

Die süße Seite der Überwachung

Nordzucker stellt um – von der präventiven zur zustandsorientierten Instandhaltung



Quelle: Martin Ortgies

Um ungeplante Ausfälle in der Produktion zu minimieren und die Instandhaltungskosten zu reduzieren, setzt Nordzucker in Schladen auf Condition Monitoring – auf Basis eines Systems, bei dem der Aufwand für Sensorik und Peripherie deutlich geringer ist als bislang üblich. Bereits wenige Wochen nach der Einführung konnte durch die permanente Überwachung produktionskritischer Zentrifugen der erste Nutzen daraus gewonnen werden.

■ Martin Ortgies



Martin Ortgies
ist Fachjournalist für Technik- und IT-Themen

In Deutschland wird in 25 Zuckerfabriken aus Zuckerrüben Zucker gewonnen (gegenüber etwa 500 bis 600 Fabriken vor dem Ersten Weltkrieg). Zuckerfabriken sind heute komplexe Industrieanlagen, die während der sogenannten Rübenkampagne von Mitte September bis Ende Dezember rund um die Uhr in Betrieb sind. Die Nordzucker AG mit Sitz in Braunschweig ist Europas zweitgrößter Zuckerproduzent. Am Standort in Schladen werden täglich 10.000 t Rüben, das

entspricht 400 LKW-Ladungen, verarbeitet. Die Zuckerproduktion ist durch die erreichte Größe der Anlagen, den hohen Automatisierungsgrad und durch den kontinuierlichen Produktionsprozess hoch effizient. „Das führt allerdings auch zu erhöhten Risiken, denn im Fall einer Störung wird der komplette Produktionsprozess unterbrochen. Deshalb gelten hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Anlagen und an eine funktionierende Instandhaltung“, erklärt Dr. Jörg Vietmeier, Manager Produkti-



**Bisher wurden die Wälz-
lager der Zentrifugen alle
drei Jahre vorbeugend
ausgetauscht. Durch die
zustandsorientierte
Instandhaltung kann die
Frist voraussichtlich auf
fünf Jahre verlängert
werden.**

on und Technik im Werk Schladen die aktuelle Herausforderung.

Die Anlagen der Zuckerfabrik sind durch den ununterbrochenen Betrieb einer hohen Belastung ausgesetzt. Zu den besonders kritischen Komponenten gehören die Zentrifugen, die nach dem Kochprozess der Rübenschnitzel die auskristallisierten Zuckerkristalle von der restlichen Flüssigkeit trennen. Frank Weishäupl vom Industrial Engineering bei Nordzucker erläutert die Gründe für einen hohen Verschleiß der Zentrifugenantriebe: „Die Zentrifugen werden bei 170 Umdrehungen pro Minute chargenweise mit 1,7 t Rohmasse gefüllt und dann schnell auf 1.000 Umdrehungen pro Minute beschleunigt und anschließend wieder entleert. Dieser Zyklus dauert lediglich vier Minuten und wiederholt sich ohne Unterbrechung während der rund 100 Tage dauernden Rübenkampagne.“

Condition Monitoring ist „State of the Art“

Vietmeier berichtet, dass neben der Beseitigung von akuten Störungen bisher eine vorbeugende präventive Instandhaltung durchgeführt wurde, um bei den Zentrifugen und den anderen Maschinen eine möglichst hohe Verfügbarkeit zu gewährleisten. Die Instandhaltungsarbeiten er-

folgten an regelmäßigen, festgelegten Terminen – unabhängig vom tatsächlichen Abnutzungsgrad der Anlagen. Diese erhöhte Sicherheit führte notwendigerweise zu erhöhten Kosten, weil in diesem Verfahren auch noch weitgehend intakte Bauteile ausgetauscht wurden. Das Problem: Trotz der vorbeugenden Maßnahmen kam es in jeder Kampagne zu ungeplanten Ausfällen, auch bei den Zentrifugen.

