

# Die Datenflut als Big Data nutzen

## Vorausschauendes Instandhalten mittels Software und künstlichen neuronalen Netzen

Vom Ansatz der vorausschauenden Wartung und Instandhaltung - Predictive Maintenance - erhoffen sich verschiedene Industrien die Vermeidung von Maschinen- und Anlagenstillständen und damit das Einsparen hoher Ausfall- und Reparaturkosten bis hin zu Reinvestitionen. Dabei gehen neueste Ansätze weit über das bloße Einplanen von regelmäßigen, vorbeugenden Wartungsintervallen hinaus. Sensoren und mathematische Algorithmen sollen heute helfen, Zustandsveränderungen frühzeitig zu erkennen und Maßnahmen zu einem geeigneten Zeitpunkt einzuleiten. Hierbei kann eine auf der erweiterten Fuzzy-Logik beruhende Entscheidungssoftware kombiniert mit künstlichen neuronalen Netzen zum Einsatz kommen.

Unternehmen ringen täglich um eine hohe Verfügbarkeit ihrer Fertigungs- oder Energieanlagen. Denn unerwartete Schäden und Wartungsarbeiten führen schnell zu teuren Ausfällen. Faktoren wie Zeit und Geld stehen dabei im Vordergrund, wenn Kundenaufträge angesichts von ungeplanten Maschinenausfällen nicht rechtzeitig abgearbeitet werden können. Die Intensität der Auswirkungen ist dabei unabhängig von der jeweiligen Branche und des damit verbundenen Gesamtsystems (Lieferkette) relativ zu bewerten. Längere Produktionsstillstände infolge eines unerwarteten Maschinenausfalls bei den heutzutage eng getakteten Produktions- und Logistikprozessen führen dazu, dass vereinbarte Ziele zwischen Geschäftspartnern

- 50 Prozent weniger Ausfallzeiten
- drei bis fünf Prozent weniger Investitionsbedarf durch längere Lebensdauer von Produkten und Anlagen und
- zehn bis 40 Prozent weniger Wartungskosten für z.B. Airlines durch zustandsorientierte Wartung

Neue Chancen eröffnen in diesem Kontext die zunehmende Vernetzung von Produktionssystemen sowie die Möglichkeit einer systematischen Nutzung von Maschinendaten, welche mittels Sensoren Auskunft über den Zustand der Anlage geben. Genau hierfür bietet der Markt inzwischen praxisbewährte Systeme, wie beispielsweise die Entscheidungssoftware Qualicision der Dortmunder PSI FLS Fuzzy Logik & Neuro Systeme GmbH,

beitsstunden, Termin der letzten Wartung, Stromverbrauch oder Kritikalität des Maschinenausfalls und zwischen deren negativen, normalen und positiven Auswirkungen auf eine Wartung. Dazu erfolgt im Vorfeld eine Definition der abgesicherten Zustandsklassen und Zielfunktionen für die einzelnen Kriterien. Zusammen mit den Maschinen-Experten werden in einem ersten Schritt relevante Kriterien identifiziert und verschiedene Klassifizierungscluster (Korridore) zur Datenbewertung definiert.

### Klassifizierung der Maschinendaten

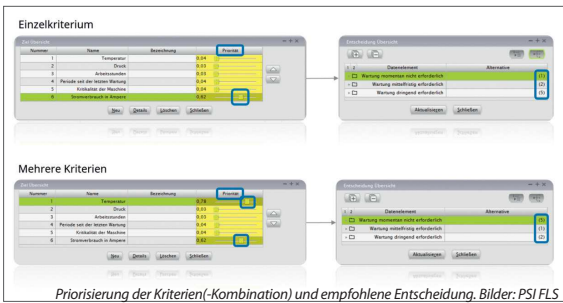
Hierbei finden Fragestellungen, wie z.B. in welchen Wertebereichen eine Abstufung nach Dringlichkeit einer Instandhaltung zu definieren ist, Berücksichtigung. Infolgedessen kann zusammen mit den gelieferten Maschinendaten hinsichtlich eines Kriteriums oder einer Kombination aus Kriterien eine qualifizierte Entscheidung darüber getroffen werden, wann eine Instandhaltung notwendig wird. Die Klassifizierung der Maschinendaten erfolgt schließlich nach Kategorien wie „Akuter Handlungsbedarf“, „Mittelfristiger Handlungsbedarf“ oder „Langfristiger Handlungsbedarf“ oder aber folgt weiteren, definierbaren Abstufungen. Mittels künstlicher neuronaler Netze werden zugehörige Zustandsklassen gelernt und anschließend automatisch erkannt. Im zweiten Schritt qualifiziert die Software die von einem wartungsrelevanten Objekt, z.B. von einer Maschine, gelieferten Sensordaten als Datensätze nach den definierten und relevanten Wartungskriterien automatisch. Dabei kann die Lösung die Kriterien



