



Brüel & Kjær Vibro



Anwendungsbeispiel

**Fallstudie – Früherkennung
einzigartiger Pumpenlager-
schäden in einer großen
US-Raffinerie**



Anwendungsbeispiel

Fallstudie – Früherkennung einzigartiger Pumpenlagerschäden in einer großen US-Raffinerie

Eine große US-amerikanische Raffinerie hatte das SETPOINT[®]-Maschinenschutzsystem von Brüel & Kjær Vibro für die Schutzüberwachung mehrerer betriebskritischer Pumpen erworben, da andere verfügbare Online-Systeme keine hinreichenden Überwachungsmöglichkeiten boten. Die Raffinerie nutzte einen Datensammler mit einem speziellen, äußerst effektiven Algorithmus für die Früherkennung von Wälzlagerschäden und hatte Brüel & Kjær Vibro gebeten, einen praktisch identischen Algorithmus in das SETPOINT[®]-System zu integrieren. Die Zeit drängte, da der Fehlverlauf innerhalb von sechs Stunden ein Lagerversagen zur Folge haben konnte, was bereits zuvor zur Freisetzung von flüchtigem Kohlenwasserstoff geführt und folgenschwere Brände verursacht hatte.

Aus diesem Grund war anstelle eines Offline-Ansatzes eine kontinuierliche Online-Überwachung erforderlich. Brüel & Kjær Vibro implementierte die neue Funktion innerhalb eines Monats in das SETPOINT[®]-System, das nur mithilfe der Firmware schnell an die Anforderungen des Kunden angepasst werden konnte. Hardwareänderungen waren nicht erforderlich. Das System hat sich bereits in der Praxis bewährt. Nachstehend wird die kundenspezifische Implementierung für die Früherkennung spezieller Fehlermodi anhand von zwei Fallstudien veranschaulicht.

Hightech-Raffinerie

Die Raffinerie mit Sitz in den USA verarbeitet täglich fast 250.000 Barrel Rohöl für die Herstellung von Kraftstoff und Schmierölen.

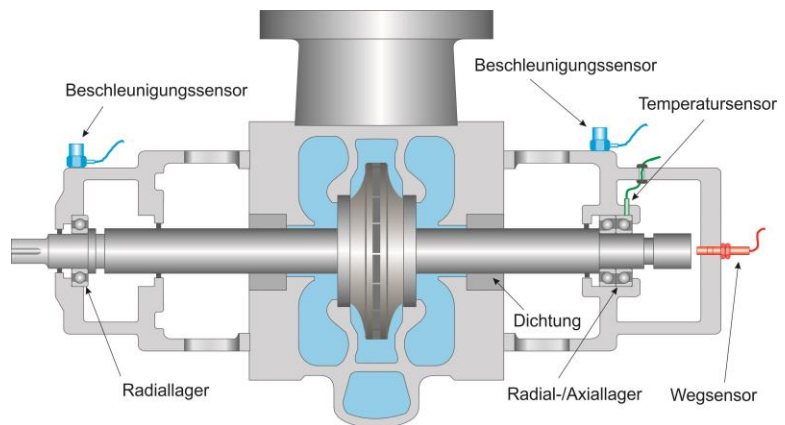


Abb. 1: Position der von SETPOINT[®] überwachten Sensoren an der Lösungsmittel-Druckerhöhungspumpe

Da Kraftstoff ein wichtiges Raffinerieprodukt ist und nur aus 40 % des Rohöls gewonnen werden kann, verwendet man einen katalytischen Fließbett- und einen Hydro-Cracker zur Maximierung der Kraftstoffproduktion.

Die Produktion wird ferner durch den Einsatz einer Lösungsmittel-Deasphaltierungseinheit (SDA) gesteigert, in der schwere Rückstände aus der Vakuumdestillation zu entasphaltiertem Öl aufbereitet werden. Das Öl wird anschließend hydriert und als Ausgangsmaterial im katalytischen Wirbelschicht-Cracker genutzt.

Dank des Einsatzes sauberer Kraftstofftechnologie und eines einzigartigen katalytischen Schmieröl-Entparaffinierungsverfahrens erfüllen die Erdölzeugnisse der Raffinerie darüber hinaus höchste Qualitätsnormen.

