



**Brüel & Kjær Vibro**



## **Anwendungsbeispiel**

**Überwachungsstrategie –  
Schutz und grundlegende  
Zustandsüberwachung von  
Kolbenkompressoren**



## Anwendungsbeispiel

# Überwachungsstrategie – Schutz und grundlegende Zustandsüberwachung von Kolbenkompressoren

### ZUSAMMENFASSUNG

*Kolbenkompressoren unterliegen wesentlich höheren Kosten aufgrund von Ausfallzeiten und Wartung als vergleichbare Radialverdichter, werden aber oftmals weniger überwacht. Eine einfache und zuverlässige Überwachungsstrategie für API-618-Kompressoren wird in diesem Anwendungshinweis beschrieben. Die Technik ist bei den meisten Arten von Kolbenkompressoren für die Früherkennung von Fehlern und deren Schutz ausreichend, so dass die Kosten aufgrund von Ausfallzeiten und Wartung effektiv reduziert und gleichzeitig Totalausfälle vermieden werden können.*

### Anwendung

Die in diesem Anwendungshinweis beschriebene Überwachungslösung wurde speziell für bestehende Anwendungen mit Kolbenkompressoren entwickelt, bei denen nur eine minimale Ausfallzeit für die Installation von Sensoren erlaubt ist. Diese Überwachungslösung kann für vielfältige Anwendungen mit Kolbenkompressoren mit Kolbendichtung und Labyrinthdichtung wie z.B. in Raffinerien, Gasaufbereitungsanlagen, Polyolefinanlagen etc. eingesetzt werden. Viele dieser Kompressoren werden in einer explosionsfähigen Atmosphäre betrieben und benötigen daher ein ATEX-konformes Schutzsystem, wie es in diesem Anwendungshinweis beschrieben ist. Wasserstoffkompressoren, zum Beispiel, sollten nicht ohne ein solches Schutzsystem betrieben werden.

### Überwachungsbedarf

In nahezu allen Anwendungen in der Petrochemie sind Kolbenkompressoren entscheidend für den Prozess, werden aber nicht geschont, so dass ein Ausfall sehr kostenintensiv sein kann.



Abbildung 1 Kolbenkompressoren spielen in der petrochemischen Industrie eine entscheidende Rolle.

Studien haben ergeben, dass die meisten Ausfälle und die erforderliche Wartung in Zusammenhang mit Kolbenkompressoren durch Fehler in den Zylindern verursacht werden. Dazu zählen Schäden aufgrund von Flüssigkeitseintritt, Tragringe, Kolbenbolzen, undichte Dichtungen, Ventildefekte, beschädigte Kolbenringe und defekte Kolbenstangen. Ventilprobleme zählen zu den häufigsten Ursachen für Ausfälle aufgrund von Fehlern.

Bei Anwendungen mit kondensierbaren Kohlenwasserstoffen kann das Verunreinigungen und

Ventilprobleme verursachen. Aufgrund der vielen involvierten Chemikalien wie zum Beispiel Ammonium und Wasserstoffsulfid kann es auch zu Korrosion kommen. Wenn die so genannten Knock-out-Drums, Filter und Siebe beschädigt sind, kann es zum Eindringen von Flüssigkeiten und Feststoffen in den Kompressor und damit zu Beschädigungen kommen.

Bei Wasserstoffanwendungen (z.B. Wasserstoffrecyclingkompressoren in einem katalytischen Reformier oder in der Katalysatorregeneration) kann das Eindringen von Flüssigkeiten zu Totalausfällen durch Explosion führen.



## Überwachungsstrategie

Kolbenkompressoren unterliegen größeren Wartungsproblemen als rotierende Maschinen, zählen aber zu den kritischen Maschinen einer Anlage, die am wenigsten überwacht werden.

Einige Kolbenkompressoren werden mit veralteter Überwachungstechnologie überwacht, die weder genau noch zuverlässig ist. Andere Systeme sind überholt, und die Ersatzteilbeschaffung kann sich schwierig gestalten. In jedem Fall sollten derartige Systeme schnellstmöglich ausgetauscht werden.

