Festigkeitsnachweis für verspannte Kompensatoren

Fachgebiet: Festigkeitslehre
Betreuer: Prof. Beat Schmied
Experte: Dr. Armin Heger

Kompensatoren kommen in Rohrsystemen zum Einsatz. Dank dem flexiblen Balgelement können sie verschiedenste Bewegungen aufnehmen, welche i.d.R. durch Wärmedehnungen entstehen. Mit einer Verspannungseinheit können spezifische Bewegungen zugelassen und unerwünschte verhindert werden. Obschon die Verspannungen ein tragendes Bauteil darstellen, lässt sich in der Literatur keine Bemessungsformeln finden. Ziel der Thesis ist es, den standardisierten Festigkeitsnachweis basierend auf Finite-Element Analysen zu ermöglichen.

Ausgangslage

Die Druckdifferenz zwischen Umgebung und Rohrsystem erzeugt in den Kompensatoren eine axiale Reaktionskraft. Diese kann von sogenannten Verspannungseinheiten aufgenommen werden. Die verschiedenen Bauweisen erlauben es, gezielt spezifische Bewegungen zuzulassen und unerwünschte zu verhindern. Die Auslegung dieser Verspannungseinheiten basiert bisher auf langjährigen Erfahrungswerten.

Ziel

Ziel der Thesis ist es, gestützt auf entsprechende Finite-Elemente Analysen einen standardisierten Nennspannungsnachweis für die Entlastungseinheiten zu definieren und diesen ins bestehende Kompensatoren-Programm zu integrieren. Nebst dem statischen Nachweis ist auch der Betriebsfestigkeitsnachweis zu erbringen.

Vorgehen

Entsprechend dem AD 2000 Regelwerk soll der Ermüdungsnachweis mit Strukturspannungen geführt werden. Es gilt somit, die im Programm zu hinterlegenden Formeln für Nennspannungen mit entsprechenden Faktoren in Strukturspannungen hochzurechnen. Für die teilweise nicht ebenen Querschnitte sind als Erstes entsprechende Nennspannungsformeln zu entwickeln.

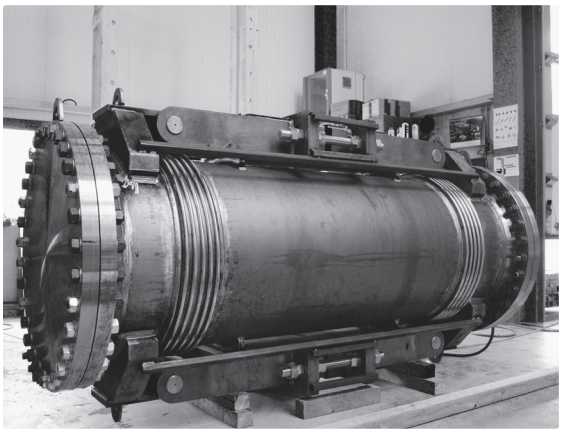
In einem zweiten Schritt sind für die verschiedenen Nachweisstellen mittels FE-Simulationen die zugehörigen Strukturspannungsfaktoren zu ermitteln. Diese Faktoren werden über den interessierenden Durchmesserbereich von 400 mm bis 2000 mm bestimmt und als Näherungsfunktion in den Nachweis übernommen.

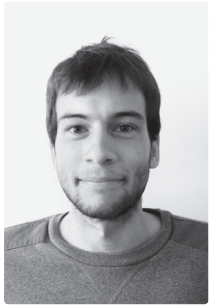
Nunmehr lassen sich mit den entsprechenden Lastvorgaben der statische Nachweis und der Betriebsfestigkeitsnachweis führen. Zu Dokumentationszwecken und gleichzeitig zur Überprüfung des realisierten Programms werden die Nachweise in Mathcad durchgeführt.

Als letztes werden die Nachweise ins bestehende Auslegungsprogramm für Kompensatoren integriert und getestet.

Resultate

Der standardisierte Ermüdungsnachweis ist definiert, programmiert und getestet. Die Formzahlen für die Strukturspannungen können sehr gut mit einer linearen Funktion in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser abgebildet werden. Der Industriepartner hat nun einen theoretisch abgesicherten Ansatz zur Berechnung der Verspannungseinheiten. Er beabsichtigt diesen noch dem TÜV vorzulegen.





Ralf Löhrer