



Smart Maintenance: Maschinen melden ihren Zustand, damit Instandhaltungsmaßnahmen frühzeitig durchgeführt werden können.



SMART MAINTENANCE – VON INSELLÖSUNGEN ZUM GANZHEITLICHEN KONZEPT

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK

Pascalstr. 8–9
10587 Berlin

Ansprechpartner

Claudio Geisert
Tel. +49 (0)30 39006-133
claudio.geisert@ipk.fraunhofer.de

www.ipk.fraunhofer.de

Industrielle Fertigung ist heute in mehrfacher Hinsicht Präzisionsarbeit. Einerseits werden Werkstücke hochgradig exakt gearbeitet. Dazu muss die gesamte Mechanik einer Werkzeugmaschine korrekt funktionieren – ungewollte Vibrationen beispielsweise produzieren Abweichungen von der angestrebten Werkstückgeometrie und damit teuren Ausschuss. Außerdem sind Abläufe in der Fertigung eng getaktet. Störungen und ungeplante Maschinenstillstände verursachen Zeitverlust und ggf. Straf- oder Ausgleichszahlungen, wenn Liefertermine nicht eingehalten werden.

Die smarte und vorausschauende Instandhaltung verfolgt daher das Ziel, Schäden und Verschleiß an Maschinenkomponenten frühzeitig zu erkennen, um unerwartete Ausfälle zu vermeiden. Sensoren an Maschinen überwachen Abläufe, prüfen Temperaturen, Vibrationen, Energieverbrauch und zahlreiche andere Parameter. Treten Abweichungen vom Soll auf oder

zeichnen sich problematische Trends ab, wird Alarm ausgelöst, sodass schnell Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können. Die meisten kommerziell verfügbaren Überwachungssysteme dieser Art sind jedoch Insellösungen, die Anlagenbetreiber lediglich über den Zustand bestimmter Komponenten informieren.

Smart Maintenance als Gesamtkonzept

Das Fraunhofer IPK forscht an Lösungen, die Erkenntnisse aus der Maschinenüberwachung in ein Gesamtkonzept zur Flotten-Instandhaltung integrieren. Diese reichen von der sensorgestützten Erfassung von Bauteilzuständen und dem Erkennen selbst kleinster Schäden über die Vorhersage eines kritischen Maschinenstatus mithilfe von digitalen Maschinenzwillingen bis zur Unterstützung von Servicekräften bei der Instandhaltung.



Demonstrator mit zwei Kugelumlaufspindeln und Dashboard

Zur Visualisierung des Prinzips wurde ein Demonstrator mit Kugelumlaufspindeln realisiert, an deren Linearachsen Schwingungsdaten aufgenommen werden. Kugelgewindetriebe sind zentrale Bauteile von Werkzeugmaschinen, die Werkstücke oder Werkzeuge extrem präzise bewegen. Wenn die Spindeln verschleifen, können Vibrationen Fehler am Werkstück verursachen. Schwingungsdaten sind jedoch nur ein Beispiel für die Anwendung der Lösung – diese ist auf andere Arten von Sensordaten adaptierbar.

Retrofit durch Add-on-Sensorik

Grundlage jeder Zustandsüberwachung ist eine geeignete Sensorik. Die entsprechenden Komponenten müssen nicht a priori in der Maschine verbaut sein, sondern lassen sich kostengünstig nachrüsten. Damit wird Smart Maintenance auch in ältere Maschinen integrierbar. Das Fraunhofer IPK nutzt Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)-basierte Sensorik, die etwa in Autos oder Smartphones eingesetzt wird. Sie wird für die Datenverarbeitung mit Mikrocomputern kombiniert. Diese können direkt auf den Komponenten platziert werden, die sie überwachen. Direkt dort findet auch die Datenverarbeitung statt, um die Übertragung großer Datenmengen zu vermeiden.

Maschinelles Lernen auf Sensordaten

Anhand der Informationen, die sich aus den Sensordaten gewinnen lassen, werden zunächst Komponentenzustände klassifiziert. Im Demonstrator werden Schwin-

gungsmuster unterschieden und bestimmte Muster mit Schäden am Bauteil korreliert. Die Klassifikation definiert zudem, welche Verhaltensmuster tolerierbar sind und welche ein Eingreifen erfordern. Die Erkennung der Schadensklassen kann später durch überwachtetes Lernen mit Falldaten aus dem laufenden Betrieb ständig verbessert werden.

Cloud-basierte Predictive Maintenance

Werden die Monitoring-Daten auf einer Industrial Internet of Things (IIoT)-Plattform gesammelt, lässt sich mit der Zeit eine Maschinenhistorie aufbauen. Diese erlaubt, das überwachte Lernen auf den Maschinenzuständen noch weiter zu treiben: Wurde über einen längeren Zeitraum beobachtet, wie sich Trends entwickeln, können Voraussagen zum Komponentenverschleiß getroffen werden. Damit ist der Schritt hin zur prädiktiven Instandhaltung getan. Mehr noch: Anhand der Historie lässt sich beobachten, ob bestimmte Prozessparameter Verschleiß fördern – dann lassen sich die Prozesse entsprechend anpassen.

Da die Entwicklung von Verschleiß maschinenindividuell ist, wird für jede Maschine ein eigener Maschinenzwilling angelegt. Er nimmt neben notwendigen Betriebsparametern auch die Ersatzteil- und Zustandshistorie auf. Wird ein Bauteil ausgewechselt, wird die Information über den Austausch auch im Zwilling hinterlegt. Der Maschinenzwilling ist damit jederzeit exakt mit der realen Maschine synchronisiert.

Unterstützung von Service-Einsätzen

Wird im Schadensfall ein Wartungseinsatz initiiert, können durch die Cloud-Anbindung Servicekräfte bei der Instandhaltung der Maschine unterstützt werden. So können sie über mobile Endgeräte mithilfe eindeutiger Kennzeichnungen wie QR-Codes zuverlässig die richtige Maschine identifizieren – wichtig vor allem in Unternehmen mit großen Maschinenparks – und das Teil finden, das ersetzt werden muss. Weiterhin können sie Handlungsanweisungen für den Tausch abrufen. Das Assistenzsystem, das eine solche Unterstützung ermöglicht, wird über ein adaptives Prozessmodell konfiguriert und kann flexibel angepasst werden, etwa bei neuen Erkenntnissen über den Bearbeitungsprozess oder bei Prozessänderungen. Dokumente, Medien und Informationen werden in dem Prozessmodell hinterlegt und situationsabhängig bereitgestellt.

Zielgruppe

Die Smart Maintenance-Konzepte des Fraunhofer IPK richten sich sowohl an Anlagenbetreiber als auch an Werkzeugmaschinenhersteller. Anlagenbetreiber werden in die Lage versetzt, mit einer kostengünstigen Retrofit-Lösung auch ältere Maschinen in ein durchgängiges Instandhaltungssystem einzubinden. Maschinenhersteller können darauf aufbauend nicht nur ihre Maschinen anhand echter Betriebsdaten optimieren, sondern auch zusätzliche Dienstleistungen zu ihrer Maschine anbieten, etwa zustandsgetriebene Instandhaltungsarbeiten.