Vibrationen, Lärm und Schäden an einer Abluftanlage durch den Parallelbetrieb von Radialgebläsen

Für eine Produktionsanlage wurde ein Abluftsystem mit drei drehzahlvariablen Radialgebläsen errichtet. Beim Betrieb der Anlage traten unerwünscht hohe Schwingungen am Rohrleitungssystems und den Gebläsen auf, so dass es u. a. zu Rissen an Schweißnähten kam. Zudem wurden hohe Geräuschpegel bemängelt. Um die Ursache dieser Probleme zu ermitteln und effektive Minderungsmaßnahmen planen zu können, wurde eine umfassende schall- und schwingungstechnische Untersuchung durchgeführt.

Das Rohrleitungssystem war so ausgelegt, dass Luft aus verschiedenen Produktionsbereichen abgesaugt wurde. Die Rohrleitungen waren mit einem saugseitigen Sammler verbunden, an den die Gebläse angeschlossen waren. Auf der Druckseite mündeten die Gebläse in einen gemeinsamen Sammler, der die Abluft zur Filteranlage leitete. Ziel der Untersuchung war es, die Ursachen der Schäden und der Lärmentwicklung zu identifizieren und wirksame Lösungen auszuarbeiten.

Messkonzept

Zunächst wurde die Gesamtanlage bei einem Ortstermin inspiziert. Zusammen mit dem Anlagenhersteller wurden die Vorgehensweise, die Lage der Messpunkte und erforderliche Vorbereitungen abgestimmt. Zur Messung der Drucksituation im saug- und druckseitigen Rohrleitungssystem wurden hochempfindliche Drucksensoren vor und hinter jedem Gebläse installiert. Die Drehzahlen der Gebläse erfassten Impulsgeber an den Gebläsewellen. Zusätzlich wurden triaxiale Schwingungssensoren an den Rohrleitungen, Gebläse-Gehäusen sowie an den Lagerstellen der Gebläse angebracht. Die Messdaten wurden mit einem Mehrkanal-Messsystem synchron aufgezeichnet, ergänzt durch Daten aus dem Prozessleitsystem des Betreibers.

Messergebnisse

Die Untersuchung zeigte im Parallelbetrieb aller Gebläse auf der Druckseite des Rohrleitungssystems durchgehend ein höheres Schwingungsniveau als auf der Saugseite. Diese Schwingungen verursachten den hohen Schalldruckpegel.

Zur Ursachenermittlung wurden mehrere Tests durchgeführt. Dazu zählten Messungen der Schwingungs-, Schall- und Druckpulsationen beim Betrieb mit zwei und drei Gebläsen sowie unter veränderten Strömungsbedingungen (z. B. durch Androsseln). Außerdem wurde die Gebläsekennlinie des Herstellers mit den ermittelten Drehzahl- und Volumenstromdaten verglichen. Während des Stillstands der Anlage wurden Eigenfrequenzuntersuchungen an schwingungstechnisch auffälligen Stellen durchgeführt.

Während der messtechnischen Untersuchung zeigte sich im regulären Parallelbetrieb der Gebläse an den druckseitigen Rohrleitungen durchweg ein höheres Schwingungsniveau im Vergleich zum saugseitigen Rohrleitungssystem. Die vibrierenden Gebläsegehäuse führten zusätzlich zu einem erhöhten Schalldruckpegel.

Abb. 1:
Radialgebläse einer industriellen Abluftanlage (Beispiel)

Im Rahmen der Ursachenermittlung wurden verschiedene Versuche durchgeführt. Unter anderem wurden die Schwingungs-, Schall- und Druckpulsationssituation beim Parallelbetrieb mit zwei und drei Gebläsen analysiert. Dabei zeigte sich, dass die Anlage im Betrieb mit zwei Gebläsen deutlich „ruhiger“ war. Änderungen der Gebläsedrehzahl sowie der Strömungsbedingungen (z. B. durch Androsseln) wurden ebenfalls untersucht.

IBW Ingenieurbüro Waning
Schall- und Schwingungstechnik
Reiningstraße 21
48653 Coesfeld
Telefon: +49 2541 9281-900
Fax: +49 2541 9281-909
E-Mail: info@ibwaning.de
Internet: www.ibwaning.de

Ein Vergleich der Gebläsekennlinie mit den ermittelten Drehzahl- und Volumenstromdaten zeigte im Betrieb mit zwei Gebläsen eine gute Übereinstimmung. Im Parallelbetrieb mit drei Gebläsen wichen jedoch Druckerhöhung, Leistungsaufnahme und Volumenstrom erheblich ab.

