

Eine Frage des richtigen Zeitpunkts

Wenn die Spindel steht, ist es zu spät: Vorbeugende Instandhaltung zahlt sich aus, besonders dann, wenn sich der richtige Zeitpunkt berechnen lässt.

(Bild: Fotolia)

Präventive Instandhaltung genießt in der Industrie einen hohen Stellenwert. In einem von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) geförderten Projekt zeigt eine Forschungsarbeit der FHS St.Gallen, wie mit Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung der richtige Wartungszeitpunkt gefunden und dadurch massiv Geld eingespart werden kann.

(pi) Den richtigen Moment für präventive Wartung zu finden, ist mit Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung möglich. In einem von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) geförderten Projekt hat das Institut für Modellbildung und Simulation der Fachhochschule St.Gallen erarbeitet, wie dadurch massiv Kosten eingespart werden können: Anhand gemessener Lebensdauer und Einschätzungen des Betreibers über die Restlaufzeit konnte errechnet werden, zu welchem Zeitpunkt eine Maschine gewartet werden soll.

Zwei Informationsquellen sind dabei wichtig, nämlich die a priori Information – das heisst: gemessene verschleissbedingte Lebensdauer – und Zustandsinformationen wie Laufgeräusch, Wärmeentwicklung oder Stromaufnahme. Diese beiden Informationsstränge werden mit modernen Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu einer totalen Ausfallwahrscheinlichkeitsdichte verarbeitet und daraus wird die kumulierte Ausfallwahrschein-

lichkeit berechnet. Diese gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Komponente im Zeitintervall zwischen 0 und t ausfällt.

Die quantifizierte Ausfallwahrscheinlichkeit reicht noch nicht für einen Entscheid über den optimalen Austauschzeitpunkt. Optimal ist ein Austauschzeitpunkt, wenn die Total Cost of Maintenance minimal ist. Entschieden werden muss, ob eine Komponente jetzt, also nach der Betriebszeit t_{now} oder beim nächsten Zeitintervall t_{delay} ausgetauscht werden soll.

Wenn zur Zeit t_{now} kein präventiver Austausch vorgenommen wird,

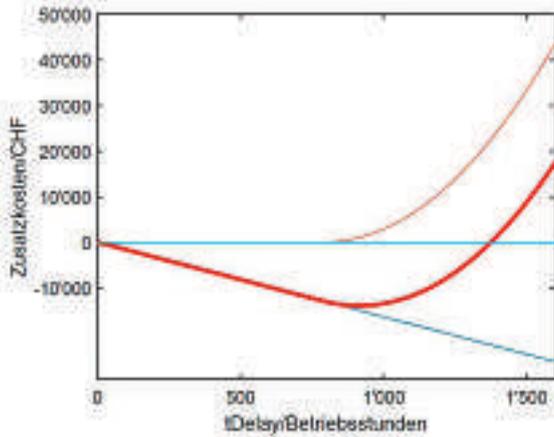
entsteht eine Einsparung, indem mit einer buchhalterisch bereits abgeschriebenen Komponente weiter produziert wird, sozusagen mit Stundensatz 0. Es besteht aber auch das Risiko eines ungeplanten Ausfalls, das durch Ausfallwahrscheinlichkeit und Schadenshöhe quantifiziert wird. Für jede denkbare Verzögerung t_{delay} werden diese beiden Beiträge summiert. Aus der resultierenden Kurve kann für jede Verzögerung der mutmassliche Gewinn oder auch Verlust abgelesen werden, der entsteht, wenn nicht jetzt, sondern um t_{delay} verzögert gewartet wird.

Auf einen Blick

Mathematik ist das bessere Bauchgefühl

Präventive Instandhaltung erfolgt meist intuitiv. Erfahrungsgemäss werden dann einerseits die Zusatzkosten eines Ausfalls unterschätzt, andererseits wird häufig zu vorsichtig gewartet. Nur mit viel Glück kompensieren sich diese beiden Effekte.

Mit der vom Institut für Modellbildung und Simulation der Fachhochschule St. Gallen erarbeiteten Software können Entscheidungen rational gefällt werden. Und eine saubere Rechnung ist besser als sich auf das Glück zu verlassen.



Kosten/Nutzen-Analyse am Beispiel einer Hauptspindel, die 7000 Betriebsstunden im Einsatz war: Die Kosten eines ungeplanten Ausfalls sind um den Faktor 10,5 höher als jene eines geplanten Austauschs. (Bild: FHSG)

Welche Auswirkungen diese Berechnungsmodelle in der Praxis haben können, zeigt das Beispiel «Werkzeugmaschinen­spindel» (siehe Grafik): Ein geplanter Austausch einer Werkzeugmaschinen­spindel kostet CHF 35 000. Bei einem ungeplanten Ausfall entstehen Zusatzkosten von CHF 72 000, weil der Betriebsunterbruch länger dauert und kurzfristig Ersatzkapazität organisiert werden muss. Imageverluste wegen allfälliger nicht eingehaltener Liefertermine sind nicht eingerechnet.

Basis der Berechnungen waren

- die gemessene Betriebsdauer, die zwischen 4000 und 12 000 h liegt
- eine bislang ausfallfreie Betriebszeit von 7000 h
- die Aussage eines Experten, der einen Ausfall in den nächsten 200 bis 2000 Betriebsstunden erwartet (10 Prozent und 90 Prozent kumulierte Ausfallwahrscheinlichkeit).

Die dünne blaue Gerade in der Grafik stellt die Einsparung aufgrund des verzögerten Austauschs dar. Die wahrscheinlichkeitsgewichteten Ausfallkosten sind als dünne rote Kurve dargestellt. Die fette rote Kurve ist die Summe dieser beiden Beiträge.

Aus der Abbildung können klare Aussagen abgelesen werden:

- Ein Austausch jetzt (nach 7000 Betriebsstunden) ist gleichwertig mit einem Austausch nach zusätzlichen 1400 Betriebsstunden.
- Alle dazwischenliegenden Austauschzeitpunkte sind vorteilhafter.
- Ein Austausch nach zusätzlichen 800 Betriebsstunden ist optimal. Gegenüber einem Austausch zum jetzigen Zeitpunkt werden CHF 14 000 eingespart. ■

Institut für Modellbildung und Simulation der Fachhochschule St.Gallen
9001 St. Gallen, Tel. 071 226 12 20
ims@fhsg.ch



Energieverlust effizient stoppen.

Effizienz nachweisen

Endress+Hauser ist ein weltweit tätiger Anbieter von Energiemanagement-Lösungen. Um Ihre Energieeffizienz nachhaltig zu sichern, bieten wir

- Optimierungen von Dampf, Prozesswärme, Kälte und Druckluft
- Skalierbare Visualisierungen konform zu geltenden Normen
- Hochgenaue Messgeräte zur Energieerfassung
- Begleitung zur Zertifizierung gemäß DIN EN ISO 50001

www.ch.endress.com/ch_lebensmittel



Basel, 20.–23.09.2016
Halle 1.1, Stand A120

Endress+Hauser (Schweiz) AG
Kägenstrasse 2
4153 Reinach
Schweiz
info@ch.endress.com
www.ch.endress.com

Endress+Hauser 
People for Process Automation