

## Mehr als heiße Luft!

Das Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt betreibt am Standort Köln-Porz verschiedene Verdichter, um Windkanäle und Turbinenteststände mit Prozessluft zu versorgen. Ein Großteil dieser Verdichter ist in den 2000ern entstanden. Der derzeit neueste Turboverdichter stammt aus dem Jahr 2008 und die Inbetriebnahme eines weiteren wird noch in diesem Jahr vollzogen. Der Maschinenpark ist durch eine fortwährende Erweiterung und Modernisierung geprägt.

Die neuen Verdichter werden durch einige „Arbeitspferde“ unterstützt und erweitern das Spektrum der DLR-Medienversorgung. Zusätzlich stellen sie eine Redundanz zu den modernen Turboverdichtern dar.

Nach einem Schaden am Elektroantrieb eines dieser „Arbeitspferde“ zu Beginn des Jahres wurde der Motor des Niederdruckverdichters vom Baujahr 1976 instandgesetzt. Nach der Revision und Wiederinbetriebnahme der Anlage wurden erhöhte Schwingungen an den Lagern des Motors und ein kontinuierlicher Ölverlust festgestellt. Zunächst wurden Schwingungsmessungen durch den Revisor vor Ort durchgeführt, um die Ursache zu klären. Dabei wurde festgestellt, dass die dominierende Frequenzkomponente der Schwingung direkt der Drehzahl zugeordnet werden kann. Der Motor wurde demontiert und auf einem Teststand untersucht. Die Maschine konnte hier im unteren Teillastbetrieb gefahren werden und lief ohne Probleme innerhalb der Richtwerte der DIN ISO 10816. Mit dem Motor kehrte auch die unbefriedigende Dynamik zurück in die Anlage.

Daraufhin wurde Kötter Consulting Engineers mit der Klärung der Problematik beauftragt. Da die Vorgeschichte auf einen komplexen Wirkmechanismus schließen ließ, wurde eine umfangreiche messtechnische Untersuchung durchgeführt. Die Lagerschwingungen der Anlage – bestehend aus Antrieb, Planetengetriebe und Radialverdichter – wurden ermittelt. Darüber hinaus wurden die Ausrichtung der Aggregate, die Druckpulsationen im angeschlossenen Rohrleitungssystem und die Wellenschwingungen messtechnisch überwacht. Alle Messgrößen wurden zeitsynchron und mit hoher Auflösung auf eine zentrale Datenerfassung aufgelegt.

Schnell stellte sich heraus, dass hier dringender Handlungsbedarf bestand. An den Lagern des Motors wurde der Richtwert der DIN ISO 10816-3 um den Faktor 2 überschritten. Die dominierende Frequenz war dabei die 1. Ordnung der Motordrehzahl.

Ferner zeigte die messtechnische Untersuchung, dass die Unwucht wesentlich von der Durchwärmung der Anlage abhängig ist.

Bei kalter Maschine wurden die Richtwerte der DIN ISO 10816-3 eingehalten. In der Abbildung 2 links sind für diesen Fall die Phasenlagen der Unwucht Komponenten an den Motorlagern dargestellt. 90 Betriebsminuten später sind die Phasen konstant geblieben, aber der Unwuchtanteil ist signifikant angestiegen.

Noch während der messtechnischen Untersuchung wurde der Antriebsstrang neu gewuchtet. Neben dem Einfluss der Temperatur zeigte sich, dass die Motorlager bei drehender Welle in der Vertikalen eine hohe Mobilität besitzen. Damit ist die Betriebswuchtung keine einfache Aufgabe.

Hinzu kam, dass die Anlage durch die Anlagensteuerung nach einem Lauf für einen vorgegebenen Zeitraum vor Wiederanfahren gesichert wurde, so dass diese Maschine nur „kalt“ gewuchtet werden konnte.

Das Ergebnis ist in der Abbildung 3 dargestellt. Im kalten Zustand liegt der Unwuchtanteil aller Lagerschwingungen am Motor nun unterhalb von 1 mm/s (eff.) und bei warmer Maschine unterhalb von 4 mm/s.