Ergänzend zum Einsatz sauberer Kraftstofftechnologie arbeitet die Raffinerie an einem laufenden Modernisierungsprojekt, das die Effizienz und Zuverlässigkeit des Werks steigern und zugleich der Erfüllung zukünftiger strenger Umweltauflagen Rechnung tragen soll.

Fehleranfällige Pumpen

Die in dieser Fallstudie beschriebene Maschine ist eine Lösungsmittel-Druckerhöhungspumpe, die das Extraktionslösungsmittel unter Hochdruck in den Mischer/Asphaltenabscheider der SDA-Einheit pumpt. Es werden drei API 610 BB2-Pumpen verwendet, die rund um die Uhr einsatzbereit sein müssen. Fällt eine Pumpe aus, gibt es keinen Ersatz. Bei den Pumpen waren im Lauf der Jahre verschiedene Lager- und Dichtungsschäden aufgetreten.



Kommt es beispielsweise aufgrund eines Lagerversagens zu Dichtungslecks, werden flüchtige Kohlenwasserstoffe freigesetzt, die sich beim Kontakt mit dem heißen Lagergehäuse oder einer heißen Dichtungsfläche entzünden und Brände verursachen können. Dies war in der Vergangenheit mehrfach der Fall. Bisherige Versuche zur Überwachung dieser Pumpen waren gescheitert, weshalb sich die Raffinerie letztlich für die SETPOINT®-Maschinenschutzeinheit entschieden hatte.

Einzigartige Überwachungsstrategie

Zuvor waren sämtliche Pumpen nur mit einem tragbaren Schwingungsmessgerät wöchentlich kontrolliert worden. Dies wurde als ausreichend erachtet, da die Vorlaufzeit von der Erkennung eines Lagerfehlers bis zum Lagerversagen in der Regel sechs Monate betrug. Da sie zu diesem Zeitpunkt in einigen Fällen aber kürzer war, hatte man sich entschieden, ein drahtloses System mit einem 30-minütigen Überwachungsintervall zu installieren und die tragbaren Schwingungsmessgeräte weiterhin zu verwenden.

Das drahtlose System war ein reines Zustandsüberwachungssystem, das bei der Entdeckung typischer Lagerfehler zwar gute Dienste leistete, im Hinblick auf die neuerdings auftretenden Lagerfehler, die sich sehr rasch entwickelten, aber unwirksam war. Die Pumpenlager versagten ohne Vorwarnung, was häufig zu Bränden führte.

Das tragbare Schwingungsmessgerät nutzte ein besonderes Messverfahren, dass diese außergewöhnlichen Fehler allerdings nur mit sechsständiger Vorlaufzeit erkennen konnte und sich daher als unzweckmäßig erwiesen hatte.

Um reguläre Lagerfehler mit sechsmonatiger Progression von jenen mit sechsständiger Fehlerentwicklung unterscheiden zu können, hatte man einen Temperatursensor installiert. Aber auch diese Überwachungskonfiguration enthielt keine Maschinenschutzkomponente. Benötigt wurde eine Schutzüberwachungslösung, die eine zuverlässige Erkennung ermöglichte, zwischen Lagerfehlern mit langsamer und schneller Progression unterscheiden und die Pumpe – wie in Fallstudie 1 beschrieben – rechtzeitig herunterfahren konnte.

Das SETPOINT®-Schutzüberwachungssystem für die Lösungsmittel-Druckerhöhungspumpen ist mit der Lagerfehler-Früherkennungsfunktion des tragbaren Schwingungsmessgeräts ausgestattet. Es kann die Pumpen außerdem bei Lager-schwingungen und hohen Lagertemperaturen per Relaislogik herunterfahren.

