

Schadensbegrenzung

Instandhaltung planbar machen - Verfügbarkeit erhöhen

Rotierende Maschinen wie Pumpen, Verdichter, Motoren, Getriebe oder Stehlager unterliegen Schädigungseinflüssen. Die Häufigkeit der Schädigungen kann zwar mit zunehmender Material- und Fertigungsqualität reduziert werden, aber absolut vermeiden kann man Störungen nicht. Deshalb müssen wir mit Schäden leben und versuchen, die Schadensfolgen auf ein erschwingliches Maß zu reduzieren.

Materielle Verluste entstehen aus

- der Zerstörung des primär geschädigten Bauteils (beispielsweise das Wälzlager einer Pumpe),
- Folgeschäden (beispielsweise am Pumpenläufer und -gehäuse infolge Wellenverlagerung),
- notwendigen Instandsetzungstätigkeiten (Monteurstunden, Reisezeiten, Aufwendungen für die Instandsetzungslogistik usw.),
- dem Produktionsausfall.

Die Schadensfolgen sind um so komplexer, je später ein Schaden entdeckt wird. In aller Regel ist dann auch der Instandsetzungsumfang so groß, daß ein längerer Produktionsausfall entsteht.

Wie aber entdeckt man Schäden so früh wie möglich?

Insbesondere Ermüdungsschäden an Wälzlagern - deren häufigste Ausfallursache - entwickeln sich meist sehr langsam. So ist es keine Seltenheit, daß man die Entwicklung eines Wälzlagerschadens über mehr als 12 Monate verfolgt hat, bevor sich die Gelegenheit für eine Erneuerung ergab. Voraussetzung ist aber, daß man über Diagnosemöglichkeiten verfügt, die das ermöglichen.

Bereits minimale, mit dem Auge noch nicht sichtbare Laufbahnoberflächenschäden führen zur Ausprägung von sehr energiearmen Stoßimpulsfolgen mit kurzer zeitlicher Ausdehnung, aber beträchtlicher Amplitude. Diese Stoßimpulse besitzen eine Eigenschaft, die sich für die Maschinendiagnose ausnutzen läßt. Sie versetzen nämlich die in ihrer Umgebung befindliche schwingfähige Struktur Maschine in Schwingung mit deren Eigenfrequenzen. Zur Veranschaulichung stelle man sich vor, daß



eine Glocke zweimal pro Sekunde mit dem Klöppel angeschlagen wird. Die Glocke schwingt dann nicht etwa mit 2 Hertz (diese Frequenz könnten wir auch gar nicht hören), sondern mit ihrer Eigenfrequenz bzw. mit ihren Eigenfrequenzen.

Die angeregten Schwingungen werden als Welle in der Maschine fortgeleitet und sind an der Maschinenoberfläche meßbar. Im Gegensatz zum ursprünglichen Stoßimpuls, dessen Ausbreitung örtlich sehr begrenzt ist, werden die angeregten Eigenschwingungen verhältnismäßig weit geleitet. Voraussetzung ist natürlich, daß ein Weg für den Schalltransport bereitsteht, das heißt, daß zwischen Wälzlager und Beschleunigungsaufnehmer möglichst keine schalldämpfenden Grenzübergänge existieren.

Die Erfassung der Schwingungen an der Maschinenoberfläche gelingt sehr zuverlässig mit piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmern. Diese sind sehr robust, und ihre Handhabung ist einfach. Bei der anschließenden Schwingungsdiagnose geht es darum, Schwingungsform, Frequenzen und Schwingungsenergie zu analysieren.

Die Schwingungsdiagnose ist ein vergleichsweise komplexer Prozeß, den man erlernen muß. Aus den vielen Schwingsformen und Frequenzen eine Diagnoseaussage zu generieren, die dann den tatsächlichen Schädigungszustand beschreibt, benötigt man neben einem Meßgerät Kenntnisse auf dem Gebiet der Antriebstechnik und der Schwingungslehre. Und natürlich benötigt man Zeit und Geduld.

Die vielen Versuche, Schadensbilder mit Kennwerten umfassend zu beschreiben, waren immer nur für bestimmte Anwendungsfälle erfolgreich. Das gleiche gilt für automatisch arbeitende Mustererkennungsverfahren.

Verschiedene Diagnosestrategien

Kennwertbildende Verfahren und Geräte sind allerdings in aller Regel absolut ausreichend, um einfach nur Veränderungen an kontinuierlich arbeitenden Antrieben zu erkennen.

