

# Ethylenverdichter besänftigt

## Schwingungs- und Pulsationssituation beunruhigte Betreiber

Im Bereich organischer Produkte zur Verdichtung von Ethylen wird in einem Chemiewerk ein zweistufiger Kolbenverdichter (4-kurbelig, vier Zylinder, doppelt wirkend, Boxeranordnung) eingesetzt. Er wird von einer Dampfturbine über ein Planetengetriebe angetrieben. In der Verdichterhalle kann ein zweiter Verdichter (3-kurbelig, 3-stufig, stehend) zeitweise hinzugeschaltet werden. Die beiden Verdichter besitzen eine gemeinsame Saug- und Förderleitung. An der Verdichteranlage der Boxermaschine, im Bereich der Pulsations-Dämpferbehälter, an den Prozessrohrleitungen – hier vor allem auf der Saugseite – und der Bedienbühne, wurden vom Betreiber seit längerem erhöhte Schwingungen beobachtet. Diese führten in der Vergangenheit bereits mehrmals zu Abrissen einiger Rohrleitungs-befestigungen.



Dr.-Ing. Jan Steinhausen ist Fachbereichsleiter Pulsationsstudien (Maschinen+Anlagen) bei Kötter Consulting Engineers

**Jan Steinhausen** Zur Erreichung eines aus schwingungstechnischer Sicht sicheren Betriebes der Anlage sollte zunächst die Ursache für die beobachteten Rohrleitungsschwingungen ermittelt werden. Zur Erreichung eines sicheren Betriebes sollten wirkungsvolle Maßnahmen benannt werden.

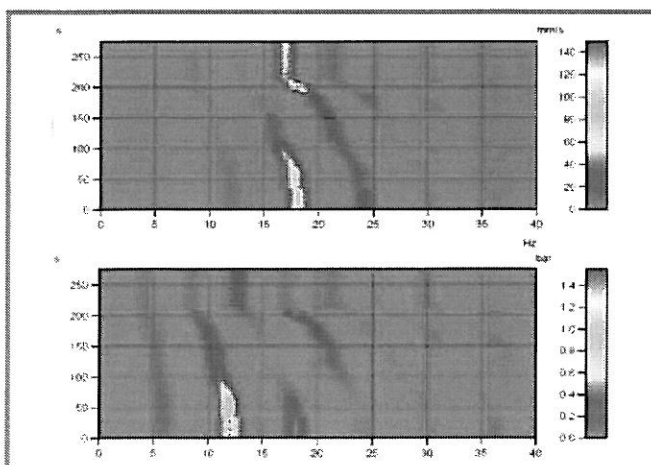
Hierzu wurde zunächst eine mehrkanalige messtechnische Untersuchung durchgeführt. Bei den Messungen wurden synchron einerseits die Druckpulsationen und andererseits die strukturmechanischen Schwingungen, d.h. die der Rohr-

leitungen sowie des Stahlbaus, im verdichternahen Bereich der Anlage ermittelt. Die Anlage wurde vorwiegend bei Einzelbetrieb des 4-kurbeligen Verdichters untersucht. Hierbei wurden neben dem stationären Betrieb mit konstanter Drehzahl auch die Vorgänge mit Drehzahlabsenkung bzw. -erhöhung im Bereich zwischen 260 1/min und 400 1/min erfasst. Für das Anfahren der minimalen Last bzw. den unteren Drehzahlbereich dieses Verdichters, war es aus prozesstechnischen Gründen notwendig den zweiten Verdichter mit in Be-

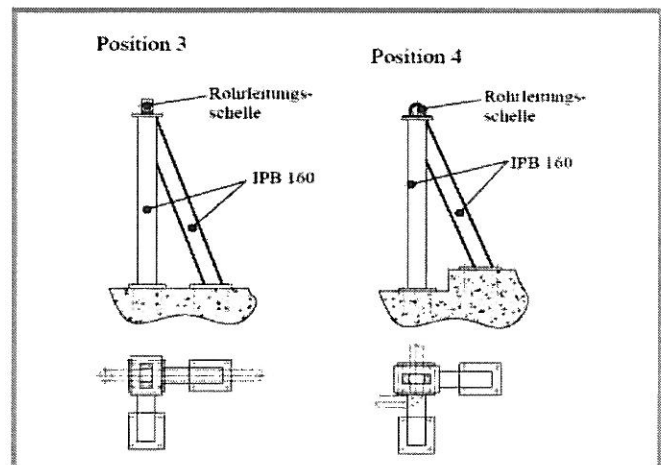
trieb zu nehmen. Die Messergebnisse zeigten, dass im Bereich der Saugleitung bei Verdichterdrehzahlen über 374 1/min die Richtwerte für zulässige Pulsationen nur leicht überschritten wurden. In der Rohrleitungsführung der Zwischenstufe erreichten die festgestellten Pulsationen aufgrund einer dort auftretenden akustischen Resonanz etwa das 6-fache der Richtwerte.