Die Sensorkonfiguration besteht aus zwei Beschleunigungssensoren, die radial am angetriebenen und am nicht angetriebenen Ende der Lagergehäuse montiert sind, wie in Abb. 1 dargestellt. Am nicht angetriebenen Ende (Axiallager) wurde ein Wegsensor durch das Lagergehäuse geführt, der den Axialversatz der Welle misst. Diese ungewöhnliche Konfiguration basiert auf der Annahme, dass bei einer Verschlimmerung des Axiallagerfehlers bzw. bei einer Verschiebung entlang der Welle eine axiale Bewegung auftritt, die der Sensor messen kann. Dies ist in Fallstudie 2 beschrieben. In einem solchen Fall ist ein schnelles Herunterfahren der Pumpe unerlässlich, nicht nur wegen des fortgeschrittenen Fehlerstadiums des Lagers oder der Welle, sondern auch, weil diese axiale Bewegung ein Dichtungsleck und somit katastrophale Brände verursachen kann.

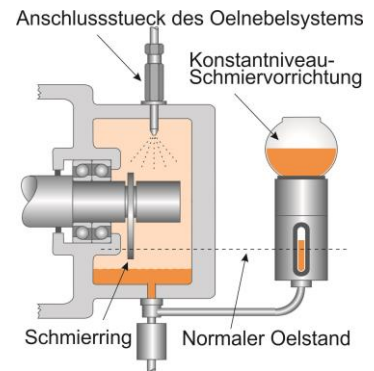


Abb. 2: Fallstudie 1: Unzureichende Schmierung aufgrund von Ölnebel-Überdruck. Der Ölstand sinkt unter den Schmierring, sodass keine Schmierung erfolgt. Das Schauglas zeigt aufgrund des starken Ölnebel-Überdrucks aber noch einen ausreichenden Füllstand an.

Fallstudie 1: Schmierölverlust an der Pumpe

Nach mehreren Lagerversagen der Lösungsmittel-Druckerhöhungspumpe, von denen einige zu Bränden geführt hatten, wurde Schmiermittelverlust als Ursache bestimmt. Bei einem typischen Lagerfehler vergehen von der Fehlererkennung bis zum Lagerversagen generell sechs Monate. Infolge des Schmierölverlustes versagte das Lager aber bereits nach sechs Stunden. Die zugrunde liegende Ursache war jedoch unbekannt. Eine nachfolgende Untersuchung ergab, dass der Schmierölmangel auf die Ölnebel-schmierung zurückzuführen war. Die Lager werden über einen Schmierring geschmiert, siehe Abb. 2. Der Ölnebel wird mit einem Druck, der etwas höher ist als der Umgebungsdruck, in das Lagergehäuse gespritzt. Er dient zur Spülung und verhindert, dass Verunreinigungen in das Lagergehäuse gelangen.



In diesem Szenario reichte der Ölnebel zur Schmierung der Lager jedoch nicht aus. Infolge eines Installationsfehlers war bei Wartungsarbeiten ein falsches Anschlussstück am Lagergehäuse installiert worden. Dadurch gelangte der Ölnebel mit ungewöhnlich hohem Druck in das Lagergehäuse, was dazu führte, dass der Ölstand im Lagergehäuse unter den Schmierring sank und im Schauglas der Konstantniveau-Schmiervorrichtung ein falscher Füllstand angezeigt wurde. Da das Öl keinen Kontakt zum Schmierring hatte, war ein Schmiermittelverlust am Lager die Folge. Nachdem die Ursache bestimmt worden war, hatte man das passende Anschlussstück installiert und das Problem dadurch gelöst.

Das alte Condition-Monitoring-System wurde als Folgemaßnahme durch das SETPOINT®-Maschinenschutzsystem ersetzt. Das Lagerfehler-Früherkennungsverfahren des tragbaren Schwingungsmessgeräts wurde für eine kontinuierliche Schutzüberwachung in das System integriert. Dieses Überwachungsverfahren, das bis dato nicht für Online-Systeme erhältlich war, wurde über die Relaislogik mit der Messung der Lagertemperatur verknüpft. Auf diese Weise kann das SETPOINT®-System die Pumpe schnell herunterfahren, bevor sie Schaden nimmt oder ein Brand ausgelöst wird.