Aus diesen Kenntnissen lassen sich verschiedene Diagnosestrategien für die Praxis ableiten:

Nr.	Datenerfassungstechnik	Personal für die Datenerfassung	Automatisierungsgrad der Analyse	Personal für die Datenauswertung
1	mobil	extern, muß anreisen	manuelle Auswertung	extern
2	mobil	vor Ort	manuelle Auswertung	extern
3	mobil	vor Ort	manuelle Auswertung	vor Ort
4	stationär	kein Personal erforderlich	manuelle Auswertung	vor Ort
5	stationär	kein Personal erforderlich	manuelle Auswertung	extern
6	stationär	kein Personal erforderlich	automatische Auswertung mit Benachrichtigung eines Diagnosespezialisten	in der Regel extern
7	stationär	kein Personal erforderlich	vollautomatische Auswertung und direkte Benachrichtigung des Anlagenbetreibers	kein Personal erforderlich

Die einzelnen Strategien beinhalten folgende Vor- und Nachteile:

1. Die Maschinendiagnose durch einen externen Anbieter erfordert hohen Reiseaufwand. Der Anlagenbetreiber spart eigenes Personal.

2. Das vor Ort tätige Personal ist in der Datenerfassung geschult, verfügt über entsprechende mobile Diagnosetechnik und führt die Datenerfassung durch. Die Daten werden in geeigneter Form an den Diagnosespezialisten übermittelt. Es fallen keine Reisekosten an, aber diese Möglichkeit erfordert ein hohes Maß an Vertrauen und Kenntnis über die Arbeitsweise des auswertenden zum messenden Mitarbeiter.
3. Die Maschinendiagnose mit einem mobilen, preiswerten Gerät erfolgt komplett durch den Anlagenbetreiber oder einen Beauftragten vor Ort. Der Reiseaufwand entfällt. Allerdings muß entsprechend qualifiziertes Personal bereitgehalten werden.
4. Die Maschinendiagnose mit einem stationären System erfolgt komplett durch den Anlagenbetreiber oder einen Beauftragten vor Ort. Der Reiseaufwand entfällt. Allerdings muß entsprechend qualifiziertes Personal bereitgehalten werden.
5. Lediglich die Sensorik und Werkzeuge zur Datenübermittlung werden vor Ort fest installiert. Der Diagnosespezialist kann über entsprechende Verbindungen auf alle Daten zugreifen. Allerdings suggeriert permanent angeschlossene Meßtechnik immer eine permanente Überwachung. Tatsächlich jedoch ist für die Diagnose eine Aktion des Diagnosespezialisten erforderlich, die Kosten für Arbeitsaufwand und Datenübermittlung verursacht. Wird man bei einem derartigen System den Erwartungen in eine permanente Überwachung einigermaßen gerecht, entstehen beträchtliche Kosten, die die Effizienz dieser Möglichkeit in Frage stellen.
6. Vor Ort ist vollautomatisch arbeitende Diagnosetechnik fest installiert. Bei Auftreten von Unregelmäßigkeiten wird jedoch zunächst der Diagnosespezialist über entsprechende Datenverbindungen informiert, der seinerseits die Möglichkeit hat, die Feststellungen zu verifizieren. Der Diagnosespezialist hat ebenfalls die Aufgabe, die Einstellungen der Diagnosetechnik (Kalibrierung, Grenzwerte usw.) zu pflegen und zu aktualisieren. Dies kann nur funktionieren, wenn Überwachungsalgorithmen zur Verfügung stehen, die einerseits sensibel genug sind, alle Unregelmäßigkeiten zu detektieren, andererseits die Anzahl von Fehlalarmen gering halten. Der Vorteil gegenüber Möglichkeit 7. besteht im wesentlichen darin, daß Alarmer durch den Diagnosespezialisten geprüft werden, bevor sie zu Reaktionen führen. Ein wesentlicher Nachteil ist, daß man sich in eine gewisse Abhängigkeit vom Dienstleister begibt.
7. Vor Ort ist vollautomatisch arbeitende Diagnosetechnik fest installiert, die Fehler ohne Zutun eines Spezialisten erkennt und den Anlagenbetreiber direkt informiert. Ein Diagnosespezialist wird nicht benötigt. Dies setzt die Existenz hundertprozentig zuverlässiger Diagnoseverfahren und Referenzwerte voraus. Diese müssen in der Lage sein, alle Unregelmäßigkeiten zu detektieren, dürfen jedoch nicht so sensibel sein, daß sie Fehlalarme auslösen. Derartige gesicherte Diagnoseverfahren und Referenzwerte sind heutzutage nur für spezielle Anwendungsfälle verfügbar.

Denkbar ist aber vor allem auch die Kombination verschiedener Strategien. Beispielsweise kann das Betreiberpersonal alle Antriebe regelmäßig mit einfachen kennwertbildenden Geräten überwachen. Sobald jedoch eine Abweichung von Normalwerten erkannt wird, schickt man die Meßwerte zu einem Spezialisten, der dann eine umfangreiche Maschinendiagnose durchführt.

Die GfM Gesellschaft für Maschinendiagnose führt sowohl eigene Messungen durch, wertet jedoch auch Fremddaten als Dienstleistung aus. Damit bietet sich für viele Betreiber vor allem kleiner und mittlerer Anlagen die Möglichkeit, eine Diagnostik zu realisieren, die bisher nur Großunternehmen vorbehalten war.