

Das „echte“ Gold der Instandhaltung

Effiziente Instandhaltung ist ein wesentlicher Aspekt einer ressourcenschonenden Industrie.



Analyse eines technischen Systems auf Basis intelligenter Algorithmen © Shutterstock.com / PopTika

Jede Sekunde, die eine Maschine arbeitet statt gewartet oder instandgesetzt zu werden, vermeidet Verschwendungen und generiert Mehrwerte. Deshalb müssen Instandhaltungsereignisse antizipiert, bewertet und mit Behandlungs-Algorithmen versehen werden.

Warum gibt es nicht „die“ richtige Instandhaltungsstrategie?

Das Ziel einer richtigen Instandhaltungsstrategie ist, ein Fehlerereignis vorherzusagen zu können, um die Reparatur vor Eintritt des Ereignisses und damit vor einem Maschinenausfall durchzuführen. So ist es möglich, Stillstandzeiten einer Maschine zu planen, das notwendige Werkzeug und die Ersatzteile frühzeitig zu organisieren und das Personal rechtzeitig anzuweisen.

Predictive Maintenance

Warum aber setzt nicht jedes Unternehmen auf diese „Predictive Maintenance“, den Traum einer jeden Instandhaltung? Fehlerereignisse hochkomplexer technischer Systeme sind leider nicht so vorhersagbar, wie wir uns diese erhoffen, maximal eine von zehn potenziellen Fehlerursachen kann gut bis sehr gut vorhergesagt werden. Diese ist dann auch der perfekte Kandidat für die Instandhaltungsstrategie „Predictive Maintenance“. Alle anderen haben einen zu geringen Prognostizierbarkeitsgrad. Ein typisches Beispiel hierfür ist einer der häufigsten Fehlerereignisse von hochvernetzten Systemen, der Leitungsfehler.

Ursachen können unter anderem ein Kurzschluss, ein Bruch oder ein offener Stecker sein. Diese Ursachen kündigen sich aber weder an, noch sind sie anderweitig vorhersagbar. Sie sollen jedoch ebenfalls erkannt und behoben werden. Hierfür benötigt man angepasste Instandhaltungsstrategien.

Was sind Ereignisse technischer Systeme?

Bei einem Ereignis wirkt eine definierte Fehlerursache und beeinflusst das technische System in seiner

normalen Funktion. Um Fehlerursachen technischer Systeme besser zu verstehen, kann man die resultierenden Ereignisse grob in Kategorien mit gemeinsamen Eigenschaften einteilen.

• Umgebungereignisse

haben ihre Ursachen in der Umgebung um das technische System herum oder sogar in der Umwelt. Es sind meist Überschreitungen von Grenzwerten physikalischer Größen. Beispiele können zu hohe Temperatur, zu hohe Luftfeuchtigkeit, zu hoher Luftdruck oder zu viele Staubpartikel sein.

• Prozessereignisse

sind Fehler, deren Ursachen im Produktlebenszyklus oder in seiner konkreten Umsetzung liegen. Das können fehlende Einstellungen oder Programmierungen des technischen Systems sein, aber auch fehlende Arbeitsmittel oder falsche Reihenfolgen bei der Anwendung des Produktionsprozesses.

• Fehlerereignisse

werden durch Fehler im System verursacht. Hierunter werden die klassischen Fehlerursachen verstanden. Defekte Steuergeräte, klemmende Aktoren oder Druckverlust sind Beispiele in dieser Kategorie.

• Funktionsereignisse

werden durch die Umsetzung einer Funktion des technischen Systems verursacht und führen zu Einschränkungen der Funktionalitäten. Aktivierung oder Deaktivierung von speziellen Systemfunktionen, funktionale Sicherheitsmechanismen, Überschreitungen von Zählwerten, Regelgrenzen oder Ergebnissen von Systemberechnungen sind Beispiele für mögliche Ursachen für ein Funktionsereignis.

