



Informationsverarbeitung:
Lassen sich aus Messwerten Laufzeitprognosen für Anlagen ableiten? Bild: SKF

Der Blick in die Zukunft

Ein Softwaretool generiert Laufzeitprognosen von Anlagen

Laufzeitprognosen zu erstellen grenzt oft an Wahrsagerei – aber mit statistischen Methoden lässt sich dabei eine bemerkenswerte Genauigkeit erreichen. Das eröffnet neue Wege zu optimalen Instandhaltungsstrategien.

Der Weltmarktpreis für Zellstoff geriet 2005 unter Druck – ein guter Grund für einen der großen kanadischen Hersteller, über Kostensenkungen in der Produktion nachzudenken. Bei einer Jahresproduktion von über 300 000 t Zellstoff zur Weiterverarbeitung zu Papierwaren und Hygieneartikel und 400 Mitarbeitern sah das Management noch Einsparpotenziale, insbesondere durch Senkung von Ausfallzeiten. In den Fokus der Betrachtung geriet dabei schnell eine Gruppe von

Gould-Pumpen, die häufig ausfielen. Die Frage war nun, ob eine bessere Wartung und vorausschauende Instandsetzung die Fehlerhäufigkeit senken – und ob der dazu notwendige Zeitaufwand sich durch die längeren störungsfreien Laufzeiten amortisieren würde.

Für eine solche Abwägung war es aber notwendig, klare numerische Werte für die Ausfallwahrscheinlichkeiten der Pumpen zu gewinnen – und zwar möglichst in Abhängigkeit von messbaren Zustandsgrößen und Laufparametern. Messwerte aus Inspektionen und Instandsetzungen standen für diesen Zweck zur Verfügung, sie befanden sich in der Datenbank des IPSS (Instandhaltungsplanungs- und Steuerungssystems) der Fabrik. Aber es fehlte ein Werkzeug, mit dessen Hilfe sich aus diesem Datenmaterial Aussagen

über die Ausfallwahrscheinlichkeit generieren ließen.

Um dieses Problem zu lösen, wurde das CBM lab (Condition Based Maintenance Laboratory) der Universität von Toronto eingeschaltet. Aus dieser Zusammenarbeit entstand das ‚EXACT Weibull Proportional Hazards‘-Modell, eine Software für Ausfallprognosen.

Der erste Schritt war eine Analyse des vorhandenen Datenbestandes

Die Analyse zum Einsatz dieses Tools begann mit der Aufnahme und Überprüfung der vorhandenen Daten auf Vollständigkeit, Konsistenz und Brauchbarkeit zur Entwicklung eines mathematischen Modells. Untersucht wurden Gould-3175-I-Pumpen, die 24 Stunden

am Tag im Einsatz waren. Diese Pumpen waren so ausgelegt, dass ihre Leistung auch bei einer vorgesehenen Kapazitätserhöhung der Produktionslinie ausgereicht hätten. Da diese Produktionserweiterung jedoch nicht erfolgte, wurden sie gedrosselt und somit unterhalb des optimalen Arbeitspunktes betrieben. Dies wiederum verursachte eine hohe Belastung der Traglager.

Die aufgezeichnete Historie von 33 Kugellagern an acht Pumpen umfasste insgesamt elf Fehlerarten. Für jede davon wurden jeweils sieben Messreihen analysiert, und zwar die Bänder von fünf verschiedenen Schwingungsfrequenzen, Ableseungen der Gesamtschwingungen sowie von Werten der Lagerbeschleunigung. Um diese Daten mit allen wichtigen Rahmenbedingungen wie den Starts der Produktionslinie oder den Stillstands- und Ausfallzeiten in Beziehung setzen zu können, wurden die entsprechenden Angaben aus der Datenbank des IPSS übernommen.

Das mathematische Modell nutzt auch Daten aus Ausfallhistorie

Aus all diesen Daten entstand dann ein statistisch-mathematisches Modell, das die Messwerte der Zustandsüberwachung mit den Charakteristika bereits existierender oder potenzieller Defekte in Beziehung setzt. Aus den daraus entwickelten Laufzeitprognosen lassen sich dann kostenoptimale Instandhaltungsstrategien ableiten. Als Komponenten der Ausfallkosten wurden dabei berücksichtigt:

1. Die Kosten für die Reparatur bei einem Ausfall, einschließlich solcher Aufwendungen wie Ersatzteilkosten und Überstundenkosten der Belegschaft.
2. Kosten des Produktionsausfalls durch Stillstand oder Verlangsamung der Produktionslinie.

