

Überhöhte Schallemissionen eines Pulsationsbehälters einer Hochdruck-Polymerisationsanlage

Erfolgreiche Sanierung ohne Produktionsunterbrechung

In einer Anlage zur Hochdruck-Polymerisation von Ethen zur Herstellung von Spezialprodukten befindet sich stromauf eines mehrstufigen 6-Zylinder Kolbenkompressors (Antriebsleistung 1 MW, Enddruck 350 bar) u. a. ein Pulsationsbehälter mit zugehörigem Rohrleitungssystem. Bei Betrieb der Verdichteranlage wurden vom Personal überhöhte Lärmimmissionen an einem benachbarten Bedienstand und subjektiv erhöhte Schwingungen im Bereich der Rohrleitungen bemängelt. Schwingungsbedingte Schäden wurden befürchtet. Daraufhin wurde Kötter Beratende Ingenieure Berlin GmbH (KBI) mit einer kurzfristig durchzuführenden schall- und schwingungstechnischen Untersuchung beauftragt. Ziel war es, die Schwingungssituation zu überprüfen und eine, unter Beachtung der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (Lärm-VibrationsArbSchV), zulässige Aufenthaltsdauer über 4 h am Bedienstand nachzuweisen oder mit geeigneten Maßnahmen zu erreichen.

Es zeigte sich, dass bei Betrieb der Anlage und einer täglichen Einwirkzeit von 8 h ein Tages-Lärmexpositionspegel von 99 dB(A) erreicht wurde, siehe Abb. 2 „vor Umbau“. Der untere Auslösewert nach der LärmVibrationsArbSchV von 80 dB(A) wurde um 19 dB überschritten. Die gemessenen Lärmexpositionspegel ergaben rechnerisch eine zulässige tägliche Einwirkzeit (Aufenthaltsdauer von Personen) von weniger als 10 Minuten.

Die Untersuchung (Schwingungen, Druckpulsationen, Schalldrücke, Schallintensitäten [DIN EN ISO 9614-2]) zeigte eine gute Übereinstimmung der gemessenen Frequenzanteile im Luftschall mit theoretisch berechneten Frequenzanteilen akustischer Quermoden in Verbindung mit Eigenformen mechanischer Ringdehnungen der Behälter- und Rohrwandungen (Abb. 1). Angefacht wurden die akustisch relevanten Schalenschwingungen durch breitbandige Verwirbelungen im Gasstrom. Die maßgeblichen Frequenzanteile im Luftschall im Bereich 800 – 4000 Hz (Pegel > 80 dB(A)) wurden folglich über die schwingenden Oberflächen der Behälter- und Rohrwandungen abgestrahlt. Eine indirekte Messung des dynamischen Anteils der Werkstoffspannungen in Behälter- und Rohrwandungen auf Basis einer Schallpegelmessung im Nahfeld ergab zulässige Werte, weit unterhalb des versagenskritischen Bereiches.

Die gemessenen Rohrleitungsschwingungen (Biegeschwingungen) und Pulsationen waren gemäß der anzusetzenden Richtlinie VDI 3842 als zulässig einzustufen. Der schwingungstechnisch sichere Dauerbetrieb der Anlage konnte somit objektiv messtechnisch nachgewiesen werden.

