

Schwingungen

Wo schwellwertbasiertes Schwingungsmonitoring an seine Grenzen stößt

Verhaltensbasierte Analyse kann Veränderungen im Maschinenverhalten besser einordnen und die Instandhaltung unterstützen.



Erhöhte Schwingungswerte sind nicht zwangsläufig ein Hinweis auf einen technischen Defekt. Lastwechsel, Drehzahländerungen oder unterschiedliche Produktionszustände können das Schwingungsverhalten deutlich verändern. Gleichzeitig können sich Schäden entwickeln, ohne dass ein definierter Grenzwert frühzeitig überschritten wird. Genau hier stößt schwellwertbasierte Zustandsüberwachung an Grenzen. Feste Warn- und Alarmgrenzen sind in vielen Anwendungen bewährt. Ihre Aussagekraft hängt jedoch von den Betriebsbedingungen ab. Variieren Last, Drehzahl oder Prozesszustand, reicht die isolierte Betrachtung eines Messwerts nicht mehr aus.

In der Fertigung verändern sich die Betriebsbedingungen regelmäßig. Eine Pumpe mit wechselnder Fördermenge, ein Motor unter wechselnder Last oder eine Anlage mit variabler Geschwindigkeit können das Schwingungsniveau verändern, ohne dass ein technischer Fehler vorliegt. Bei der Parametrierung entsteht ein Zielkonflikt: Ein eng gesetzter Grenzwert reagiert empfindlich, führt bei wechselnden Zuständen aber leichter zu Fehlalarmen; eine großzügigere Schwelle reduziert Meldungen, übersieht kleinere Veränderungen dafür länger – bleiben Warnungen wiederholt ohne Befund, sinkt die Akzeptanz des Systems. Hinzu kommen schleichende Schäden, die sich nicht im Gesamtpegel zeigen: Ein beginnender Lagerschaden macht sich zunächst in einzelnen Frequenzanteilen oder Impulsmustern bemerkbar, während der überwachte Kennwert noch im zulässigen Bereich liegt.

Viele Maschinen besitzen mehrere typische Betriebszustände. Eine Anlage kann bei halber Last anders schwingen als bei Volllast und in beiden Fällen technisch einwandfrei arbeiten. Entscheidend ist deshalb nicht allein die Höhe des Messwerts, sondern ob er zum aktuellen Zustand der Maschine passt. Datenbasierte Verfahren nutzen diesen Zusammenhang: Statt Werte nur gegen feste Schwellen zu prüfen, betrachten sie das Verhalten einer Maschine über längere Zeit und ordnen wiederkehrende Muster bekannten Betriebszuständen zu. Auffällig wird es, wenn sich ein solches Muster ver-

Nachgerüsteter Schwingungssensor an einer Pumpe.

Bild: Pinetek Networks

ändert oder Messdaten nicht mehr zu den bisher beobachteten Zuständen passen. So kann ein höherer Schwingungswert bei einer bestimmten Last unauffällig sein, während eine kleinere Veränderung in einem stabilen Zustand relevant wird.

Muster statt Einzelwerte

Für eine belastbare Zustandsbewertung reicht ein einzelner Kennwert oft nicht aus – auch die Struktur des Schwingungssignals liefert Hinweise. Auffälligkeiten zeigen sich etwa im Frequenzbild oder durch neue impulsartige Signalanteile, noch bevor der Gesamtschwingungswert deutlich ansteigt. Im Mittelpunkt steht damit nicht die Überschreitung einer festen Grenze, sondern ob sich das bekannte Verhalten der Maschine verändert. Künstliche Intelligenz unterstützt die Mustererkennung und prüft große Datenmengen kontinuierlich auf solche Abweichungen. Eine erkannte Veränderung ist noch keine eindeutige Diagnose – sie kann auf einen Defekt hindeuten oder durch veränderte Betriebsbedingungen verursacht werden. Für die Einordnung bleibt das Wissen über Maschine und Prozess unverzichtbar.