In der Kampagne 2008 wurde bei den Zentrifugen erstmals die zustandsorientierte Instandhaltung eingeführt. Die Zielsetzung besteht darin, die Instandhaltung anhand von tatsächlich kontinuierlich gemessenen Zustandswerten (Condition Monitoring) zu planen und akute Störungen frühzeitig zu erkennen. Das Forum Mechatronik im VDMA empfiehlt den Einsatz von Condition Monitoring: „Es wird die Welt der Instandhaltung entscheidend verändern. Eine vorausschauende und intelligente Instandhaltung, das Condition Monitoring, ist zu einem wesentlichen Wettbewerbsfaktor geworden. Routineprüftätigkeiten mit festgelegten Intervallen oder gar nur die Instandsetzung nach Ausfällen erfüllen die heutigen Anforderungen nicht mehr. Es ist von entscheidender Bedeutung, mögliche Fehler und Stillstände in der Produktion zu erkennen, bevor sie auftreten. Nur so lassen sich negative Auswirkungen auf >



**In der Zuckerproduktion
gelten hohe Anforderun-
gen an die Zuverlässig-
keit der Anlagen und an
eine funktionierende
Instandhaltung.**



„Wir haben mit den eingesetzten Komponenten von Wago für das Condition Monitoring eine sehr flexible Lösung gefunden mit einem sehr guten Kosten-/Nutzenverhältnis“, bewertet Frank Weishäupl vom Industrial Engineering der Nordzucker AG den erreichten Anlagenstand.

die Produktionsprozesse verhindern und Wartungsarbeiten gezielt planen. Condition Monitoring ist ein wichtiges Mittel, um Schäden, ungewollte Stillstände und damit verbundene Umsatzausfälle zu vermeiden.“

Die zustandsorientierte Instandhaltung verfolgt das Ziel, anhand der Abnutzungszustände der Produktionsanlagen Instandhaltungsmaßnahmen zeit-, qualitäts- und kostenoptimal zu planen und durchzuführen. Der Nutzen von Condition Monitoring ist für jedes Unternehmen relativ einfach zu kalkulieren, denn die Kosten für eine Stunde ungeplantem Ausfall sind in der Regel bekannt und wie häufig es in der Vergangenheit zu solchen Ausfällen gekommen ist.

Nach Studien von Rockwell Automation leiten sich 15 bis 40 Prozent der indirekten Kosten eines Fertigungsbetriebs aus Wartung/Instandhaltung ab, wobei rund 50 Prozent davon als vermeidbar gelten – mindestens die Hälfte aller Wartungsaktivitäten bestehen demnach in Korrekturmaßnahmen, die zehnmal kostspieliger sind als planmäßige Instandhaltungsarbeiten.

Laut der Studie „Intelligent Maintenance“ der RWTH Aachen und dem Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie konnten die in der Studie untersuchten Unternehmen durch den Einsatz zustandsorientierter Instandhaltung Produktionsausfälle aufgrund ungeplanter Maschinenstillstände um durchschnittlich 21 Prozent verringern. Außerdem sind Stillstandszeiten zu 39 Prozent besser planbar und unnötige Reparaturen reduzieren sich um etwa 14 Prozent. Die mittlere wartungsfreie Maschinenlaufzeit erhöht sich durch zustandsorientierte Instandhaltung um etwa 19 Prozent.

Erfahrungen mit der Schwingungsdiagnose

Die Nordzucker AG hatte im Werk Schladen bereits seit einigen Jahren wichtige Antriebe mit Schwingungsaufnehmern ausgerüstet. Während

der Rübenkampagnen wurden manuelle Augenblicksaufnahmen an den Antrieben durchgeführt und die Messdaten vom Handgerät auf einen PC übertragen und ausgewertet. Die Daten waren plausibel und lieferten ein gutes Bild vom aktuellen Zustand der Maschinen. Frank Weishäupl: „Die Nachteile dieser Methode waren allerdings offenkundig. Eine kontinuierliche Zustandsüberwachung war so nicht möglich, die Daten waren rein zufällige Stichproben und die Auswertung war nur am lokalen PC verfügbar.“ Die zustandsorientierte Instandhaltung wird in Deutschland seit Ende der 90er Jahre eingesetzt. Am häufigsten wird dafür die Schwingungsdiagnose genutzt, die anhand erhöhter Schwingungspegel sehr zuverlässig Veränderungen im Betriebsverhalten, zum Beispiel verursacht durch Unwucht oder Wälzlagerschäden, diagnostiziert. Dem flächendeckenden Einsatz von Condition Monitoring standen bisher allerdings relativ hohe Investitionskosten für Sensorik und Peripherie entgegen, die diese Technik für kleinere Anlagen schlicht unrentabel machte. Die Nordzucker AG hat mit dem Einsatz der Vibrations-Klemme VIB I/O 750-645 für das Wago-I/O-System eine kostengünstigere Lösung gefunden. Die Daten der Sensoren, wie Strom, Temperatur, Normsignale und Maschinenschwingungen werden über anschaltbare Busklemmen erfasst und über frei wählbare Feldbussysteme den übergeordneten Auswerteeinheiten zur Verfügung gestellt. Für die Auswertung der Daten können marktübliche Visualisierungs- und Prozessleitsysteme verwendet werden. Diese Lösungen sind insbesondere dazu gedacht, in bestehende Maschinenkonzepte oder in laufende Maschinen integriert zu werden.

