

KHS Product Division Packaging erweitert kontinuierlich sein Serviceportfolio und bietet präventive Instandhaltung

| Bavaria N. V. | Industrie 4.0 | OEE | präventive Instandhaltung | Zustandsüberwachung |

Zusammenfassung

Industrie 4.0, Smart Factory, Internet of Things und Cyber Physical Systems sind Schlagworte, die unter anderem eine steigenden Digitalisierung in der Produktion beschreiben. Eine zunehmende Ausstattung der Maschinen mit Sensorik und Aktorik ist in vielen Fällen jedoch gar nicht nötig, denn bereits jetzt können Maschinen vielfach ein Datenlieferant sein. Was fehlt, sind oft lediglich die Konnektivität sowie das Wissen, um die vorhandenen Daten sinnvoll auszuwerten und zu verstehen. Die KHS GmbH hat zusammen mit dem Kunden und Partner Bavaria N.V. die Daten ihrer Maschinen gesammelt und Wissen über die Instandhaltung erworben, so dass nun auch andere Kunden bei der Optimierung der Instandhaltung, hin zur präventiven Instandhaltung, unterstützt werden können.

Einleitung

Am 3. und 4. März 2016 veranstaltete die KHS GmbH im Werk Kleve, Bereich Verpackungsmaschinen, eine Hausmesse unter dem Motto "Innovation for U". Unter den Vorträgen von Kunden und Partnern erregte der Vortrag von Hans van Vijfeijken (Global Engineering & Maintenance Manager at Bavaria N.V.) mit dem Titel „Packaging line of the future – Preventive maintenance“ großes Interesse. KHS GmbH unterstützt Bavaria N.V. schon seit Jahren sehr intensiv auf ihrem Weg zur Optimierung der Instandhaltung. Die bisher erzielten Ergebnisse wurden in dem Vortrag präsentiert und die Vision und die Zielsetzung für das gemeinsame Projekt wurden erläutert.

Das Ziel des gemeinsamen Projektes ist es, die zeitbasierte Instandhaltung, wie sie derzeit vorherrscht, durch eine präventive Instandhaltung abzulösen. Der Austausch eines Teils zu einem festen Zeitintervall soll dann durch einen geplanten Austausch nahe dem Lebensende des Teils ersetzt werden. Hierfür muss der Zustand des Teils überwacht werden, so dass der Ausfall genau vorher gesagt werden kann. Insgesamt wird durch eine präventive Instandhaltungsstrategie die Instandhaltung besser planbar, es können die Standzeiten und somit auch die Produktionszeiten verlängert werden und gleichzeitig werden ungeplante Stillstände reduziert. Dies resultiert in einer Steigerung der Verfügbarkeit der Anlage, was sich in der Overall Equipment Effectiveness (OEE) niederschlägt. Zudem kann auch eine Senkung der Instandhaltungskosten erreicht werden. Bavaria N.V. konnte bereits jetzt eine Steigerung der OEE um 27 % bei gleichzeitiger Senkung der Instandhaltungskosten von 16.000 EUR pro Jahr und pro Maschine erreichen.

Präventive Instandhaltung

Die Wahl der richtigen Instandhaltungsstrategie hat einen entscheidenden Einfluss auf die späteren Kosten in der Instandhaltung. Bereits heute unterstützt die KHS GmbH ihre Kunden bei der Instandhaltung, indem für jedes Ersatz- und Verschleißteil ein Austauschintervall empfohlen wird. Diese Austauschintervalle wurden in unzähligen Feldstudien empirisch ermittelt, so dass bereits jetzt der Kunde rechtzeitig die benötigten Ersatzteile bestellen kann. Die Ersatz- und Verschleißteile werden in einem



Abb. 1: Konzept der präventiven Instandhaltung

© all KHS



Abb. 2: Durchführung des Projektes

zentralen KHS Lager bevorrätet, so dass die Kunden auch hier ihre eigenen Lagerbestände klein halten können. Jedoch kann auch durch die Vorgabe von Austauschintervallen nicht sichergestellt werden, dass ein Teil bis zum notwendigen Austausch optimal ausgenutzt wird.