Viele Fehler bei Kolbenkompressoren entwickeln sich aufgrund des stetigen Abnutzungsprozesses der Bauteile (Tragringe, Gleitschuhe, Ventile etc.) nur langsam. Aus diesem Grund meinen einige Anwender, dass der Einsatz von tragbaren Geräten zur Datensammlung ausreichend ist. Jedoch ist das nicht für alle Anwendungen eine akzeptable Strategie. Fehler, die sich schnell entwickeln, können so nicht rechtzeitig erkannt werden, um Totalausfälle wie zum Beispiel durch das Eindringen von Feststoffen/Flüssigkeit oder aufgrund von Bauteilversagen, zu vermeiden.

Für eine frühzeitige, automatische Fehlererkennungsüberwachung und zum Schutz der gängigsten Fehler ist eine grundlegende Überwachungsstrategie erforderlich. Eine derartige Überwachungslösung ist sehr einfach und doch robust und kann mit der Installation von nur wenigen Sensoren umgesetzt werden. Für eine komplettere automatische Überwachungsstrategie können zusätzliche Sensoren installiert werden (siehe Kapitel über erweiterte Überwachung). Dies ist jedoch auf spezielle Anwendungen beschränkt und ist eher die Ausnahme als die Norm.

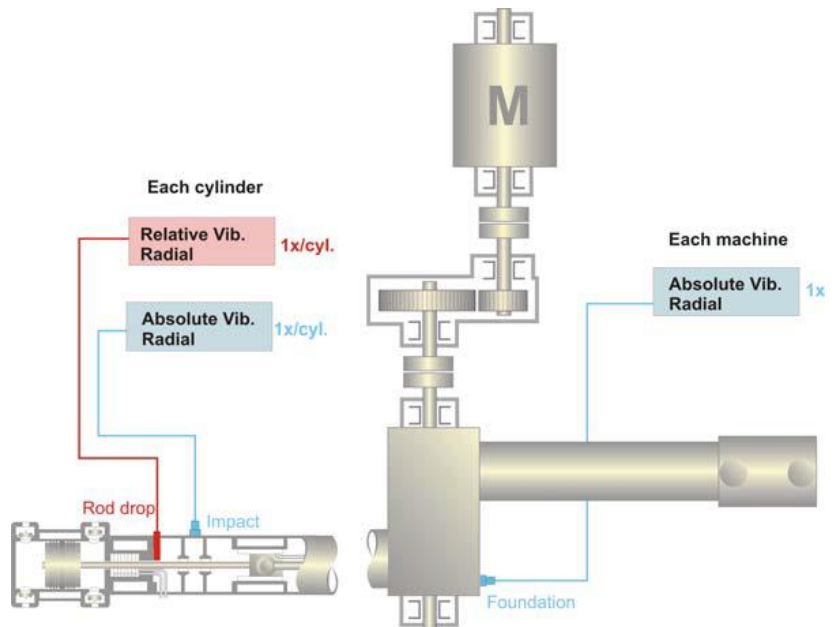


Abbildung 2 Schutz und Überwachung der Rahmenbedingungen  
Die Vibrationsmessungen sind als relative Vibrationswegaufnahme (rot) und absolute seismische Vibrationsensoren (blau) angegeben.

Es können auch spezielle Diagnose- und Analysetools für die Nachbearbeitung von erkannten Fehlern hinzugefügt werden. Jedoch ist hierbei Vorsicht geboten, da diese Tools nur für die anschließende Analyse geeignet sind und nicht die Zeit für die automatische Fehlererkennung reduzieren. Für die Interpretation dieser Tools benötigt man sehr viel Fachwissen. Daher werden sie vom Endverbraucher nur sehr unregelmäßig oder nicht immer korrekt verwendet, was zu falschen Prognosen führt.