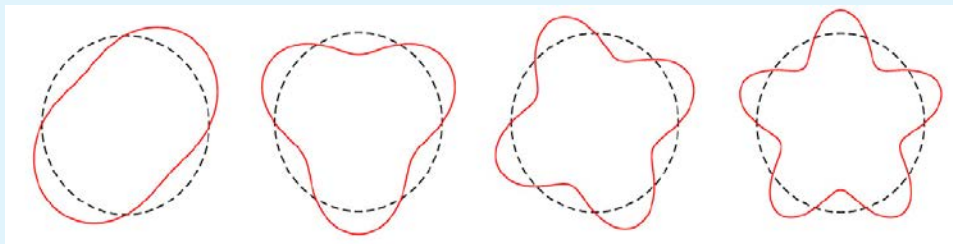
Zur Verlängerung der zulässigen Aufenthaltsdauer der Mitarbeiter am relevanten Immissionsort wurde empfohlen, eine abgestimmte schalldämmende Ummantelung in mehrschaliger Bauweise fachgerecht umzusetzen. Die zu erwartenden Pegelminderungen wurden aus den gemessenen Schallleistungsspektren der Einzelkomponenten und aus der Praxis vorliegender frequenzabhängiger Pegelminderungen abgeschätzt. Rechnerisch ergab sich, bei wirtschaftlich vertretbarem Aufwand, eine Minderung des Immissionspegels zwischen 17 und 20 dB. Die zu ummantelnden Anlagenteile und die technischen Eigenschaften der Ummantelung wurden im Bericht ausgewiesen und durch eine Fachfirma im laufenden Anlagenbetrieb realisiert.

IMMISSIONSSCHUTZ

Nach Umsetzung der empfohlenen Maßnahme wurde eine Abnahmemessung bei vergleichbaren Betriebszuständen durchgeführt. Dabei konnte der messtechnische Nachweis der vorausgerechneten Pegelminderung (vorher: 99 dB(A); nachher 81 dB (A)) erbracht werden. Die zulässige Aufenthaltsdauer nach LärmVibrationsArbSchV wurde damit auf 5 h gesteigert, die Anforderung des Auftraggebers war mehr als erfüllt.

Fazit: Die messtechnische Überprüfung der vom Personal als überhöht eingestuften Rohrleitungsschwingungen ergab keine Überschreitungen der anzusetzenden Richt- und Orientierungswerte. Aus schwingungstechnischer Sicht darf die Anlage ohne Einschränkungen betrieben werden. Die Gegenüberstellung der vor und nach der Umsetzung der Modifikation gemessenen Lärmexposition an einem benachbarten Bedienstand zeigte eine deutliche Verlängerung der zulässigen Aufenthaltsdauer über das Maß der auftraggeberseitig geforderten Mindestaufenthaltsdauer hinaus.

Die Ertüchtigung der Lärmsituation, basierend auf einer gezielten messtechnischen Untersuchung und abgestimmten Auslegung von Maßnahmen durch KBI, konnte im laufenden Betrieb der Anlage ohne außerplanmäßige Stillstände realisiert werden. Die Verdichteranlage wird seitdem zur vollsten Zufriedenheit der Projektpartner betrieben.



Erscheinungsformen der unteren mechanischen Schalenmoden (Ringdehnung) einer Rohrleitung oder eines Behälters

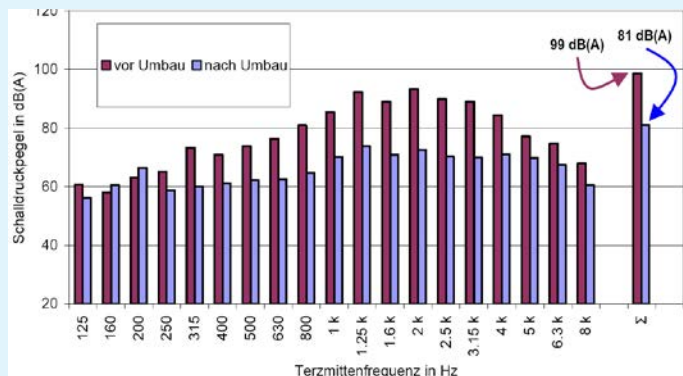


Abbildung 2: Terzbandspektren der A-bewerteten Schalldruckpegel am Immissionsort vor und nach Umsetzung der schalldämmenden Ummantelung



Kontakt:
 Dipl.-Ing. Joachim Holstein
 Telefon: +49 30 526788-23
 j.holstein@koetter-consulting.com