

Geräuschprobleme an einer Kolbenverdichteranlage beseitigt

In einer neuen Erdgasverdichterstation wurden drei baugleiche, drehzahlregelte, 2-stufige Kolbenkompressoren installiert. Nach der Inbetriebnahme wurden vom Betreiber bei bestimmten Anlagenfahrweisen deutlich wahrnehmbare Geräusche festgestellt. Erste Messungen durch den Betreiber zeigten, dass es sich im Wesentlichen um eine Art Pfeifgeräusch bei einer Frequenz von ca. 1 kHz handelte. Da hierdurch auch außerhalb der Verdichterhallen eine nicht akzeptable Lärmsituation entstanden war, wurde KÖTTER Consulting Engineers mit einer messtechnischen Untersuchung beauftragt. Ziel der Untersuchung war, den genauen Entstehungsort der Geräusche zu lokalisieren und den Anregungsmechanismus aufzudecken. Auf Basis dieser Ergebnisse sollten Maßnahmen zur Verbesserung der Geräuschsituation aufgezeigt werden.

Bei der Messung wurden sowohl die Druckpulsationen und Schwingungen im Rohrleitungssystem der drei Verdichter sowie der Luftschall an unterschiedlichen Positionen innerhalb und außerhalb der Verdichterhallen zeitgleich mit einem mehrkanaligen Messdatenerfassungssystem bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen aufgezeichnet.

Es wurde – unabhängig davon, welcher Verdichter in Betrieb war – ein dominanter Einzelton im Luftschall bei einer Frequenz von ca. 950 Hz festgestellt. Dieser trat ebenfalls in den Druckpulsationen sowie als Körperschall an der Oberfläche der jeweiligen saugseitigen Rohrleitung und am Pulsationsdämpfer der 1. Stufe auf. Des Weiteren zeigte sich, dass die Frequenz – anders als z. B. bei einer periodischen Wirbelablösung an einer Tauchhülse – unabhängig von der Strömungsgeschwindigkeit nahezu konstant blieb. Dieses Verhalten deutete darauf hin, dass es sich um eine Anregung sogenannter akustische „Quermoden“ handelte.

Im Gegensatz zu Schallwellen, die sich in Richtung der Rohrleitungsachse ausbreiten, bilden sich die als Quermoden bezeichneten akustischen Resonanzen quer zur Strömungsrichtung aus. Die Abbildung 1 zeigt hierzu beispielhaft die Ausbildung der ersten Quermoden mit diagonaler und konzentrischer Knotenlinie. Für höherfrequente Quermoden treten entsprechend weitere Knotenlinien auf.

Außerdem ließen die Körperschallmessungen am Leitungssystem vermuten, dass durch die akustischen Resonanzen auch mechanische Schalenmoden (Eigenformen) der Rohrleitungen und des Pulsationsdämpferbehälters angeregt wurden. Hierdurch war auch die beobachtete starke Schallabstrahlung in die Umgebung zu erklären. Diese Vermutung wurde durch die Ergebnisse der anschließend durchgeführten Berechnungen bestätigt.

Als Quelle für die Anregung der Quermoden wurde eine breitbandige und relativ energiereiche Wirbelablösung an der Lochblende am Eintrittsflansch der saugseitigen Pulsationsdämpfer ermittelt.

Zur Verbesserung der bemängelten Geräuschsituation wurde auf Basis der patentierten Pulsations-Dämpferplatte nach dem KÖTTER-Prinzip ein speziell auf diesen Anregungsmechanismus und die Frequenz abgestimmter Quermodenbrecher entwickelt und anstelle der ursprünglich montierten herkömmlichen Lochblende eingebaut (siehe Abbildung 2).

Hierbei musste besonders darauf geachtet werden, dass dieses neue Bauteil die gleiche pulsationsdämpfende Wirkung wie die bisher eingebaute Lochblende besitzt, gleichzeitig aber die Ausbildung des festgestellten Quermoden an dieser Stelle verhindert.

Nach Einbau des Quermodenbrechers und der Wiederinbetriebnahme der Anlage zeigte sich, dass trotz des variablen Betriebsbereiches keine störenden Geräusche mehr auftreten und der Betreiber die Anlage uneingeschränkt betreiben konnte.

TECHNISCHE AKUSTIK – STRÖMUNGSTECHNIK

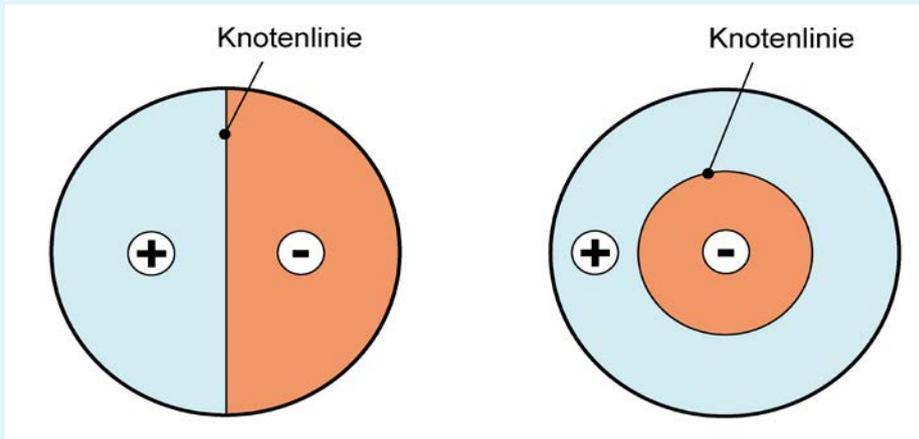


Abbildung 1: Druckverteilung der untersten Quermoden mit diagonaler (links Mode 1/0) und konzentrischer Knotenlinie (rechts Mode 0/1)

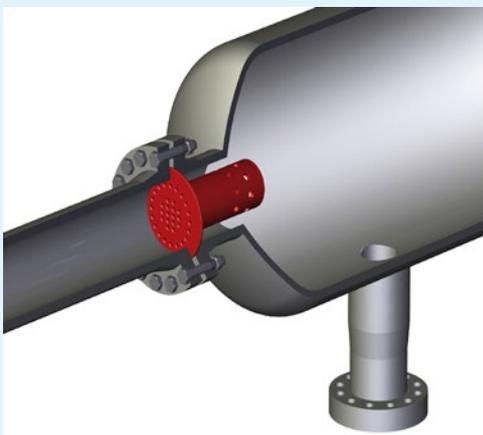


Abbildung 2: Einbauposition des Quermodenbrechers



Kontakt:

Dipl.-Ing. Martin Westermann
Telefon: +49 5971 9710-16
m.westermann@koetter-consulting.com