## Überwachungslösung

Die in Abbildung 2 gezeigte Maschinenkonfiguration ist in erster Linie Schutz mit der grundlegenden Zustandsüberwachung von Kolbenkompressoren. Hier können zahlreiche Fehler rechtzeitig erkannt (d.h. Basisüberwachung überwacht) und auf einem Windows-Rechner im Kontrollraum angezeigt werden. Bei

dieser Lösung benötigt man keine Datenbank zur Speicherung und Trenddarstellung von Daten.

Wenn die Warngrenze überschritten ist, hat man normalerweise noch ausreichend Zeit zum Planen der Wartungsarbeiten. Wenn die Gefahrengrenze überschritten ist, wird über ein Relais eine dringende Warnung vor unverzüglichem Ausfall herausgegeben (d.h. im Falle eines Rod-Drop Sensors) oder aber ein Aufruf, die Maschine abzustellen, um einen Totalausfall zu vermeiden (d.h. im Falle eines Gehäusesensors oder Stoßsensors). Das Relais kann ferngesteuert wieder zurückgesetzt werden.

Die in Tabelle 1 gezeigten Messtechniken dienen der automatischen Früherkennung von sich entwickelnden Fehlern. Die in Abbildung 3 und 4 gezeigte Konfiguration gilt für explosionsfähige Atmosphären.



Messpunkt	Signal	Messungen	Erkennbare Fehler	Überwachung
<b>Kolbenstangenablenkung (Rod-Drop)</b>	Relative Radialvibration	DS-105x	Radialversatz der Tragringe mit geometrischem Faktor berechnet	Zustand (ohne Abschaltung)
<b>Impact</b>	Absolute Radialvibration	ASA-68/100/1	<b>Bandpass</b> (Beschleunigung)	Schutz
<b>Gehäuse</b>	Absolute Radialvibration	ASA-68/10/1	<b>Bandpass</b> (Geschwindigkeit)	Schutz

Tabelle 1 Sensoren und Messungen des Schutzsystems A: Der Rod-Drop Sensor ist innen an der Stopfbuchse auf einer Halterung montiert, die mit dem Zylinderkopflansch verbunden ist (siehe Abbildung 4). B: Den Rod-Drop kann man auch über ein ausgelöstes Signal an 1 oder 2 Messpunkten überwachen. Dafür benötigt man einen Phasen-/Referenzsensor.

### Zusätzlicher Schutz

Es ist auch möglich, den Antriebsstrang des Kolbenkompressors (d.h. Motor, Getriebe, Kupplung und Kurbelwellengehäuse) zum Schutz zu beobachten. Das kann optional die relative X-Y-Vibration der Hauptlager beinhalten sowie PT100-Sensoren für die Temperaturen des Hauptlagers (es wird zusätzlich Zeit für die Installation dieser Sensoren benötigt), Beschleunigungssensoren für Getriebevibrationen, X-Y-Fundamentalsensorkonfiguration und Axialsensor für die Axialposition des Axiallagers.

Die in Abbildung 2 gezeigte Überwachungsstrategie kann auch problemlos erweitert werden, um weitere Schutzfunktionen auf den Zylindern selbst wie zum Beispiel die Temperatur des Kreuzkopfschuhs, Leckagefluss und Ventilttemperaturen zu überwachen. Außerdem kann ein Phasen-/Referenzsensor zur Messung des Rod-Drops in Torschaltung angebracht werden.

### Erweiterung der Zustandsüberwachung für das Schutzsystem

Die zuvor beschriebene grundlegende Zustandsüberwachungslösung reicht für die Früherkennung von Fehlern in vielen Kolbenkompressoranwendungen aus. Für bestimmte Anwendungen ist jedoch eine umfangreichere Zustandsüberwachungsstrategie erforderlich, die Funktionen zur Fehlerfrüherkennung, Trenddarstellung, Diagnose und Analyse umfasst.

Das VC-6000-Überwachungssystem kann zu einem Compass-6000-Überwachungssystem ausgebaut werden, indem man einen Diagnose PC mit der Analysesoftware 3160 und eine Datenbank zur Datenspeicherung hinzufügt.