Jederzeit Zugriff auf den Anlagenzustand

In der Rübenkampagne 2007 richtete die Nordzucker AG in Schladen an zwei Lüfterantrieben in der Trocknung und an einer Zentrifuge mit dem Wago-I/O-System testweise eine kontinu-

ierliche Zustandsüberwachung ein. Die Tests waren erfolgreich und damit waren die Voraussetzungen für die Einführung des Condition Monitoring gegeben.

Mit Beginn der Kampagne 2008 sind im Werk Schladen neun Zentrifugen mit je drei Sensoren ausgerüstet (Antrieb Lüfterseite, Antrieb Antriebswelle und Zentrifuge). Tandem-Piezo-Schwingungssensoren nehmen die Diagnosewerte auf. Bei Nordzucker eingesetzt werden die Vibrations-Klemmen VIB I/O 750-645 und 4 Kanal-Analog-Eingangsklemmen 750-453 für 4-20 mA-Signale zur Erfassung der Drehzahl sowie der Ethernet-Controller 750-841, eine Komponente des Wago-I/O Systems. Alle Daten werden vom programmierbaren Ethernet-Controller erfasst, verarbeitet und im zentralen MES (Manufacturing Execution System) gesammelt. Sie sind über das Ethernet-Netzwerk auch online abrufbar. Für die Übertragung der Daten zur Langzeitarchivierung im MES wird die OPC-Schnittstelle genutzt.

Als Entwicklungsumgebung für den programmierbaren Controller wird CoDeSys (Controller Development System), gemäß Standard IEC 61131-3, genutzt. Darauf basierend entwickelte Nordzucker eine Messwertvisualisierung für Standardbrowser wie den Internet Explorer. Dazu nutzten sie das Visualisierungstool von CoDeSys. Über den integrierten Webserver des Ethernet Controllers 750-841 wird die CoDeSys-Visualisierung „webfähig“ gemacht. Die Daten können außerdem über die Wago-Modbus DLL-Schnittstelle in Officeanwendungen übernommen und ausgewertet werden. Zusätzlich bietet der Wago-Controller die Möglichkeit, in autarken Anlagen ohne Kommunikationsanbindung die Daten im FTP-Server des Controllers zu speichern. Dank einer im Controller integrierten Echtzeituhr können alle Daten mit einem Zeitstempel versehen werden.

An den Diagnosepunkten in den Zentrifugen werden jetzt permanent drei unterschiedliche Messwerte erfasst:

- Die Schwingungsgeschwindigkeit RMS (Root-mean-Square). Erhöhte Werte sind ein Indikator für unnormale Betriebszustände (Menge/Qualität Füllmasse, Unwucht an der Anlage).
- Der Wälzlager-Teppichwert (Carpet) zeigt das „Laufgeräusch“ eines Wälz-Kugellagers. Zu hohe Teppichwerte deuten auf eine zu geringe Schmierung der Wälzlager.
- Der Wälzlager-Spitzenwert (Peak) markiert „Laufgeräusche/Knacken“ eines Wälz/Kugellagers. Hohe Spitzenwerte und ein niedriger Teppichwert sind Anzeichen dafür, dass ein Lagerschaden droht oder dass Fremdpartikel im Schmiermittel sind.

Damit die Messwerte angesichts ständig wechselnder Drehzahlen der Zentrifugen vergleichbar sind, werden nur dann Signale aufgenommen, wenn sich die Anlage in einem konstanten Zustand, zum Beispiel „Schleudern“ (max. Drehzahl) oder im „Leerlauf“, befindet. Für die Bewertung der Signale in vier Qualitätskategorien werden als Ausgangspunkt die Richtwerte der Wago-Klemmen gemäß ISO 10816-3 genutzt. Wegen der Individualität jeder Anlage ist die Norm eine Hilfestellung und geeigneter Ausgangspunkt für jede Applikation. Die Orientierung an diesen Vorgaben ist nach den Erfahrungen von Frank Weishäupl in der Praxis sehr hilfreich und „die Werte passen recht gut“.