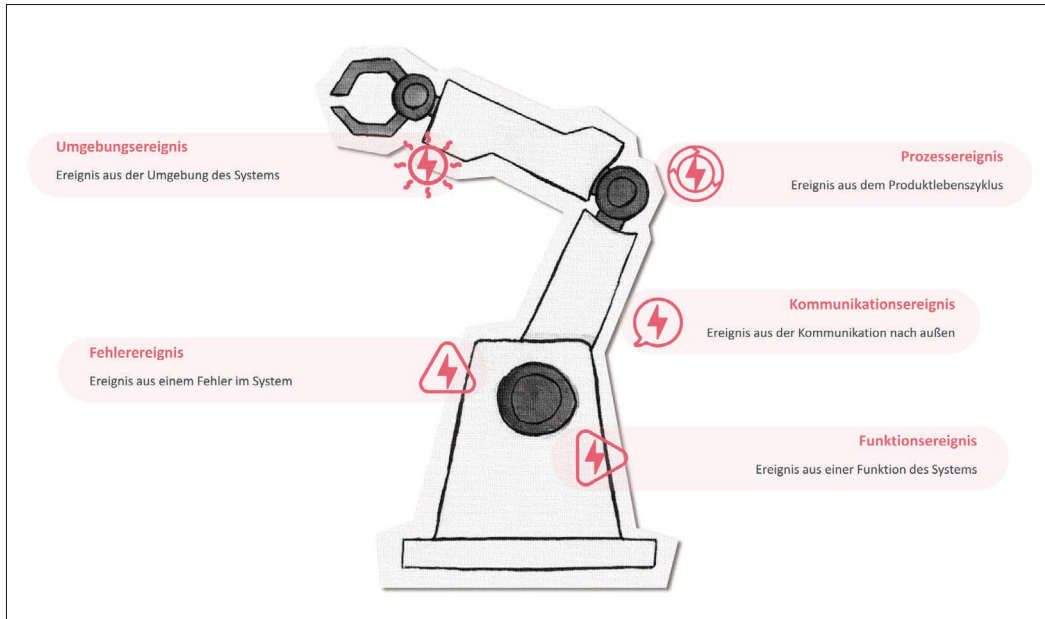
• Kommunikationsereignisse

entstehen durch die Vernetzung mit anderen Systemen. Diese Ereignisse können auftreten durch Hinweise, Warnungen, Informationen oder Nachrichten von Geräten außerhalb des Systems. Aber auch externe Zugriffe und Interventionen durch Diagnosefunktionen werden hier zugeordnet. Beispiele sind falsche Freischaltcodes, Ereignismeldungen über das Internet oder die Durchführung eines Updates.

Schnelle und gezielte Beseitigung

Jedes Ereignis in jeder der fünf Kategorien führt zu einer Störung des normalen Funktionsablaufs des technischen Systems. Wichtig für die Produktivität der betroffenen Maschine oder Anlage ist

Autor:
Heino Brose
Geschäftsführer
Synostik GmbH
www.synostik.de



Übersicht der potenziellen Ereignisse eines technischen Systems © Synostik GmbH

dann in jedem Fall eine schnelle und gezielte Beseitigung des Fehlers bzw. ein schnelles Reagieren auf das Ereignis.

Schon beim ersten Betrachten der einzelnen Kategorien fällt aber auf, dass es auf der einen Seite Fehlerursachen gibt, die mit etwas Erfahrung vorauszusagen sind. Ein Beispiel hierfür ist der klassische Verschleiß von Teilen. Auf der anderen Seite gibt es aber auch Fehlerursachen, die nicht vorauszusagen sind. Kommunikationsereignisse oder Prozessereignisse liegen in der Regel außerhalb des betrachteten Systems und sind daher nicht voraussehbar.

Offensichtlich kann in obigen Fällen also mit unterschiedlichen Instandhaltungsstrategien gearbeitet werden. Um herausfinden, welche Instandhaltungsstrategie für welches Ereignis genutzt werden kann, muss man sich die einzelnen Ereignisse aber noch differenzierter ansehen.

Der Fingerabdruck technischer Ereignisse

Analysiert man alle Ereignisse eines technischen Systems, so stellt man schnell fest, dass jedes Ereignis spezifische Merkmale und Eigenschaften hat. Diese können kategorisiert und gemessen und als eine Art Fingerabdruck des Fehlerereignisses betrachtet werden. Im Folgenden werden beispielhaft Eigenschaften aufgeführt, wie sie seit

Jahren in den Branchen Automotive und Maschinenbau verwendet werden. Diese Beispiele haben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, je nach Branche und System können mehr oder weniger Kriterien berücksichtigt werden.