STRÖMUNGSTECHNIK

Diese Verbesserung in der Auswuchtung macht sich natürlich im Schwingungsverhalten der Anlage bemerkbar. Abbildung 4 zeigt den Ursprungszustand und den Endzustand im direkten Vergleich.

Der Verdichterstrang kann nun bedenkenlos innerhalb der Richtwerte betrieben werden und das mit einem positiven Nebeneffekt: Die Motorlager verlieren kein Öl mehr!

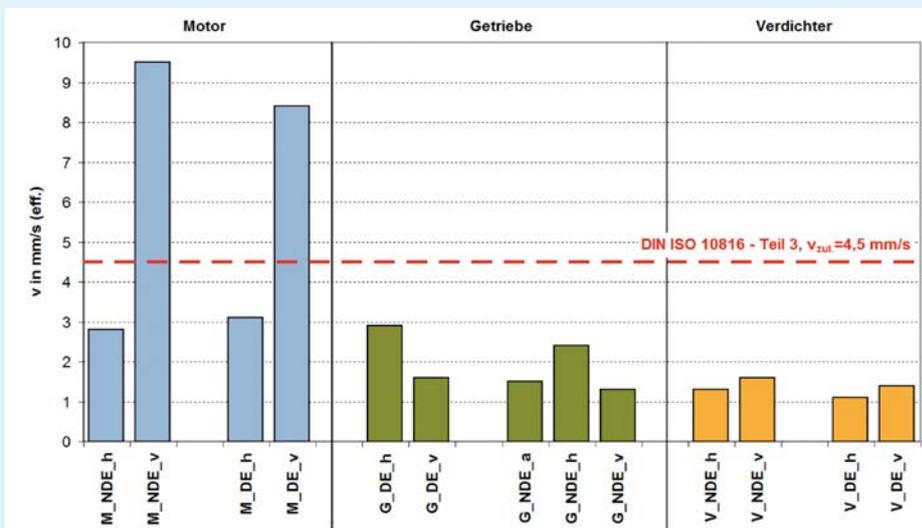


Abbildung 1: Bewertung der Lagerschwingungen der Verdichteranlage

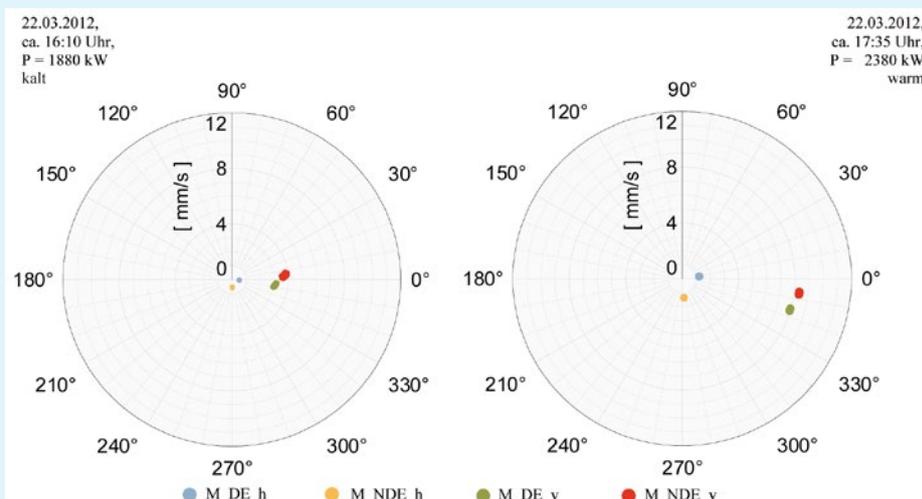


Abbildung 2: Phase und Amplitude der Unwucht Komponente der Lagerschwingungen am Antriebsmotor bei kalter (links) und warmer Maschine (rechts)

