versuchen wir die Eigenschaften des Sparse Matrix Gleichungslösers gegenüber iterativen Lösern darzustellen und geben Hinweise für praktische Anwendungen.

### Erläuterung:

Grundlegend setzt sich der Prozess der Gleichungslösung aus folgenden Schritten zusammen (Abbildung links):



Das im rechten Teil der Abbildung gezeigte Schema skizziert die zur Verfügung stehenden Löser in ANSYS (der **FRONTAL** Solver wurde hierbei vernachlässigt). Mit Ausnahme des **DDS** Solvers verwenden alle das bereits in 7.1 eingeführte **Symbolic Assembly**.

Abgesehen von den speziellen Lösungen im Rahmen der Parallelisierung werden vom Anwender in ANSYS und Workbench in erster Linie entweder der **Sparse Matrix Solver** – oder der **PCG Solver** verwendet:

### Methoden zur Lösung $Kx=b$

#### Direkte Löser:

##### Sparse Solver

1. Faktorisierung

$$K = LDL^T$$

2. Lösung

$$Lz = b$$

$$z' = D^{-1}z$$

$$L^T x = z'$$

Bestimme  $L$

Löse triang. System

#### Iterative Löser:

##### PCG Solver

1. Definition Startvektor  $x^0$

2. Iteration

$$x^{k+1} = Px^k + c$$

bis

$$\|Kx^{k+1} - b\| \leq Tol$$

Bestimme Produkt  $Kx$

Update des Vektors

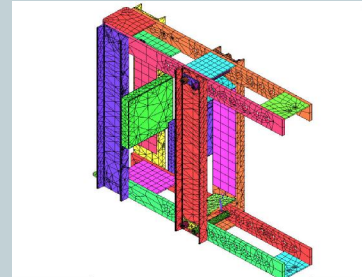
## Gleichungslöser in ANSYS / Workbench

Ausgabe: 03 / 2005

### Sparse Matrix Solver:

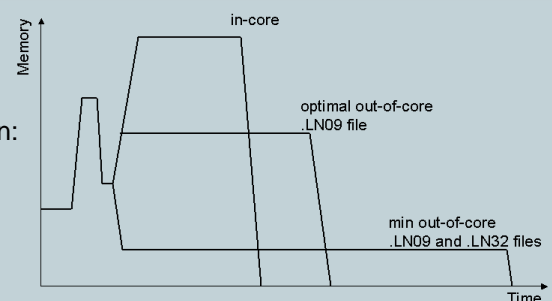
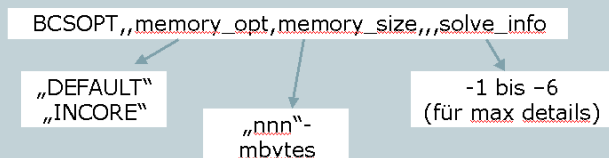
Dieser direkte Gleichungslöser (der für die meisten Anwendungen in ANSYS und Workbench Standard ist) zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- unterstützt reelle, komplexe und symmetrische als auch unsymmetrische Matrizen
- geeignet für positive definite und indefinite Problemstellungen
- unterstützt Block Lanczos Eigensolver
- verwendbar für Generation-, Use- und Expansionpass
- anwendbar für alle Feldaufgaben (auser CFX)
- geeignet für Aufgaben mit aktiver mixed U-P Formulierung (Lagrange Elemente)
- verfügt über pivoting (partial) zur Stabilisierung schlecht konditionierter Probleme



Der Solver kann in 3 verschiedenen Betriebsmodi arbeiten, die nach verfügbarem Hauptspeicher ansprechbar sind (von ANSYS gewählt).

Zur Bestimmung des verwendbaren Speichers (zur späteren Anpassung) kann der ANSYS-Solver mit folgendem Kommando im BATCH-Mode gestartet werden:



Anpassungen hinsichtlich der Speichereinstellungen sind insofern notwendig, als dass der Solver zwar das „Dynamic memory“ (Dynamische Speicheradressierung) unterstützt – Faktorisierung und Lösung aber **UNFRAGMENTIERTE SPEICHERBEREICHE** brauchen. Da diese beiden Speichergrößen mittels BCSOPT nach einer ersten Berechnung bekannt sind – kann der Anwender diesen Speicher erweitert um den Databasebereich zum Start angeben – und damit ggf. „incore“ rechnen.

### Speicherkonfiguration:

Zur Einstellung des für den Sparse Matrix Solver verfügbaren Speichers in ANSYS können die Settings im Launcher oder aber die Optionen (-m und -db) beim Kommandozeilenstart verwendet werden.

Diese Einstellungen haben **KEINEN** Einfluss auf die Bearbeitung mit ANSYS/Workbench!

## Gleichungslöser in ANSYS / Workbench

### Sparse Matrix Solver:

Ursache dafür ist die Standardoption der programmgestützten Auswahl des Gleichungslösers wobei Workbench zwischen direktem (Sparse Matrix) und iterativem Gleichungslöser (PCG) wählt.

Die Auswahl des Gleichungslösers wird die „Dicke“ des Modells herangezogen. Wenn also bei einem Modell die Mehrzahl der Elemente – Knoten an der Oberfläche ausweist, dann wird der Sparse Matrix Solver ausgewählt. Alternativ dazu wird der PCG Solver gestartet, wenn es eine dominierende Anzahl von Elementen im inneren der modellierten Struktur gibt. Diese Auswahl wird den Stärken der beiden Gleichungslöser gerecht.

Für die Speichereinstellungen in Workbench werden dann folgende Einstellungen verwendet:

- 1) Databasebereich (-db) entsprechend der Knotenanzahl im Modell (mindestens 32 Mb)
- 2) Workspacebereich (-m) entsprechend Databasebereich plus 50 Mb

Insbesondere dieser 2. Wert (Workspace) kann bei grösseren Modellen zu unzureichendem Speicher für den Sparse Matrix Solver führen, da dieser im Unterschied zum PCG ja nicht durchgängig mit der dynamischen Speicherverwaltung arbeiten kann.

Erfahrene Anwender können diese automatisch vom Programm gewählten Werte überschreiben, indem 2 Umgebungsvariablen in Workbench definiert werden:

- 1) „AMK DBMEMORY“ zur Definition des Databasebereiches
- 2) „AMK MEMORY“ zur Definition des Workspacebereiches

Vorraussetzung für eine entsprechend sinnvolle Anpassung ist jedoch die Verfügbarkeit von RAM und dessen Unterstützung vom Betriebssystem.

### Zur weiteren Beschleunigung können folgende Hinweise dienen:

- vermeide small / negative Pivots (Kontrolle des Modells bzgl. Starrkörperbewegungen oder „weicher Anbindung“) ggf. pivoting ausschalten eqsl,sparse,-1
- reduziere die Anzahl der CP/CE um den Speicherbedarf zu verringern
- Starte grosse Jobs mit wenig Database Speicher (-db in ANSYS)

Dank dieser Eigenschaften ist der Solver besonders auch für Schalenmodelle und kleine und mittlere nichtlineare Aufgaben geeignet.

(JO)