Der Schichtführer und die Anlagenfahrer in der Leitzentrale haben den Zustand der Anlage jetzt immer im Blick. Die Software zeigt den Verlauf der drei Messwerte, liefert eine 50-Tage-Trendauswertung (über die Stundenmittelwerte) und gibt bei Abweichungen von den Normwerten einen Klartext über den aktuellen Zustand aus, wie beispielsweise „Teppichwert erhöht, Lager beobachten“. Über die Ethernet-Vernetzung kann Weishäupl die Daten auch von unterwegs oder an den anderen Unternehmensstandorten abrufen.

Schnelle Amortisation erwartet

Bereits nach wenigen Wochen zeigt die Schwingungsgeschwindigkeit RMS in der Nachtschicht an einer Zentrifuge auffällig erhöhte Werte. Von der registrierten Unwucht in der Anlage kann schnell auf eine nicht normgerechte Zusammensetzung der Füllmasse geschlossen werden. Wie sich herausstellt, ist der vorhergehende Kochprozess nicht wie vorgeschrieben abgelaufen. Die Erkenntnis: Die Qualität der Füllmasse überträgt sich direkt auf die Schwingungsmessung der Maschine. Es sind Zuckerkristalle unterschiedlicher Größen entstanden, die den Schleudervorgang stören und eine verstärkte Vibration verursachen. Diese erhöhten Werte werden von den Sensoren sofort registriert und machen eine schnelle Untersuchung der Ursachen möglich. Die Einführung des Condition Monitoring hat einen sehr schnellen Nutzen gebracht.

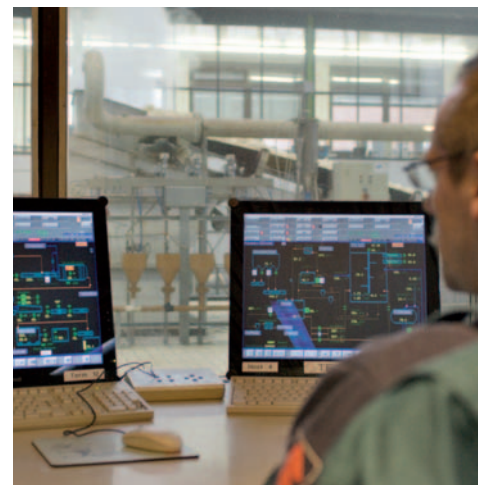
Weishäupl erwartet nach den bisherigen Erfahrungen eine schnelle Amortisation der Investitionen. Bisher wurden die Wälzlager der Zentrifugen alle drei Jahre vorbeugend ausgetauscht. Er rechnet jetzt mit einer Verlängerung auf fünf Jahre. Er schränkt allerdings ein, dass auch die ständige Überwachung der Antriebe plötzliche Ausfälle nicht ausschließen könne. „Wir haben aber schon viel erreicht, wenn wir durch die Messwerte ein schadhafes Lager schneller identifizieren und sofort auswech-

selt können.“ Früher hätten im Zweifel alle vier Wälzlager ausgetauscht werden müssen, da der Fehler nicht lokalisierbar war. Dank der besseren Kontrolle können Aufwand und Kosten deutlich verringert und weitere Schäden vermieden werden.

Fazit: Der Aufwand rechnet sich

„Wir haben mit den eingesetzten Komponenten für das Condition Monitoring eine sehr flexible Lösung mit einem sehr guten Kosten-/Nutzenverhältnis umgesetzt“, bewertet Frank Weishäupl den erreichten Anlagenstand. Er hebt besonders die Modularität des I/O-Systems und die freie Programmierbarkeit der Lösung hervor, weil damit zum Beispiel eigene Parameter wie die Drehzahlen der Zentrifugen für die Auswertung individuell festgelegt werden können.

Weitere Schritte sind bereits in der Planung. So ist angedacht, beim Überschreiten von vorgegebenen Schwellwerten einen Alarm zu generieren. Weitere mögliche Themen sind die Anpassung der Parameter an unterschiedliche Füllmengen, die Protokollierung und Auswertung des Wälzlagerzustands vor und nach der Kampagne und die Anpassung der Instandhaltungsarbeiten auch bei der Lagerschmierung



Der Schichtführer und die Anlagenfahrer in der Leitzentrale haben durch Condition Monitoring den Zustand der Anlage jetzt immer im Blick.

von festen Intervallen auf eine Schmierung nach Bedarf. Durch das modulare und feldbusunabhängige Konzept des Wago-I/O-Systems ist es sehr universell einsetzbar und bietet langfristig einen Investitionsschutz.

Weiterführende Infos auf PuA24.net:

more @ click PA049003