Diese Abweichungen deuten auf instabile Strömungsbedingungen hin: Schon geringe Druckschwankungen auf der Saugseite verursachten große Volumenstromänderungen, die das Rohrleitungssystem zu Schwingungen anregten. Die Gebläsegehäuse vibrierten dabei zudem in ihren strukturmechanischen Eigenfrequenzen, was die beobachteten Schäden und erhöhten Lärmpegel erklärt.

Darüber hinaus wurde eine Überlagerung der strukturmechanischen Eigenfrequenz der Gebläseunterkonstruktion (f = 20,5 Hz) mit der Gebläsedrehfrequenz festgestellt, die zu einer deutlichen Erhöhung der Lagerbockschwingungen führte (siehe Abb. 2). Die ermittelten Schwingbewegungen wiesen auf eine Verdrehung der Unterkonstruktion hin, wodurch die zulässigen Werte der DIN ISO 10816 überschritten wurden.

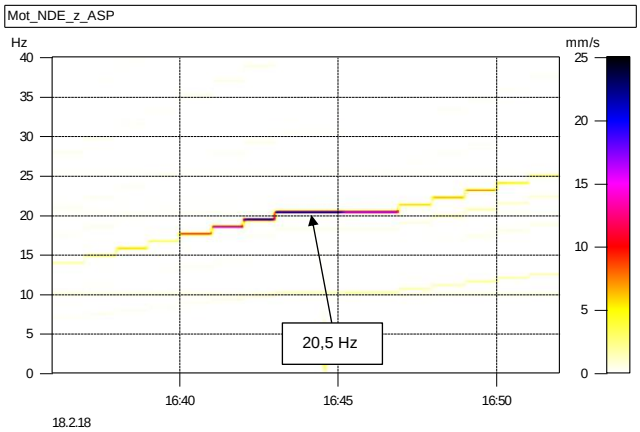

Abb. 2:
Schwingungserhöhung an der Unterkonstruktion der Gebläse aufgrund einer strukturmechanischen Eigenfrequenz

Auf Basis der Untersuchungsergebnisse wurden anschließend prinzipielle Minderungsmaßnahmen zur Verbesserung der bemängelten Schwingungs-, Druckpulsations- und Lärmsituation vorgeschlagen und diskutiert.

Minderungsmaßnahmen

Zur Reduzierung der Schwingungen im Abluftsystem wurde empfohlen, die Gebläse ausschließlich in stabilen Strömungsbereichen zu betreiben. Die dazu vorgeschlagenen Minderungsmaßnahmen sollen Volumenstromschwankungen minimieren, die Schwingungen von Rohrleitungen und Gebläsegehäusen verringern und gleichzeitig die Schallabstrahlung nachhaltig senken. Maßnahmen zur Minderung der Lagerbockschwingungen wurden ebenfalls ausgearbeitet und mit dem Auftraggeber diskutiert. Bis zur Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen sollte der Betrieb der Gebläse auf Drehzahlbereiche beschränkt werden, die außerhalb der Eigenfrequenzen der Unterkonstruktion liegen.

Fazit

Die umgesetzten Maßnahmen führten schnell zur Beseitigung der Probleme. Dieses Projekt verdeutlicht, dass bei Schall-, Schwingungs- und Druckpulsationsproblemen oft mehrere Faktoren zusammenwirken, was die Ursachenanalyse erschwert. Nur eine umfassende messtechnische Untersuchung ermöglicht es, die entscheidenden Mechanismen zu identifizieren und gezielt Gegenmaßnahmen zu entwickeln.

Mit unserer Erfahrung und Kompetenz bieten wir maßgeschneiderte Lösungen für Schall- und Schwingungsprobleme. Von der Analyse bis zur erfolgreichen Umsetzung begleiten wir Sie Schritt für Schritt. Kontaktieren Sie uns, um gemeinsam die optimale Lösung für Ihre Anlagen zu finden.

IBW Schall- und Schwingungstechnik

IBW Ingenieurbüro Waning
Schall- und Schwingungstechnik
Reiningstraße 21
48653 Coesfeld

Tel.: 02541 9281-900
Fax: 02541 9281-909
E-Mail: info@ibwaning.de
Internet: www.ibwaning.de

Messung, Berechnung, Beurteilung und Minderung von Schall und Schwingungen

Maschinendynamik
Maschinendiagnose
Rohrleitungsschwingungen
Druckpulsation
Eigenfrequenz- und Eigenformanalyse
Dynamische und statische Lasten
Torsionsschwingungs- und Drehmomentmessung

Technische Akustik
Konstruktionsakustik
Lärmminderung
Schallmessungen
Lärm und Vibrationen am Arbeitsplatz
Schalldämpferauslegung
Raumakustik

Erschütterungsschutz
Erschütterungsmessung
Erschütterungsprognose
Schwingungsschutz und Fundamentauslegung