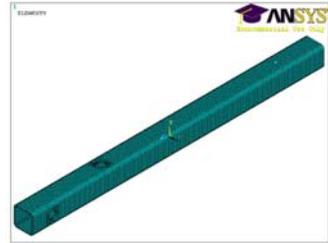


Untersuchung des Imports eines Vierkantrohrmodells von ANSYS nach SIMPACK



Leng, M.

In dem Mehrkörpersimulationsprogramm SIMPACK gibt es zwei Möglichkeiten, um eine Berechnung von elastischen Körpern durchzuführen. Die eine verwendet das Modul SIMBEAM und die andere erlaubt den Import eines Modells von einem FEM-Programm nach SIMPACK. Letztere soll in diesem Artikel anhand des FEM-Programms ANSYS vorgestellt werden. Dabei wird insbesondere auf die Besonderheiten eingegangen.

In the software of multibody simulation SIMPACK, there are two ways to carry out flexible multibody simulation. On the one hand, it is possible to use the SIMBEAM module of Simpack and on the other to import a model from the FEM software. The latter will be presented in this article on the basis of the FEM-Software ANSYS with regards to specialities.

1 Einleitung

Im Allgemeinen handelt es sich bei Produktionsprozessen um dynamische Vorgänge. Durch eine dynamische Simulation können diese Vorgänge abgebildet werden. Das Programm SIMPACK ist für dynamischen Simulationen gut geeignet.

Die Welt besteht aus physikalischen Objekten, die sich als elastische Körper z.B. unter der Einwirkung einer Kraft verformen. Wie groß diese Verformung ist, hängt von den elastischen Eigenschaften des Materials ab und wird durch den E-Modul und die Querkontraktionszahl beschrieben. Um elastische Körper in SIMPACK zu analysieren, gibt es zwei Möglichkeiten. Zum einen kann das in SIMPACK integrierte Modul SIMBEAM genutzt werden, zum anderen können elastische Bauteile aus FE-Programmen importiert werden. Das Modul SIMBEAM kann nur einfache Modelle in SIMPACK modellieren, z. B. einen Balken, während ein kompliziertes Modell durch ANSYS in SIMPACK modelliert werden kann. Letzteres wird im Folgenden diskutiert.

Eine Umwandlung von einem starren Körper in einen elastischen Körper wird in ANSYS bei der Vernetzung durchgeführt. Nachdem ein Modell in ANSYS vernetzt ist, besteht es anschließend aus vielen klei-

nen Elementen, woraus sich die relative Verformung eines einzelnen Elementes beschreiben lässt. Damit ergibt sich dann aus allen Elementen eine Gesamtverformung für das Modell. Dieses Modell ist daher ein elastischer Körper. Im Folgenden wird ein Vierkantrohrmodell als Beispiel vorgestellt, das dazu dient, die Ergebnisse vor und nach dem Import miteinander zu vergleichen.

2 Import eines Vierkantrohrmodells von ANSYS nach SIMPACK

Um den Import eines Vierkantrohrmodells von ANSYS nach SIMPACK zu realisieren, wird das Modell zuerst in ANSYS vernetzt. Anschließend werden drei verschiedene Dateien erzeugt, nämlich die .rst-, die .sub-, und die .cad-Datei, in denen jeweils das Ergebnis, das reduzierte Modell von ANSYS und die Geometrie des Modells gespeichert werden. Mit Hilfe der Schnittstelle FEMBS in SIMPACK lässt sich das Vierkantrohrmodell durch diese drei Dateien von ANSYS nach SIMPACK importieren. In **Bild 1** ist das vollständige Vierkantrohrmodell aus ANSYS abgebildet.

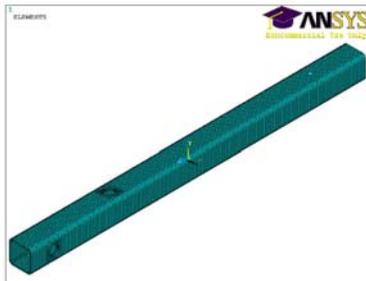


Bild 1: Vollständiges Vierkantrohrmodell aus ANSYS

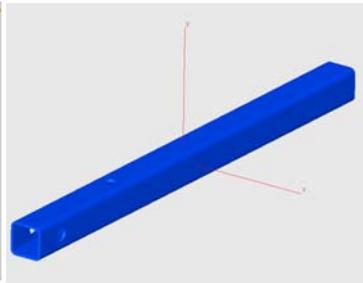


Bild 2: Importiertes Vierkantrohrmodell in SIMPACK

Die detaillierte Vorgehensweise des Imports wird in diesem Artikel nicht vorgestellt. Die notwendigen Zwischenschritte lassen sich der Literatur /1/ entnehmen. Nach dem Import lässt sich das Modell in SIMPACK wie in **Bild 2** darstellen.