Abbildung 3 Typische Position eines Beschleunigungssensors für die Überwachung von Stoß- und Gehäusevibrationen Installation innerhalb kürzester Zeit

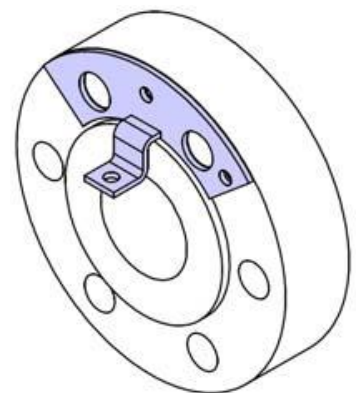


Abbildung 4 Typische Klammer für den Rod-Drop Sensor zur Montage auf den Stopfbuchsenflansch. Installation innerhalb kürzester Zeit.

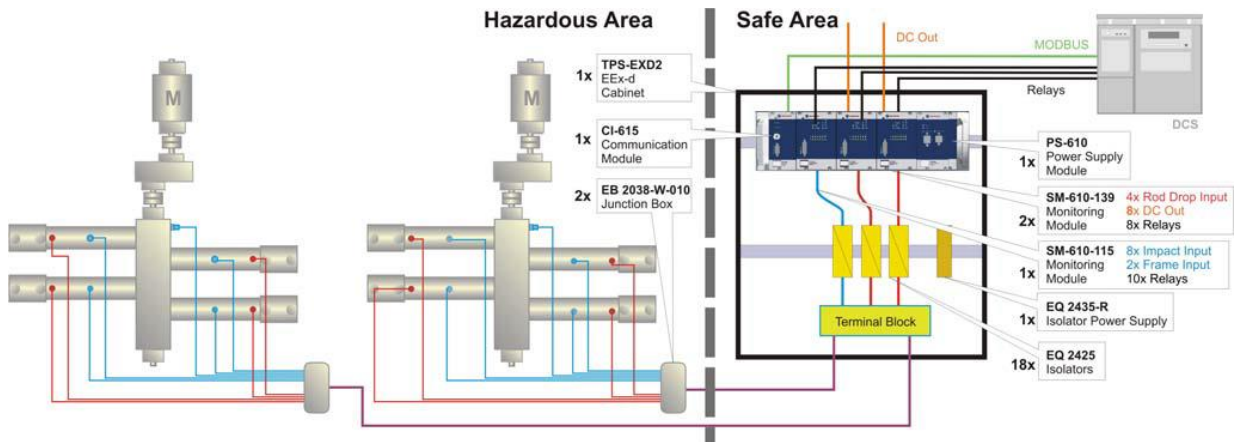


Abbildung 5 Typische Konfiguration eines Überwachungssystems für Kolbenkompressoren. Eine lokale Anzeige kann optional im EEx-D-Schrank eingebaut werden.

Die ursprüngliche Systemkonfiguration des VC-6000 in Abbildung 2 muss nicht geändert werden, solange nicht mehr Daten überwacht werden müssen. Zusätzlich Daten sind unter anderem:

- Auslassgastemperatur
- Sauggastemperatur
- Dynamischer Zylinderdruck
- Ummantelungswasser, Druck und Temperatur
- Schmieröl, Druck und Temperatur
- Ventiltemperatur
- Verpackungstemperatur
- Leckagegastemperatur
- Lagertemperatur
- Massendurchfluss
- Motorstrom
- Phasenreferenzsensor (Tacho)
- Pleuelumkehrung

**Brüel & Kjær Vibro GmbH**  
Leydheckerstrasse 10  
64293 Darmstadt - Deutschland  
Telefon: +49 (0) 6151 428 0  
Fax: +49 (0) 6151 428 1000  
info@bkvibro.com  
[www.bkvibro.com](http://www.bkvibro.com)

BAN 0029-DE-12  
Autor: Mike Hastings  
Datum: 14.10.2014