Kritikalität

Die Kritikalität beschreibt die Schwere eines Ereignisses im Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit oder Häufigkeit seines Auftretens. Je höher der Wert, desto wahrscheinlicher ist das Ereignis, desto schwerwiegender sind seine Auswirkungen und desto schneller

wird die betroffene Funktion im System abgebrochen.

Identität

Die Identität beschreibt, wie gut Lokalisierung und eindeutige Identifizierung bei einem Ausfall oder Ereignis vorgenommen werden können. Je höher der Wert, desto besser lässt sich das Ereignis entdecken und finden.

Reparabilität

Die Reparabilität beschreibt die Wiederherstellbarkeit nach einem Ausfall oder Ereignis im Zusammenhang mit Aufwand, Kosten und

Dauer für die Ereignisbehebung. Je höher der Wert, desto leichter lässt sich ein Ereignis beheben.

Prädiktabilität

Die Prädiktabilität beschreibt die Voraussagbarkeit eines Ereignisses im Zusammenhang mit seiner Ausfallmessbarkeit, dem Aufwand der Analyse und der Erkennbarkeit von Mustern. Je höher der Wert, desto besser lässt sich ein Ereignis voraussagen.

Präventabilität

Die Präventabilität beschreibt die Vermeidbarkeit eines Ereignisses im Zusammenhang mit seiner Austauschbarkeit, seiner Verbesserbarkeit und dem Aufwand für die Vermeidung. Je höher der Wert, desto besser lässt sich ein Ereignis vermeiden.

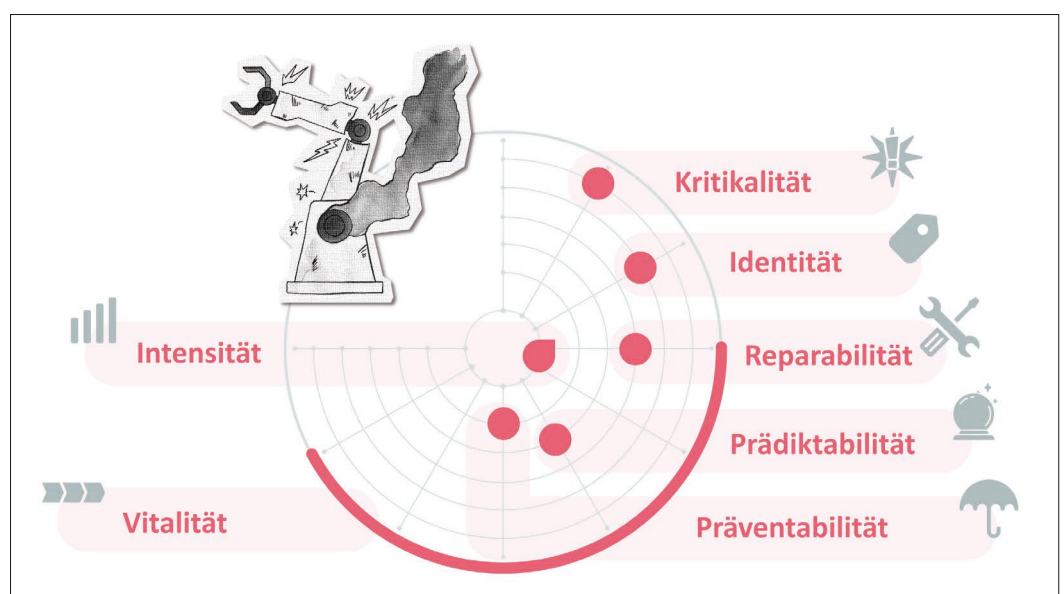
Intensität

Die Intensität ist der Durchschnitt aller bisherigen Merkmale und erlaubt die Gewichtung des Ereignisses im Vergleich zu anderen Ereignissen.