Die gemessenen strukturmechanischen Rohrleitungsschwingungen (Schwinggeschwindigkeiten) auf der Saugseite und der Zwischenstufe des Verdichters zeigten in mehreren

Bereichen zum Teil deutliche Überschreitungen der zulässigen Richtwerte. Diese wurden durch die Anregung von strukturmechanischen Eigenfrequenzen (Resonanzen) der Rohrleitungsführung inklusive deren Halterungen verursacht. Außerdem führten auch die hohen Gaskräfte der Zwischenstufe, aufgrund von akustischen Resonanzen bei der Übertragung auf den relativ nachgiebigen Stahlbau, zu hohen Schwingungen an der ebenso am Stahlbau befestigten Saugleitung.



Zeit-Frequenz-Amplitudenspektren beim Abfahren der Verdichterdrehzahl von 374 1/min auf 262 1/min, oben: Strukturschwingungen an der Rohrleitung der Zwischenstufe mit lokaler Resonanz bei ca. 18 Hz, unten: Pulsationen in der Zwischenstufendeitung.



Entwürfe für mögliche zusätzliche Stahlstützen (Beispiel aus den empfohlenen Maßnahmen)

## Workshop Gasmengenmessung

Kötter Consulting Engineers richtet am 15. und 16. März 2006 den 3. Kötter Workshop Gasmessung aus. Zu aktuellen und allgemeinen Informationen der Gasbranche (Zukunft, Markt, Chancen, Transport und Logistik) behandelt diese Veranstaltung insbesondere Themen wie Messungen, Messmethoden und Messgeräte für Gase bzw. gasförmige oder flüssige Produkte sein. Zudem werden die unterschiedlichen Vorzüge und auch Nachteile der auf dem Markt befindlichen Mengenmessgeräte auf dieser Veranstaltung gründlich behandelt. Denn unterschiedliche Einflüsse auf Messgeräte und Messmethoden durch Pulsationen, Druckschwingungen, Kavitationen, Wirbelablösungen im Bereich von Gasdruckregelanlagen oder Strömungsmaschinen (Pumpen, Verdichter, etc.) stellen Gasversorgungsunternehmen oft vor schwer zu bewältigende Probleme. Diese ungewollten Einwirkungen lassen Mengenmessfehler entstehen, die später zu unerwünschten Abrechnungsfehlern führen können.  
**Mehr dazu unter [www.koetter-consulting.com](http://www.koetter-consulting.com)**

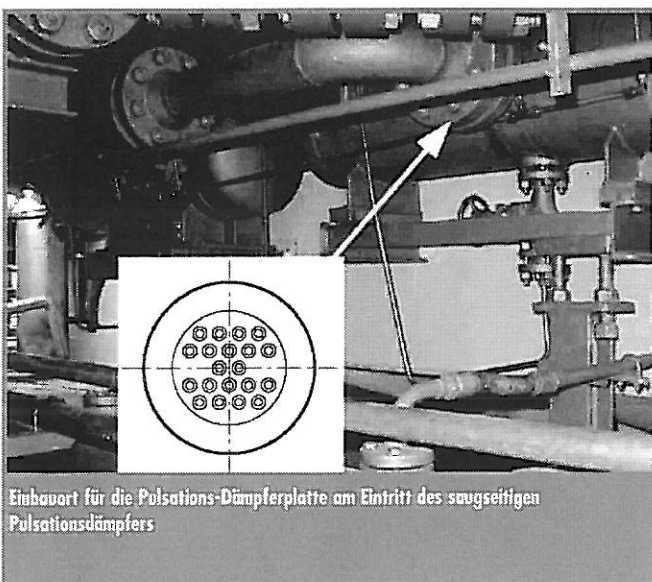


Aufgrund dieser vorgefundenen Zusammenhänge wurden die folgenden Maßnahmen vorgeschlagen und umgesetzt: Zur wirkungsvollen Reduktion der hohen Gaspulsationen in der Zwischenstufe, die durch die beschriebene akustische Resonanz auftraten, wurde eine Pulsations-Dämpferplatte nach dem Kötter-Prinzip installiert. Der für diesen Zweck optimale Einbauort sowie die Auslegung der Pulsations-Dämpferplatte wurde mit Hilfe von akustischen Simulationsrechnungen ermittelt. Zusätzlich wurde eine Aussteifung der Rohrleitungshaltekonstruktion durch massive Rohrleitungsstützen an hierzu geeigneten Positionen vorgenommen. Durch die damit erreichte Verschiebung

der lokalen mechanischen Eigenfrequenzen aus dem Frequenzbereich der anregenden Gaskräfte werden die erzwungenen Betriebschwingungen auf ein zulässiges Niveau abgesenkt.

Nach der Umsetzung der von den Ingenieuren der Firma Kötter Consulting Engineers erarbeiteten Maßnahmen lief die Verdichteranlage ruhig. Der Betreiber ist mit der „sanierten“ Schwingungssituation sehr zufrieden. Bedenken zum Betreiben der Anlage liegen nicht mehr vor.

**Kötter Consulting Engineers**  
Bonifatiusstr. 400 · 48432 Rheine  
Tel.: 05971-9710.65  
Fax: 05971-9710.43  
[steinhausen@koetter-consulting.com](mailto:steinhausen@koetter-consulting.com)



Einbauort für die Pulsations-Dämpferplatte am Eintritt des saugseitigen Pulsationsdämpfers