Die präventive Instandhaltung beschreibt eine Strategie, die unter Einbeziehung wirtschaftlicher Gesichtspunkte und mittels einer kontinuierlichen Zustandsüberwachung die Nutzung eines Teils möglichst lange ermöglicht, jedoch kurz vor dem Ende der Lebensdauer einen Austausch vorsieht. Hierbei werden Instandhaltungsaktivitäten so geplant, dass möglichst viele Aktivitäten zusammengelegt werden können, um lange Stillstandzeiten zu vermeiden. Hierfür müssen der Abnutzungsvorrat bekannt sein sowie Vorgaben für den Austausch eines Teils vorhanden sein.

Durch die steigende Digitalisierung auch in der Produktion wird der Zugriff auf Daten, die in der Produktion erzeugt werden und für eine Zustandsüberwachung notwendig sind, deutlich leichter. Insbesondere Verpackungsmaschinen erzeugen eine Vielzahl an Maschinendaten, die derzeit jedoch meist für das Berichtswesen erfasst werden. Doch stehen deutlich mehr Daten mit einem mitunter hohen Informationsgehalt z.B. über den Abnutzungsgrad eines Teils zur Verfügung, die richtigen Auswertungsmethoden vorausgesetzt.

Allein die Sammlung der Daten ist jedoch nur der erste Schritt (s. Abbildung 1). Erst die Analyse wandelt die Daten in Information, die im Rahmen der Instandhaltung verwendet werden kann, wie z.B. Informationen über bevorstehende Ausfälle von Komponenten. Gleichzeitig muss die Analyse jedoch auch möglichst in Echtzeit das Produkt überwachen und über für jeden leicht verständliche Mechanismen wie z.B. ein Ampelsystem auf einen bevorstehenden Ausfall hinweisen.

Durch den Einsatz geeigneter Auswertemethoden kann ein Ausfall bereits lange im Voraus vorhergesagt werden, so dass Instandhaltungsereignisse frühzeitig eingestellt und geplant werden können. Die Teilebeschaffung und auch die Personalplanung können ebenso frühzeitig erfolgen, so dass z.B. auch Urlaubszeiten mit eingeplant werden können.

Die benötigten Ersatzteile sowie das notwendige Werkzeug werden dem Werker für jedes Instandhaltungsereignis zielgerichtet zur Verfügung gestellt, so dass ein langes Suchen nach Teilen oder Werkzeug entfallen kann. Der Werker kann somit Instandhaltungen schneller als bisher durchführen und anschließend genau dokumentieren, welche Arbeiten durchzuführen waren.

Das Preventive Maintenance Projekt von KHS und Bavaria

Das Preventive Maintenance Projekt ist ein wichtiger Schritt in die Richtung der Zustandsüberwachung und Vorhersage von Ausfällen. Die Durchführung des gemeinsamen Projektes wurde von KHS GmbH und Bavaria N.V. in mehrere Stufen unterteilt (s. Abbildung 2). Zunächst erfolgte eine Analyse zur Identifizierung kritischer Teile und Komponenten. Es folgte eine Bewertung dieser Teile und Komponenten, um die Reihenfolge festzulegen in der dann Lösungen zu erarbeiten waren. Die Lösungen wurden im Werk Kleve, KHS Innopack Kisters getestet und nach erfolgreichen Tests direkt bei Bavaria N.V. eingebaut. Derzeit werden Algorithmen entwickelt, um die Daten effizienter als bisher auszuwerten.

