



Modalanalyse einer planaren Rohrleitung mit Vorspannungseffekte

Problemstellung

In der Realität werden die Eigenfrequenz und Eigenform eines Tragwerks durch auftretende Lasten verändert, zum Beispiel thermische Dehnungen einer planaren Rohrleitung. Um unerwünschte Resonanzen zu vermeiden, ist eine genaue Voraussage derartiger Veränderung aufgrund von diesen Vorspannungseffekten zu machen.

Balken mit Axialkraft

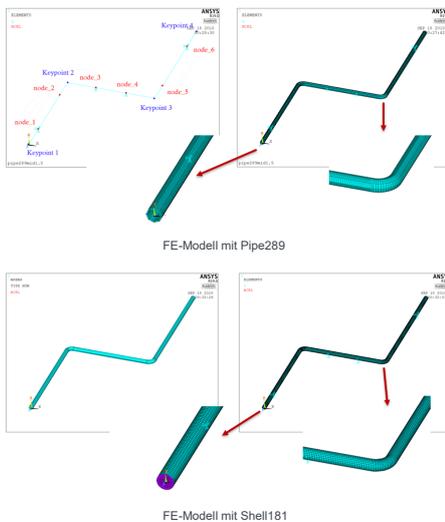
die Eigenkreisfrequenzen der Schwingungen des Balkens unter axialer Druckkraft:

$$\omega_i = \frac{i^2 \pi^2 a}{l^2} \sqrt{1 - \frac{Sl^2}{i^2 EI \pi^2}}$$

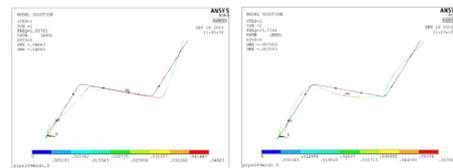
mit $a = \sqrt{EI/\rho A}$

Bildung des FE-Modells

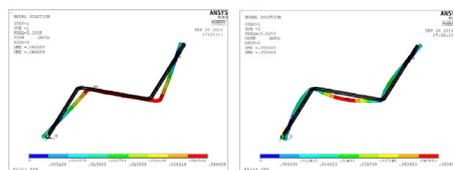
Zwei Finite-Elemente-Modelle werden auf der Basis eines Experimentmodells modelliert, wobei jeweils das Pipe289 Element und das Shell181 Element verwendet werden.



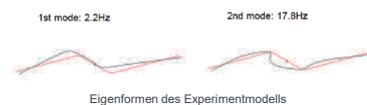
Numerische Modalanalyse



a) die erste Schwingungsform ($f_1 = 1,8574$ Hz) b) die zweite Schwingungsform ($f_2 = 15,717$ Hz)
Eigenformen des FE-Modells mit Pipe289



a) die erste Schwingungsform ($f_1 = 2,1555$ Hz) b) die zweite Schwingungsform ($f_2 = 18,025$ Hz)
Eigenformen des FE-Modells mit Shell181



1st mode: 2.2Hz 2nd mode: 17.8Hz
Eigenformen des Experimentmodells

- Numerische Modalanalyse ohne Vorspannung
- Vergleich der numerischen und experimentellen Ergebnisse

Parameterstudien

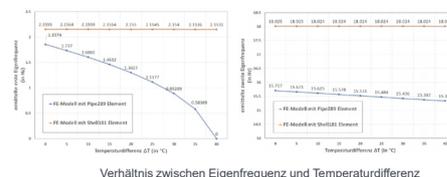
- Die Länge der Rohrleitung
- Die Randbedingungen
- Die Materialeigenschaften

Zusammenfassung

- Unter dem Einfluss der thermischen Beanspruchung nimmt die Eigenfrequenz des Rohrleitungssystems ab
- eine relativ kurze Rohrleitungslänge, geeignete Randbedingungen und ein kleiner Wärmedehnungskoeffizient des Materials sollten bevorzugt werden

Betreuer:
Dr.-Ing. Anton Tkachuk

<https://www.ibb.uni-stuttgart.de>



Verhältnis zwischen Eigenfrequenz und Temperaturdifferenz

- Einfluss unterschiedlicher Temperaturdifferenzen auf die ersten zwei Eigenfrequenzen
- Problem beim FE-Modell mit Shell181

Literatur

Timošenko, Stepan P.: Vibration problems in engineering. 3. ed. Toronto [u.a.] : Van Nostrand Reinhold, 1955. – IX, 468 Seiten