Die Kosten für die Einbußen an Reputation als ständiger und zuverlässiger Lieferant, Sicherheits- und Umweltkosten, und mögliche Sanktionen bei Nichtlieferung wurden nicht berücksichtigt, da es sehr schwierig ist, diesen Faktoren Werte zuzuordnen.

Wie sich bei der weiteren Praxiserprobung herausstellte, eigneten sich lediglich zwei der Messgrößen tatsächlich zur Vorausage von Ausfällen. EXACT bewährte sich jedoch auch unter diesen Umständen als statistisches Werkzeug, um Defekte präzise zu prognostizieren und Entscheidungen darüber zu fällen, ob die Anlage mit den Pumpen noch sicher bis zum nächsten planmäßigen Stillstand produzieren kann.

Insgesamt ließen sich durch Anwendung des Programmes klare Verbesserungen der Instandhaltungsstrategie

erreichen. Dabei wurde die Einschätzung der Firma zugrunde gelegt, dass das durchschnittlichen Verhältnis zwischen den Ausfallkosten der Pumpen und den Kosten für vorbeugende Instandsetzung bei 3,2:1 liegt. Durch Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeit gibt das EXACT-Entscheidungsmodell für diese Verhältnisse die optimalen Bedingungen zum Betrieb der Pumpen vor. Es setzt dazu die Ausfallwahrscheinlichkeit mit den Kosten von Vermeidung von Ausfällen zum jeweiligen Zeitpunkt in Relation.

Konkret wurden nach Empfehlung von EXACT die Intervalle zwischen den vorbeugenden Instandsetzungen um durchschnittlich 7 %, von 571 auf 529 Tage, verringert. Das führte zu einer spürbaren Verlagerung von der reaktiven Instandsetzung bei Ausfall zur vorbeugenden Instandhaltung und erbrachte in Bezug auf diese Störfälle Einsparungen von etwa 30 %. Rückrechnungen ergaben zudem, dass mit dieser Methode bereits in der

Vergangenheit zehn von elf Ausfällen hätten vermieden werden können. Zudem zeigte sich, dass sich bereits durch geringe Änderungen im Informationsmanagementsystem die wichtigsten ‚einfach erfassten‘ Daten für die Analyse sammeln, herausfiltern und für die Erstellung eines guten Entscheidungsmodells zur Fehlervorhersage verwenden lassen – und zwar ohne zeitraubende Datenaufbereitung im IPSS.

EXACT ermittelt auf dieser Grundlage jeweils den ‚Vertrauensbereich‘, mit dem Ausfallereignisse vorausgesagt werden können. Mit der weiteren Erfassung von Inspektions- und Ereignisdaten vergrößert sich der Bestand der Analysedatenbank ständig, und die Modelle werden nachgeführt, was zu einer ständigen und messbaren Verbesserung der Zuverlässigkeit der Voraussagen führt. Mit anderen Worten: Die Software kontrolliert sich selbst!

Omdec, www.omdec.com

Die Darstellung

Das Entscheidungsdiagramm zeigt den augenblicklichen Anlagenstatus und den momentanen Trend. In jedem Punkt ist eine Anzahl von CBM-Messungen dem Betriebszeitraum einer speziellen Pumpe zugeordnet.

Solange der momentane Wert im unteren Teil, der ‚Grünen Zone‘, liegt, kann davon ausgegangen werden, dass die Ausrüstung bis zur nächsten geplanten Inspektion hält.

Messergebnisse in der roten ‚Gefahren-Zone‘ zeigen an, dass die Fabrik Geld verliert, wenn sie die Maschine weiterlaufen lässt und damit einen Ausfall provoziert – die Maschine ist also für

einen Ausfall ‚überfällig‘. Zusätzlich wird eine Schätzung des noch zu ‚erwartenden restlichen Lebenszyklus‘ gemeldet – eine für die Instandhaltungsplanung der Ausrüstung außerordentlich wichtige Angabe. Die ‚Achtung‘-Zone zwischen grün und rot zeigt an, dass die beste Entscheidung im Moment die ist, eine Wartung innerhalb des nächsten Inspektionsintervalls vorzunehmen.

Nach der unten auf dem Diagramm gezeigten Formel wird der Einfluss der von EXACT erfassten Messgrößen berechnet. Die Entscheidungen ‚sofort ersetzen‘ und ‚nicht ersetzen‘ erscheinen separat in den Textboxen der Grafik.