Die Produktion ist bei Bavaria N.V. sehr gut dokumentiert, so dass bereits zu Beginn des Projektes eine breite Datenbasis zur Verfügung stand. Beispielsweise wird im Betrieb jeder Stillstand, jede Wartung und falls bekannt auch deren Ursache festgehalten. Selbst ein vermeintlich kleiner Stillstand z.B. durch ein umgefallenes Produkt wird aufgenommen. Hierbei unterstützen natürlich bereits jetzt die Maschinen von KHS GmbH, da jeder von der Maschine erkannte Fehler in dem Human Machine Interface (HMI) hinterlegt wird und anhand eines Fehlercodes eindeutig identifiziert und ausgelesen werden kann. Die hieraus resultierende Datenmenge wurde ausgewertet und es konnte ein historisches Profil der untersuchten Verpackungsmaschine erstellt werden. Aus dem Profil gingen sowohl Fehlerhäufungen als auch die Abstellmaßnahmen hervor. Somit war es möglich genau zu erkennen, welche Fehler, wann, wie oft und mit welchen Auswirkungen auftraten und welche Aktionen zu einer Behebung des Fehlers führten.

Die Fehler, die entweder besonders häufig auftraten oder zu langen ungeplanten Stillständen führten, wurden zunächst im Rahmen einer der Failure modes and effects

analysis (FMEA) angelehnten Methodik ausgewählt, um hierfür Lösungskonzepte zu erarbeiten. Teil eines Lösungskonzeptes war immer, den Fehler so früh wie möglich zu erkennen. Es stellte sich heraus, dass viele Probleme bereits heute aus den in der Maschine erzeugten Daten erkannt werden können. Lediglich für einige Punkte war die Nachrüstung von Sensoren notwendig.

Die folgenden Schritte zur Erarbeitung eines Lösungskonzeptes hin zur fertigen Lösung werden anschaulich anhand von zwei ausgesuchten Beispielen erläutert. Das erste Beispiel zeigt deutlich auf, wie bereits vorhandene Daten für eine Auswertung im Rahmen der zustandsorientiert präventiven Instandhaltung genutzt werden können. Das zweite Beispiel erläutert, wie bereits mit dem Einsatz nur eines Sensors gleich ein vielfacher Nutzen für den Kunden entstehen kann.

Beispiel 1: Überwachung von Servomotoren und angebundener Komponenten

Die Verpackungsmaschinen der KHS GmbH bieten jedem Kunden eine optimale Anpassung an die individuellen Bedürfnisse. Hierfür werden die modular aufgebauten Maschinen für jeden Kunden eigens zusammengestellt. In den Maschinen werden an mehreren Stellen im Prozess geregelte Servomotoren eingesetzt.

Die Steuerung der Servomotoren wird mittels einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) realisiert. Es werden im Millisekundentakt Befehle an die Servomotoren gesendet und gleichzeitig wird die aktuelle Position erfasst. Die Steuerung „weiß“ also zu jedem Zeitpunkt, welche Stellung ein Motor derzeit einnimmt und wie vorgefahren werden muss, um das voreingestellte Profil zu erreichen. Die zur Steuerung benötigten oder aus der Steuerung berechneten Daten wie z.B. Ströme, Drehmomente, Positionen, Temperaturen sind bereits vorhanden, werden aber ausschließlich für die Steuerung benutzt.

Ein Auslesen der genannten Daten ist möglich, setzt jedoch einerseits eine ausreichende Rechenleistung, um den Produktionsprozess nicht zu stören, und andererseits auch eine ausreichende Speicherkapazität voraus, um die anfallende Datenmenge abspeichern zu können. Cloudansätze sowie Big Data, liefern hier Lösungen, die für jeden Kunden maßgeschneidert werden können. So kann auch nach dem Auslesen ein schneller Datenzugriff gewährleistet werden, der für eine Auswertung notwendig ist.