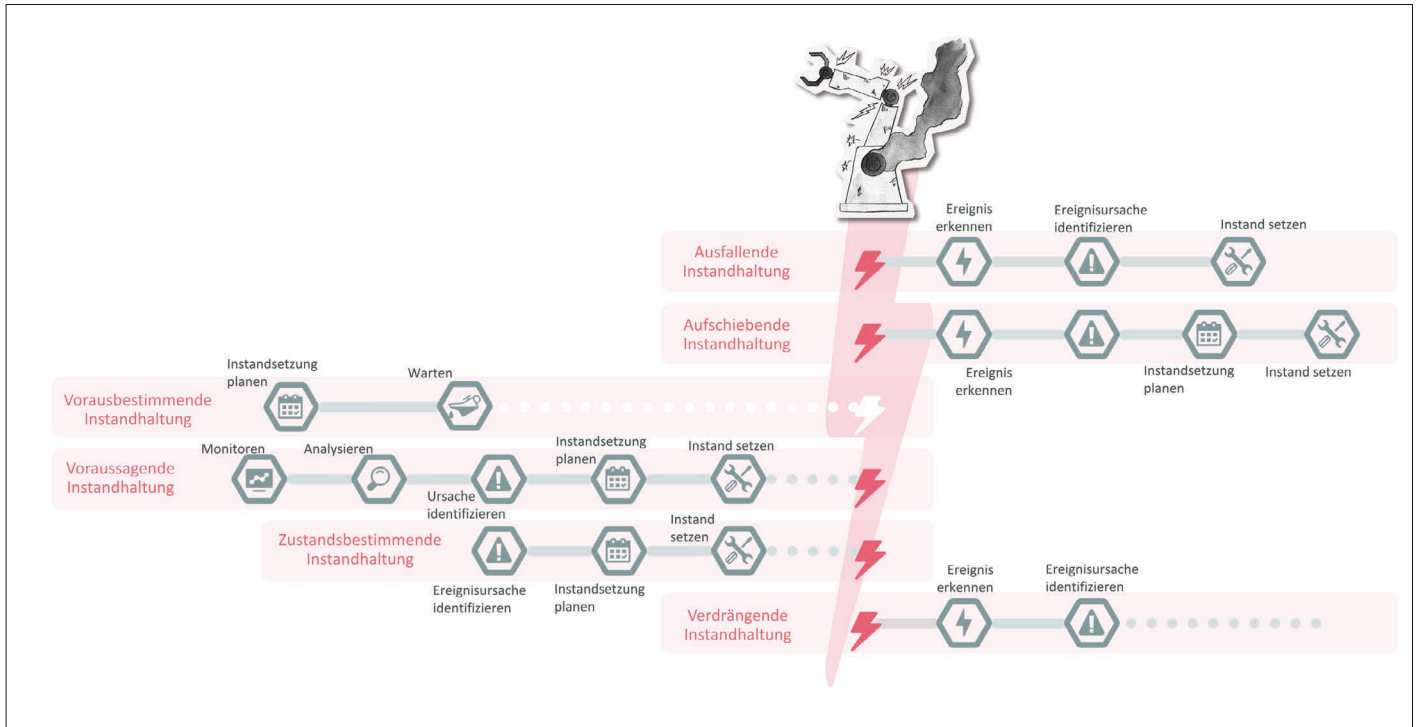
Vitalität

Die Vitalität gibt an, in welchem Lebensabschnitt des technischen Systems ein Ereignis eintreten kann. Sie stellt im Vergleich zu den anderen Merkmalen keinen einzelnen Wert dar, sondern einen Zeitbereich.

Vergleicht man die Merkmale und Eigenschaften verschiedener Ereignisse miteinander, stellt man fest, dass sich für jedes Ereignis ein typischer Fingerabdruck



Fingerabdruck von Ereignissen technischer Systeme © Synostik GmbH



Die bekanntesten Instandhaltungsstrategien für technische Fehlerereignisse © Synostik GmbH

bildet. Dieser Fingerabdruck gibt einen ersten Hinweis auf mögliche Instandhaltungsstrategien für das entsprechende Ereignis. Ähnliche Fingerabdrücke fordern dieselben Instandhaltungsstrategien.

Die bekanntesten Instandhaltungsstrategien

Eine Instandhaltungsstrategie beschreibt die Vorgehensweise, wie Produktivität und Lebenserwartung einer Anlage aufrechterhalten oder sogar erhöht werden. Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Strategien, die sich unterscheiden in ihrem Durchführungszeitpunkt relativ zu einem Ereignis und in den einzelnen Aufgaben innerhalb der Strategiedurchführung. Die folgende Übersicht zeigt die bekanntesten Instandhaltungsstrategien.