Die Aufgabe des Systems besteht nicht darin, den Instandhalter zu ersetzen. Es soll auffällige Entwicklungen frühzeitig identifizieren und priorisieren. Die Einordnung bleibt beim Fachpersonal, welches die Hinweise mit Wartungshistorie, Prozessdaten und Beobachtungen an der Maschine abgleichen kann.

Nicht jede Anomalie führt zu einem Wartungseinsatz. Manche Veränderungen lassen sich zunächst beobachten oder bei der nächsten geplanten Stillstandsphase prüfen. Je früher eine relevante Veränderung erkannt wird, desto mehr Zeit bleibt für Einordnung und Planung. Die Anomalieerkennung liefert keine Aussage über den konkreten Ausfallzeitpunkt, schafft aber eine belastbare Grundlage für eine stärker zustandsorientierte Instandhaltung.

Für mittelständische Betriebe wird Zustandsüberwachung vor allem dann interessant, wenn es ohne umfangreiches Integrationsprojekt auskommt. Bei wenigen kritischen Maschinen liegt ein wesentlicher Teil des Aufwands nicht in der Analyse selbst, sondern in der Auswahl und Integration von Sensorik, Datenerfassung und Analysesoftware. Werden diese Komponenten erst beim Endanwender zusammengeführt, müssen Schnittstellen abgestimmt sowie Montage, Konfiguration und Inbetriebnahme durchgeführt werden. Bei wenigen Messpunkten stellt das die Wirtschaftlichkeit schnell infrage.

Ein Retrofit-Ansatz trennt die Zustandsüberwachung deshalb möglichst weit von der vorhandenen Maschinensteuerung: Zusätzliche Schwingungs-Sensorik erfasst die mechanischen Zustände direkt an der Maschine, ein Edge-Gateway übernimmt Datenerfassung und Weiterleitung. Eingriffe in SPS-Programme oder bestehende MES- und SCADA-Strukturen lassen sich so meist vermeiden.

Abgestimmte Nachrüstung

Pinetek Networks setzt den beschriebenen Retrofit-Ansatz gemeinsam mit den Technologiepartnern Hauber-



Die Pinebox ist das Bindeglied zwischen Sensor und Auswertung.

Bild: Pinetek Networks

Auffälligkeiten für die Instandhaltung früher einordnen und Wartungsmaßnahmen gezielt planen.

Elektronik und Viking Analytics um. Die Sensorik von Hauber-Elektronik erfasst die Schwingungsdaten direkt an der Maschine. Die Pinebox von Pinetek Networks übernimmt Sensor-Anbindung, Datenerfassung und Vorverarbeitung. Für die Zustandsbewertung werden die Messdaten an die Cloud-Auswertung von Viking Analytics übergeben, die Veränderungen im Maschinenverhalten erkennt. Viking Analytics erzeugt daraus die Priorisierung und die Alarmer, auf die der Nutzer über MultiViz, das Portal

von Viking Analytics, zugreift.

Sensorik, Datenerfassung und Analyse bilden im beschriebenen Aufbau eine technisch abgestimmte Kette, die sich unabhängig von der bestehenden Maschinensteuerung nachrüsten lässt. Gerade bei einzelnen kritischen Aggregaten reduziert das den Aufwand für Engineering und Inbetriebnahme. Für die Wirtschaftlichkeit zählt neben dem Preis von Sensorik und Software auch, wie schnell verwertbare Zustandsdaten vorliegen und wie viel Aufwand im laufenden Betrieb entsteht. Je geringer diese Hürden, desto eher lässt sich die Überwachung ausweiten.

Die verhaltensbasierte Analyse ersetzt klassische Grenzwerte nicht, sondern ergänzt sie dort, wo wechselnde Betriebszustände die Bewertung einzelner Messwerte erschweren. In Verbindung mit einer einfach nachrüstbaren Architektur liefert der Ansatz damit die Grundlage, um Auffälligkeiten für die Instandhaltung früher einzuordnen und Wartungsmaßnahmen gezielter zu planen. ■