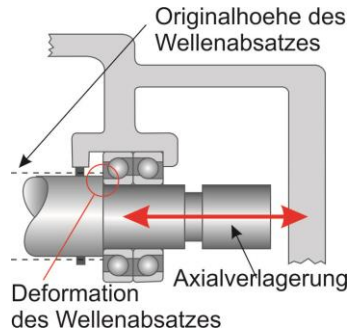


Abb. 3: Fallstudie 2: Durch den Einbau einer Welle mit zu geringem Wellenabsatz verformte sich der Wellenabsatz durch die Schubbelastung, was zu einem Axialversatz der Welle führte.

Fallstudie 2: Axialversatz des Pumpenlagers

Bei einer vorherigen groß angelegten Generalüberholung einer Lösungsmittel-Druckerhöhungspumpe war eine beschädigte Welle nicht repariert, sondern durch eine neu gefräste ersetzt worden, die aber nicht vollständig den Spezifikationen entsprach: Der Außendurchmesser der Wellenlagerschulter war unterdimensioniert. Nach mehrmonatigem Betrieb löste das neu installierte SETPOINT®-Maschinenschutzsystem einen Axialerschwingungsalarm aus.

Zuerst ging man von einem Fehlalarm aus. Nach der Demontage und der Inspektion der Pumpe stellte sich jedoch schnell heraus, dass der Wellenabsatz, an der das Radial-/Axialtraglager anliegt, beschädigt war, wie in Abb. 3 dargestellt.

Später fand man heraus, dass dies auf die Schubbelastung in der Pumpe zurückzuführen war, die das Lager gegen den zu geringen Wellenabsatz drückte und diese verformte, was wiederum zur axialen Bewegung des Lagers entlang der Welle führte. In diesem Fall waren weder Schmierölverlust noch ein defektes Lager, sondern eine Verformung des Wellenabsatzes die Ursache. Eine ungehinderte Bewegung der Pumpenwelle in Axialrichtung kann selbst bei einem kleinen Versatz die mechanischen Dichtungen belasten und zu Dichtungslecks führen. Bei einem Leck in dieser speziellen Pumpe kann sich der Ölnebel entzünden und einen folgenschweren Brand verursachen.

Bei nachfolgenden Servicearbeiten wurde eine korrekt dimensionierte Welle installiert und somit eine ungewollte axiale Bewegung der Welle vermieden.

Vorteile der Früherkennung

Die Lösungsmittel-Druckerhöhungspumpen warfen zwei besondere Schutzüberwachungsprobleme auf, denen das alte Condition-Monitoring-System nicht gerecht wurde. Eine Früherkennung von Lagerfehlern ist bei diesen und vielen weiteren Raffinerie-Pumpen unerlässlich, da der Radial- oder Axialversatz eines beschädigten Lagers zu frühzeitigen Dichtungslecks führen kann, die aufgrund der Brandgefahr nicht toleriert werden können.

In der ersten Fallstudie hatte man sich für das SETPOINT®-System entschieden, da eine Anpassung an die Anwendungserfordernisse allein durch eine Firmwareänderung erreicht werden konnte.



In der zweiten Fallstudie hatte sich das SETPOINT®-System in Bezug auf die Vermeidung von Dichtungslecks bewährt, die durch eine unvorhergesehene axiale Bewegung der Welle entstanden. Dies wurde mithilfe eines Wegsensors erreicht, über den das Vorgängersystem nicht verfügte. Das SETPOINT®-System ist auf die Früherkennung von Fehlern aller Art ausgelegt, zu denen neben typischem Lagerverschleiß auch Installations- und Wartungsfehler zählen.

Das System hat sich bereits im ersten Installationsjahr bezahlt gemacht. Die Raffinerie ist mit den Ergebnissen zufrieden und erwägt, die SETPOINT®-Überwachungsstrategie für andere Pumpen einzusetzen, um die Zuverlässigkeit der Anlage zu erhöhen, die Wartungs- und Lebenszykluskosten der Pumpen zu senken, die Maschinenverfügbarkeit zu steigern und das Risiko kostspieliger Brände zu minimieren.

Brüel & Kjær Vibro GmbH
Leydheckerstrasse 10 64293
Darmstadt – Deutschland
Tel.: +49 (0) 6151 428 0
Fax: +49 (0) 6151 428 1000
info@bkvibro.com
www.bkvibro.com

BAN 0081-DE-11
Autor: Mike Hastings
Datum: 30.1.2018