Reactive Maintenance

Die ausfallende Instandhaltung oder Reactive Maintenance ist eine korrektive Instandhaltung, die ohne Aufschub nach der Fehlererkennung ausgeführt wird, um unannehmbare Folgen zu vermeiden. Alle Ereignisse, die sich gut identifizieren und lokalisieren lassen, sind für die ausfallende Instandhaltung sehr gut geeignet. Dagegen müssen Ereignisse, die keine oder kaum eine Funktionsauswirkungen haben und sehr unwahr-

scheinlich eintreten, für diese Strategie nicht berücksichtigt werden. Sicherheitsrelevante Fehler sollten durch andere Instandhaltungsstrategien behoben werden.

Vorteile dieser Instandhaltungsstrategie sind die maximale Ausnutzung der Lebensdauer der Komponenten, der geringe Planungsaufwand, die einfache Umsetzbarkeit und die Einbeziehung der Anwender in die Instandhaltungsregelung. Die Zeitdauer wird nur durch die Reparatur selbst geprägt. Jedoch müssen ungeplante, sofort durchzuführende Tätigkeiten, das Risiko auf längere Stillstandszeiten und die geringere Anlagenverfügbarkeit als Nachteile eingeplant werden.

Active Maintenance

Die aufschiebende Instandhaltung oder Active Maintenance ist eine korrektive Instandhaltung, die nicht unmittelbar nach der Fehlererkennung ausgeführt, sondern nach vorgegebenen Instandhaltungsregeln zurückgestellt wird. Sie ist eine Nebenform der ausfallenden Instandhaltung mit der Besonderheit, dass der Zeitpunkt der Reparatur geplant wird. Alle Fehlerereignisse, die gut identifiziert und lokalisiert werden können, sind gut geeignet. Sicherheitsrelevante Fehler und Einschränkungen der Funktion müssen durch andere Instand-

haltungsstrategien behoben werden. Jedoch machen schnell und sofort behebbare Fehler für diese Strategie keinen Sinn.

Diese Instandhaltungsstrategie hat dieselben Vor- und Nachteile wie die ausfallende Instandhaltung. Zusätzlich sollten als Nachteile jedoch noch der zusätzliche Planungsaufwand und das Risiko von Folgeschäden genannt werden.

Preventive Maintenance

Die vorausbestimmende Instandhaltung oder Preventive Maintenance ist eine präventive Instandhaltung, die nach einem festgelegten Zeitplan oder nach einer festgelegten Zahl von Nutzungseinheiten durchgeführt wird, jedoch ohne vorherige Zustandsermittlung. Hierbei handelt es sich um eine klassische Wartung. Alle Ereignisse, die wenig Kosten verursachen und bei denen die Wartung im Verhältnis zu einer möglichen Reparatur nicht zu lange dauert, sind gut geeignet für diese Strategie. Nicht geeignet sind schwer reparierbare Fehlerereignisse und unwahrscheinliche Ereignisse ohne Auswirkungen auf die funktionale Sicherheit und Funktion.

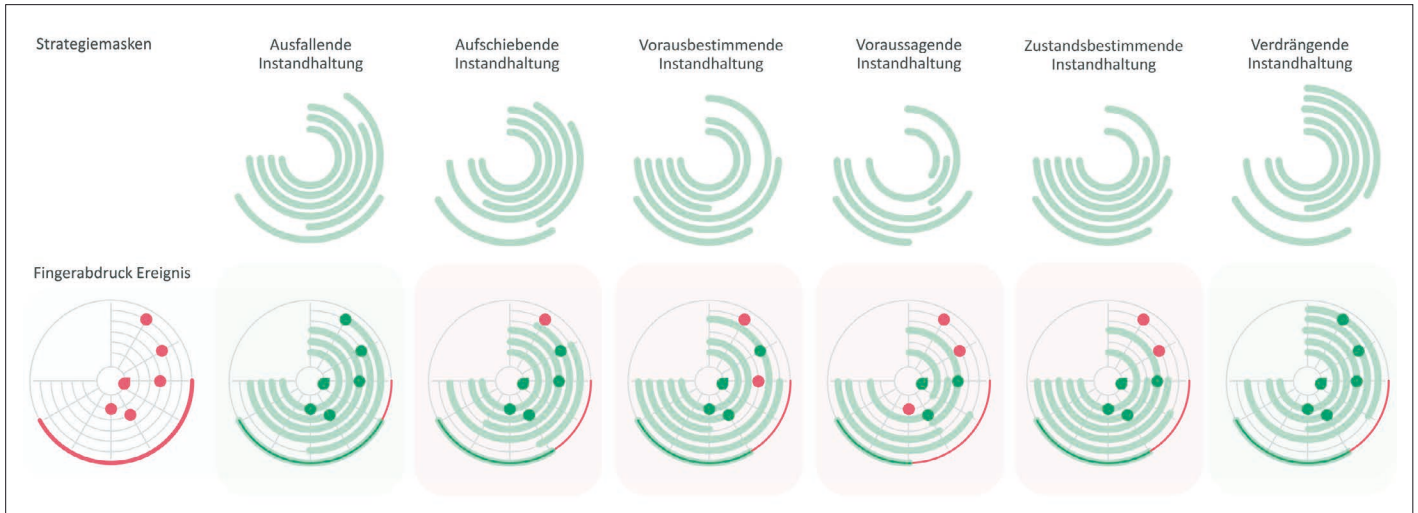
Vorteile dieser Strategie sind Planbarkeit der Arbeiten (Termin und Dauer), genaue Kenntnisse der Abläufe und der benötigten Ersatz-