3 Vergleich der Ergebnisse und Auswertung

Es ist notwendig zu prüfen, ob die elastischen Eigenschaften des Modells nach dem Import von ANSYS nach SIMPACK korrekt vorliegen. Nur wenn die unter identischen Belastungen und Randbedingungen

berechneten Ergebnisse von beiden Programmen gleich sind, wurde der Import des Modells von ANSYS nach SIMPACK vollständig und richtig durchgeführt.

3.1 FE Erstellung

In **Bild 3** ist das Modell mit den Belastungen und Randbedingungen in ANSYS dargestellt. Am Endstück des Vierkantrohrs gibt es zwei Bohrungen, damit sich das Vierkantrohr fixieren lässt. Die inneren Ringflächen der Bohrungen werden auf zwei Mittelpunkte reduziert. Zwischen der inneren Ringflächen und der Mittelpunkte wurden starre Verbindungen erstellt. Die sechs Freiheitsgrade der Mittelpunkte wurden gesperrt. An der anderen Seite wurde eine Kraft auf einer Fläche des Vierkantrohrs eingebracht. Zwischen dem Mittelpunkt und den anderen Knoten der Fläche wurden ebenso starre Verbindungen erzeugt. Die Kraft wurde auf den Mittelpunkt eingebracht und beträgt 2kN. In SIMPACK wurden identische Belastungen und Randbedingungen für das Vierkantrohrmodell erstellt.

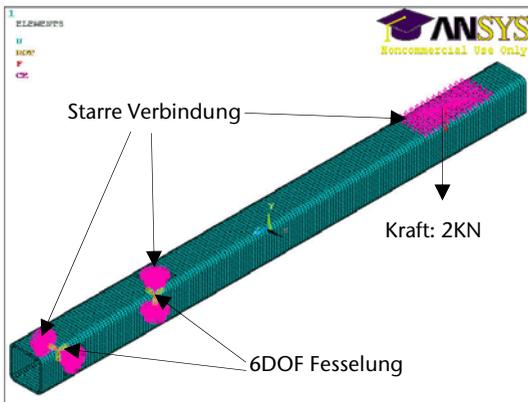


Bild 3: Vierkantrohr mit Belastung und Randbedingung in ANSYS

3.2 Vergleich der Ergebnisse

In **Bild 4** ist das Ergebnis von ANSYS dargestellt. Die Verschiebung des die Kraft tragenden Knotens, der sich im hellblauen Bereich befindet, beträgt -1,12mm. **Bild 5** zeigt das Ergebnis von SIMPACK. Die Verschiebung von demselben Knoten beträgt -0,00105983 m, wie in **Bild 5** durch den roten Kreis hervorgehoben ist. Die Abweichung der

Verschiebung des Knotens zwischen ANSYS und SIMPACK beträgt 5,42%, die angenommen werden kann.

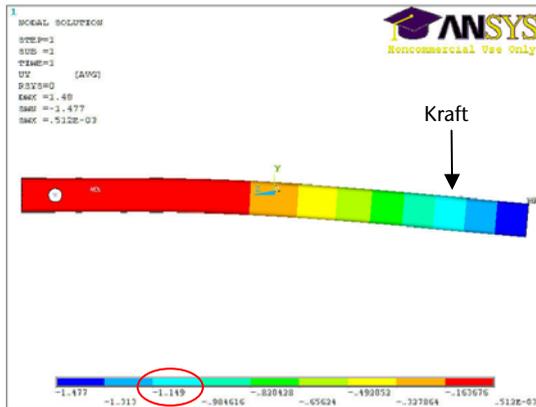


Bild 4: Ergebnis des Vierkantrohrs von ANSYS



Bild 5: Ergebnis des Vierkantrohrs von SIMPACK

3.3 Auswertung

Um ein Modell richtig nach SIMPACK zu importieren, werden drei Aspekte berücksichtigt. Zuerst müssen die Einheiten in beiden Programmen übereinstimmen. In ANSYS werden die erforderlichen Berechnungsschritte ohne Faktoren für die Einheiten abgearbeitet. Damit setzt ANSYS konsistente Einheiten bei der Eingabe der Daten vor-

aus und liefert Ergebnisdaten in dem gewählten Einheitensystem. Dagegen werden in SIMPACK standardmäßig SI-Einheiten genutzt. Beim Import eines Modells müssen Unterschiede im Einheitensystem berücksichtigt und mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren umgerechnet werden. In **Bild 6** sind die Umrechnungsfaktoren durch den roten Kreis hervorgehoben.