Die Auswertung der Daten erfolgt gleich mit mehreren Zielen. Zunächst werden der Verschleiß innerhalb der Antriebe sowie deren Auslastung, detektiert. Über Methoden

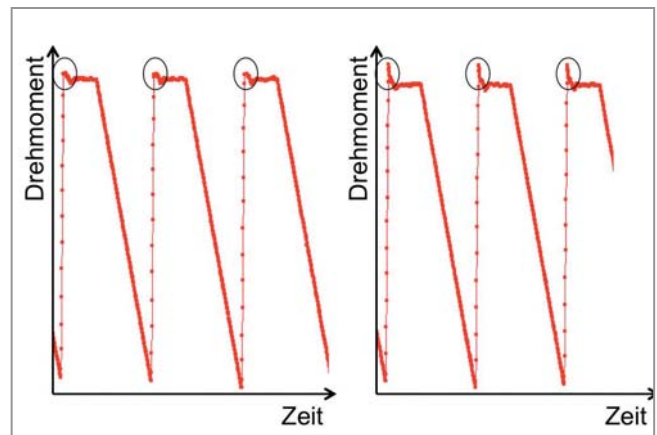


Abb. 3: links: Drehmomentverlauf eines neuen geregelten Servomotors;
rechts: Drehmomentsprünge durch Verschleiß einer Kupplung

der deskriptiven Statistik wird erkannt, ob oder wann ein Antrieb ausgetauscht werden muss. Gleiches gilt für die Überwachung eventuell verbauter Kupplungen oder Getriebe. Deren Zustand wird durch die Überwachung von „Sprüngen“ und „Schlägen“ in der Drehmomentkurve untersucht.

Zusätzlich liefert die Überwachung der Drehmomente Informationen über die transportierten Massen, was wiederum benutzt wird, um den Verschleiß von Transportbahnen zu erkennen. Diese Information wird mittels Verfahren der künstlichen Intelligenz mit den Meldungen im Human Machine Interface (HMI) verglichen. So kann vorhergesagt werden, wann Bahnen ausgetauscht werden müssen.

Durch die Auswertung nur weniger Signale können somit gleich mehrere Komponenten untersucht werden. Servomotoren, Kupplungen, Getriebe und Bänder sind nur einige Komponenten, die durch die Auswertung der Steuerungsdaten stetig überwacht werden können.

Beispiel 2: Erkennen von abnutzungsbedingten Längenänderungen

Rollenketten, wie sie mehrfach in Verpackungsmaschinen, aber auch in anderen Bereichen der Industrie eingesetzt werden, unterliegen bauartbedingt einem Verschleiß. Der Verschleiß macht sich in Form einer Längenänderung bemerkbar. Dieser Effekt ist bekannt und kann in einer Vielzahl von Bereichen zu Problemen führen. Durch eine Längenänderung der Ketten ist die Synchronisation an den Übergabepunkten nicht mehr gewährleistet und der Transportprozess der Produkte ist an genau diesen Stellen gestört.

Zum Ausgleich der Längenänderung kann bereits jetzt das Timing für die Übergabe im HMI genau eingestellt werden.

Durch eine Nachverfolgung der Umstellung, kann eine gesamte Längenänderung bestimmt werden, die allerdings sehr ungenau wäre. Die Erkennung der gesamten Längenänderung einer Kette ist jedoch notwendig, da diese ein Maß für den Verschleiß darstellt. Übersteigt die Längenänderung einen Wert von in der Regel 3 % (In der Literatur und von den Herstellern werden hier leicht abweichende Werte genannt) wird zudem von einem Verschleiß der antreibenden Zahnräder ausgegangen.

Besonders verschlissene Ketten neigen zudem dazu einen Zahn des Zahnrades zu überspringen. In dem Fall ist die Synchronisation nicht mehr gewährleistet und es kommt ebenfalls zu Problemen in der Produktion. Aber auch andere Effekte, wie zum Beispiel Verschmutzungen können zu einem Überspringen führen. Die Auswirkungen sind meist schwerwiegend, da die Kette zuerst wieder in die richtige Position gebracht werden muss, die richtige Position jedoch nicht bekannt ist.