STRÖMUNGSTECHNIK

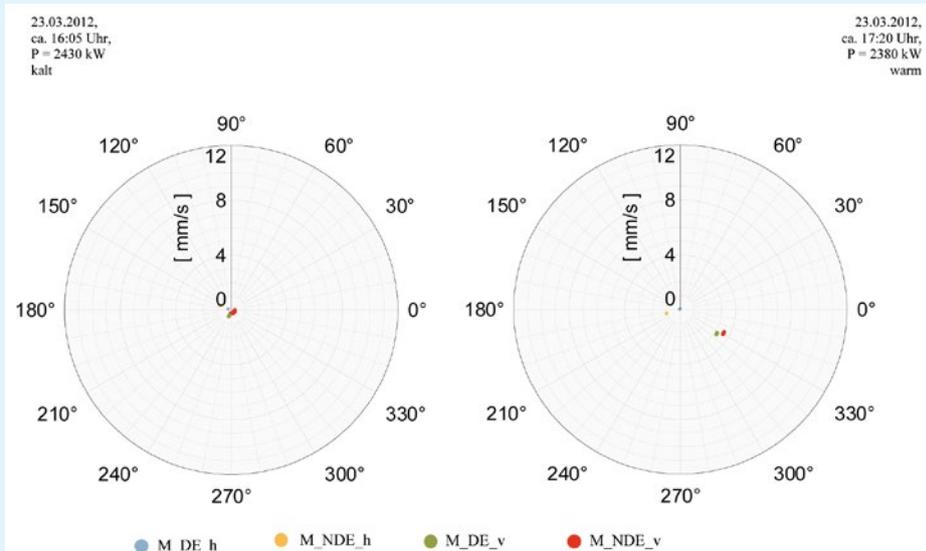


Abbildung 3: Phase und Amplitude der Unwuchtkomponente der Lagerschwingungen am Antriebsmotor nach durchgeführter Betriebswuchtung bei kalter (links) und warmer Maschine (rechts)

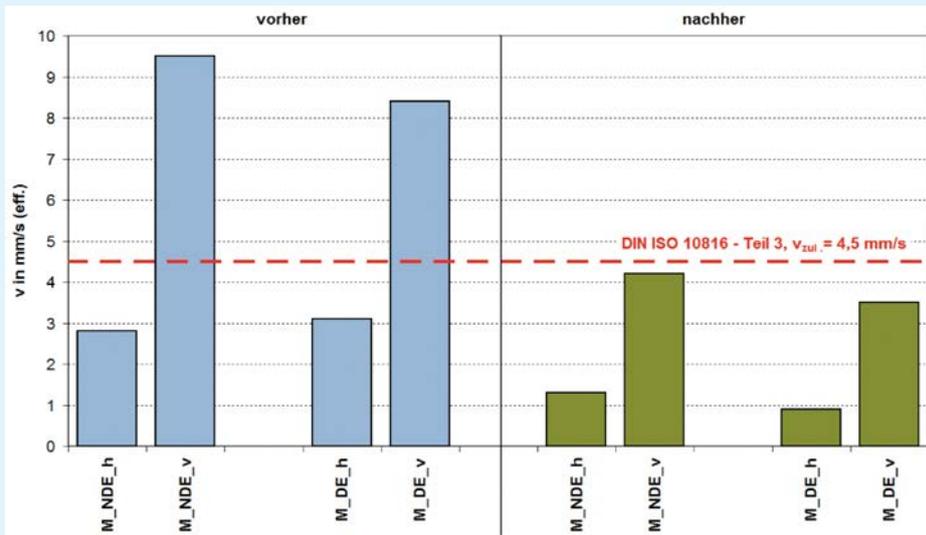


Abbildung 4: Vergleich und Bewertung der Lagerbockschwingungen des Motors vor und nach der Betriebswuchtung



**Kontakt:**

Dr.-Ing. Christian Jansen  
 Telefon: +49 5971 9710-30  
 c.jansen@koetter-consulting.com