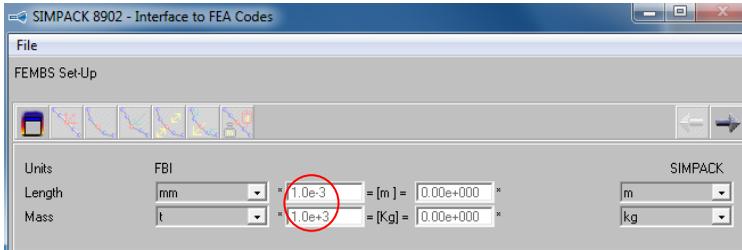


Bild 6: Umrechnungsfaktor

In **Tabelle 1** werden die Einheiten der Kraft in drei verschiedenen Einheitensystemen als Beispiel verglichen. Nach der Umrechnung ergibt sich daraus, dass der Betrag der Kraft im ersten Einheitensystem 10^6 fach kleiner ist, als unter Berücksichtigung von SI-Einheiten. Wenn die Kräfte nach diesen zwei Einheitensystemen jeweils in beiden Programmen eingegeben werden, ist es notwendig, die Einheiten der Kraft umzurechnen. Obwohl die Einheiten vom zweiten und dritten Einheitensystem auch nicht identisch sind, bleiben die Größenordnungen der Einheiten nach dem Umrechnen gleich.

	(1) in ANSYS	(2) in ANSYS	(3) in SIMPACK SI-Einheiten
Einheitensystem	s, mm, g	s, mm, t	s, m, kg
Kraft	$g \cdot mm/s^2$	$t \cdot mm/s^2$	$kg \cdot m/s^2$
Kraft nach SI-Einheiten	$= kg \cdot m \cdot 10^{-6}/s^2$	$= kg \cdot m/s^2$	

Tabelle 1: Vergleich der Einheiten mit verschiedenen Einheitensysteme

Danach lässt sich unter Berücksichtigung der Randbedingungen und Belastungen prüfen, ob die Ergebnisse in beiden Programmen identisch sind.

Darüber hinaus sollten die Eigenschwingungsformen von ANSYS und SIMPACK berücksichtigt werden. Bei einer bestimmten Zwangsbedingung schwingt ein System mit verschiedenen Schwingungsformen. Z. B. kann sich eine Feder, die auf einer Seite befestigt ist, verlängern, verkürzen, biegen und pendeln. Jede Schwingungsform entsteht bei einer bestimmten Frequenz, die Eigenfrequenz genannt wird. Das Programm ANSYS kann Schwingungsformen und ihre entsprechenden Eigenfrequenzen herausfinden, die nach SIMPACK importiert werden. Den Werten der Eigenfrequenzen gemäß, werden die Schwingungsformen in eine Reihenfolge gebracht. Die kleinste Eigenfrequenz und ihre entsprechende Schwingungsform heißt erste Eigenschwingungsform.

Die Eigenschwingungsformen von ANSYS und SIMPACK müssen gleich sein, weil jede Reaktionsanalyse eine lineare Kombination von berechneten Eigenschwingungsformen ist. Wenn die Eigenschwingungsformen beider Programmen gleich sind, werden identische Ergebnisse erzielt. Weiterhin sollte die Anzahl der Eigenschwingungsformen hoch genug sein. Jede Bewegung, die bei den Eigenschwingungsformen nicht enthalten ist, kann in der Reaktionssimulation auch nicht analysiert werden.

4 Zusammenfassung

Es gibt zwei Möglichkeiten, elastische Körper in SIMPACK zu analysieren. Während das Modul SIMBEAM nur einfache Modelle für SIMPACK modellieren kann, z. B. einen Balken, kann ein relativ komplexes Modell durch ANSYS modelliert werden. Es ist daher sinnvoll, einen elastischen Körper oder eine elastische Baugruppe von ANSYS nach SIMPACK zu importieren.

Um den Import eines Modells von ANSYS nach SIMAPCK erfolgreich durchzuführen, müssen die Größenordnungen der Einheiten, die Randbedingungen und die Eigenschwingungsformen in beiden Programmen übereinstimmen.

5 Literatur

- /1/ N, N.; FEMBS, SIMPACK Release 8.9, INTEC GmbH, 2008
- /2/ Müller, Günter; FEM für Praktiker Band 2, Expert Verlag, 2006