teile, hohe Materialverfügbarkeit, hohe Arbeitsqualität, exakte Kalkulierbarkeit, Reduktion ungeplanter Ausfälle und erhöhte Lebensdauer der Komponenten. Nachteilig wirken dagegen erhöhte Kosten und zusätzliche Arbeitsstunden für Planung und Durchführung der Wartung und fehlende Kenntnis über das reale Ausfallverhalten der Anlage.

Predictive Maintenance

Die voraussagende Instandhaltung oder Predictive Maintenance ist eine präventive Instandhaltung, die auf Basis einer Vorhersage durchgeführt wird. Grundlagen dieser Vorhersage sind bekannte Eigenschaften oder Erfahrungen aus Analysen der Vergangenheit oder das Eintreten von wichtigen Parametern, welche den Abbau eines Elements kennzeichnen. Mit dieser Instandhaltungsstrategie wird ein zukünftiges Fehlverhalten eines Systems vermieden. Die Komponenten eines potenziellen Fehlerereignisses werden ausgetauscht oder die Auswirkungen der Fehlerursachen werden reduziert, bevor das Ereignis eintritt. Wichtig hierfür ist, dass das Ereignis einen gewissen Grad der Vorhersagbarkeit haben muss.

Die Vorteile sind Planbarkeit der Arbeiten, Bekanntheit der Abläufe und benötigten Ersatzteile, hohe Materialverfügbarkeit, hohe Arbeits-



Beispiel des EventFingerprintMasking für ein beispielhaftes Ereignis © Synstik GmbH

qualität, exakte Kalkulierbarkeit, erhöhte Anlagenverfügbarkeit, weniger ungeplante Ausfälle und erhöhte Lebensdauer der Komponenten. Nachteile sind dagegen die Notwendigkeiten von ausreichendem Vorlauf zur Planung, von intelligenten Algorithmen, von ausreichend vorhandenen Datensätzen zur Mustererkennung. Weitere Nachteile sind höherer Aufwand und höhere Kosten durch Planung und Durchführung vermehrter Wartungsarbeiten, hohe Anforderungen an Personalqualifikation für die Entwicklung der Algorithmen und notwendige Kenntnis über das Ausfallverhalten der Anlage. Ferner kann diese Strategie erst weit nach Produktionsbeginn eingesetzt werden, da benötigte Erfahrungen erst gesammelt werden müssen.

Aufgrund der Vielzahl der Nachteile sind sowohl unwahrscheinliche und seltene Ereignisse mit geringen Auswirkungen auf die funktionale Sicherheit und Funktion als auch schwer reparierbare und kostenintensive Ereignisse für eine voraussagende Instandhaltung nicht geeignet.

Condition Based Maintenance

Die zustandsbestimmende Instandhaltung oder Condition Based Maintenance ist eine zustandsorientierte Instandhaltung. Mögliche Instandhaltungsmaßnahmen resultieren aus Beurteilungen des physischen Zustands und gegebenenfalls weiterer Analysen. Sie ist eine vorher-sagende, wissensbasierte Strategie. Alle Ereignisse mit einer gewissen

Vorhersagbarkeit und guter Lokalisierung sind geeignet.

Vorteile und Nachteile sind identisch zur voraussagenden Instandhaltung.