Es wurde ein System entwickelt, dass die Position und Länge der Kette genau erkennt. Somit kann das Überspringen direkt erkannt werden und die Maschine stoppt automatisch. Ein Zurücksetzen der Kette ist nur bei paarweisen Ketten nötig. Ansonsten kann der Nullpunkt neu gesetzt und sofort weiter produziert werden. Die Synchronisation wird zudem dadurch gewährleistet, dass ein Korrekturwert direkt in dem HMI angegeben wird. Der Bediener kann diesen sofort übernehmen.

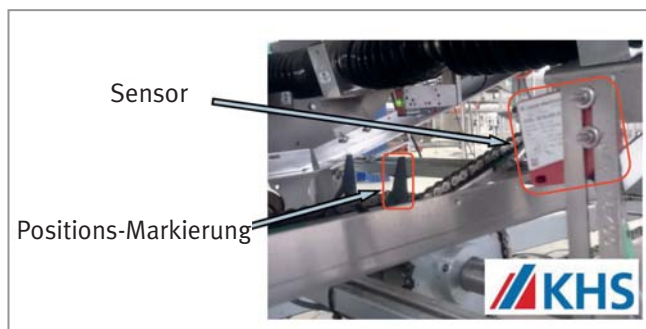


Abb. 4: Sensor zur Erfassung der Längenänderung von Ketten

Ein weiterer positiver Effekt ist, dass der Austauschzeitpunkt der Kette genau berechnet werden kann. Unter Anwendung von Lernalgorithmen wird das Verhalten der Kette sehr genau vorhergesagt, so dass der Austausch langfristig geplant werden kann.

Zusammenfassung

Der Weg zur präventiven Instandhaltung führt über eine Auswertung vorhandener Daten. Das Aufnehmen und Speichern der Daten stellt heutzutage kein großes Hindernis mehr dar. Dank Cloud Computing, Big Data und den allgemeinen Bestrebungen im Rahmen Industrie 4.0 sind die Rahmenbedingungen geschaffen.

Die Schwierigkeit liegt vielmehr in der Auswertung der gesammelten Daten. Hierfür ist eine langjährige Erfahrung des Betriebs notwendig. Durch die strategische Partnerschaft zwischen KHS GmbH als Hersteller und Bavaria N.V. als Betreiber gleich mehrerer Anlagen, hat die KHS GmbH das notwendige Anwendungswissen, um die Maschinendaten sinnvoll auswerten zu können.

Die Spezialisten der KHS GmbH wenden unterschiedlichste Verfahren aus den Bereichen der deskriptiven Statistik und Künstlichen Intelligenz an, um für jeden potentiellen Fehler eine geeignete frühzeitige Erkennung zu ermöglichen. Erst die Verbindung mehrerer Verfahren führt dazu, dass auch wirklich genau der Ausfall einer Komponente vorhergesagt werden kann.

Für die Kunden ergeben sich gleich mehrere Nutzen. Die Ersatzteilbestellung kann Just-In-Time erfolgen, so werden große Bevorratungen von Ersatzteilen vermieden. Die Instandhaltung kann effizient und langfristig geplant werden. Ungeplante Stillstände werden durch eine kontinuierliche und automatisierte Überwachung vermieden. Insgesamt wird somit die Verfügbarkeit der Anlage gesteigert und gleichzeitig werden die Instandhaltungskosten deutlich gesenkt.

Autoren:

Dr.-Ing. Andreas Lindner,

KHS Innopack Kisters D-47533 Kleve, www.khs.com

Hans van Vijfeijken, Bavaria N.V.

NL-5737 RV Lieshout, www.bavaria.com

Kontakt: Karl-Heinz Klumpe, KHS Innopack Kisters
D-47533 Kleve, www.khs.com