Verdrängende Instandhaltung

Die verdrängende Instandhaltung ist eine Strategie bei der ein erkanntes oder vorhandenes Ereignis ignoriert wird. Sie ist keine echte Instandhaltung, sondern eher eine Lösung für den Umgang mit speziellen Fehlerereignissen. Mit dieser Instandhaltungsstrategie wird ein bekanntes oder unbekanntes Fehlverhalten eines Systems nicht behoben. Diese Strategie ist nur sinnvoll bei Ereignissen mit keiner oder geringer Funktionsauswirkung.

Vorteilhaft sind die nicht anfallenden Kosten. Nachteilig ist jedoch, dass mindestens Funktionseinschränkungen der Anlage zu erwarten sind, gegebenenfalls sogar ein erhöhtes Ausfallrisiko besteht, weil eben keine Reparatur durchgeführt wird.

Die passende Instandhaltungsstrategie für jedes Ereignis

Die effektivste Instandhaltung erreicht man dann, wenn die angewendete Instandhaltungsstrategie zum anliegenden Instandhaltungseignis passt. Daher ist die entscheidende Aufgabe, zu einem Ereignis die nutzbaren Instandhaltungsstrategie zuzuordnen. Wie kann das gelingen?

Eine einfache und sehr erfolgreiche Methodik ist das EventFingerprint-

Masking. Bei dieser Methode werden die Eigenschaften der Instandhaltungsstrategien mit den Fingerabdrücken technischer Ereignisse verglichen.

Die voraussagende Instandhaltung zum Beispiel ist zunächst einmal prinzipiell besonders geeignet für Ereignisse mit einer hohen Prädiktabilität. Da diese Instandhaltungsstrategie aber auch gravierende – insbesondere wirtschaftliche – Nachteile hat, sollten zusätzliche spezifische Merkmale betrachtet werden. Bei gut identifizierbaren oder leicht reparierbaren Ereignissen kann man vielleicht besser einfach abwarten, bis das Ereignis eintritt, und sich dann kümmern. Bei leicht vermeidbaren Ereignissen ist es wahrscheinlich auch besser, das Eintreten des Ereignisses zu vermeiden, anstatt frühzeitig z. B. komplette Komponenten auszutauschen.

Weist der Fingerabdruck des Ereignisses neben der hohen Prädiktabilität aber eine niedrige Präventabilität, eine niedrige Identität und eine niedrige Reparabilität auf, so kann die voraussagende Instandhaltung eine gute Wahl sein.

Durch diesen Ansatz entstehen für jede einzelne Strategie spezielle Maskierungen, die gut für die Analyse und zur Strategieentscheidung jedes einzelnen Ereignisses genutzt werden können. Eine Instandhaltungsstrategie ist dann für ein Ereignis gut anwendbar, wenn der typische Fingerabdruck des Ereignisses in die Maske der Instandhaltungsstrategie passt. Die folgende Grafik zeigt als Beispiel die Masken

der oben beschriebenen Instandhaltungsstrategien, zusätzlich einen beispielhaften Fingerabdruck eines Ereignisses und sein Passen in die jeweiligen Masken.

In diesem Beispiel ist zu erkennen, dass das gewählte Ereignis sehr gut sowohl in die Maske der ausfallenden als auch in die der verdrängenden Instandhaltung passt. Wogegen die anderen Instandhaltungsstrategien eine eher schlechte Wahl wären. Diese Methodik ist für jedes einzelne Ereignis eines technischen Systems anzuwenden. Anschließend kann festgelegt werden, welche Instandhaltungsstrategien für welche Ereignisse umzusetzen sind.

Fazit

Eine Vielzahl von Ereignissen kann Funktionalität und Produktivität eines technischen Systems stören. Die richtige Instandhaltungsstrategie für jedes Ereignis ist entscheidend, um die Produktivität einer Maschine oder Anlage hoch und gleichzeitig Instandhaltungskosten niedrig zu halten. Da jedes der Ereignisse seinen individuellen Fingerabdruck hat, kann man mit dessen Hilfe die potenziell möglichen Instandhaltungsstrategien ableiten. Dafür sind spezielle diagnostische Methoden, Kataloge und Verfahren unerlässlich.

Nutzt die Industrie die bereits vorliegenden Erfahrungen zu den Ereignissen aus anderen Branchen, können perfekt angepasste Diagnosestrategien einen wirtschaftlichen Vorteil in der Instandhaltung bringen. ◀