Zielfunktion und Wirkungsmatrix

unterschiedlich priorisieren und ihnen eine höhere bzw. niedrigere Gewichtung bei den Wechselwirkungen verleihen. Auf diese Weise gelingt die Kategorisierung der wartungsrelevanten Signale. Qualicision ermöglicht somit, bei der Planung und Steuerung von Wartungsteams nachvollziehbare Informationen zur Entscheidungsfindung zu liefern und sogar aufgrund der empfohlenen Kategorie automatisch die Disposition eines dringenden Entstörungsfalles bzw. einer planmäßigen Wartungstätigkeit z.B. in einem Workforce-Managementsystem anzustoßen. Die Vorteile einer prädikativen Instandhaltung liegen auf der Hand. Mit Lösungen wie Qualicision lassen sich Wartungsabläufe in

bereits existierende Unternehmensabläufe einbinden, ohne dass die grundlegenden Fertigungsprozesse neu überarbeitet werden müssen. Sie ermöglichen eine bessere Produktionsplanung, eine längere Laufzeit der Maschinen und die Vermeidung von ungeplanten, teuren Stillständen sowie Reinvestitionen. Experten wie etwa der PSI FLS gehen davon aus, dass mit vorausschauender Instandhaltung Daten schneller und hochwertig qualifiziert als Entscheidungsgrundlage zur Verfügung gestellt werden können und damit einen klaren Wettbewerbsvorteil darstellen. Dr. Rudolf Felix, Geschäftsführer, PSI FLS Fuzzy Logik & Neuro Systeme GmbH [www.fuzzy.de](http://www.fuzzy.de)

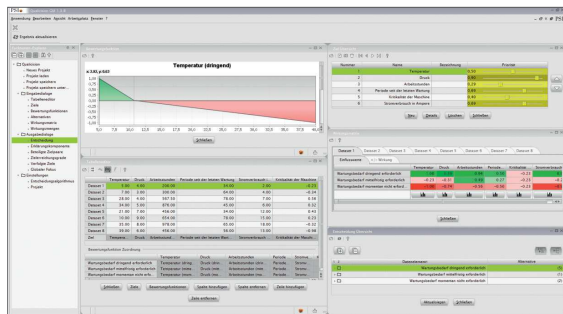


Priorisierung der Kriterien (Kombination) und empfohlene Entscheidung. Bilder: PSI FLS

nicht oder nur teilweise erreicht werden können. Alternativen, wie das Einlagern von Ersatzteilen, binden allerdings oftmals zu langfristige Kapital. Eine vorausschauende Instandhaltung kann hingegen die verschiedenen Herausforderungen und komplexen Zusammenhänge bei der Minimierung von ungeplanten Maschinenausfällen rechtzeitig in Einklang bringen. Im Mittelpunkt steht dabei immer die Frage, wie es gelingt, die Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen zu erhöhen und gleichzeitig den Aufwand für Wartungen und Reparaturen zu minimieren bzw. wie notwendige, operative Änderungen bei der Einplanung und Einstufung von Kapazitätsspitzen berücksichtigt werden können. Eine Studie von McKinsey sieht in Predictive Maintenance eines der wichtigsten Anwendungsfelder für das Internet of Things (IoT) und rechnet bis 2025 mit einem Einsparungspotenzial von bis zu 630 Milliarden USD und zwar in folgenden Bereichen:

- 20 bis 40 Prozent weniger Wartungskosten für Produktionsanlagen und Medizinprodukte

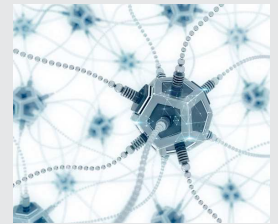
die kombiniert mit künstlichen neuronalen Netzen die prädiktive oder auch automatisch situative Instandhaltung auf Basis großer Datenmengen im Sinne von Big Data ermöglicht. Für eine vorausschauende Instandhaltung schafft die Softwarelösung zunächst die Grundlagen für eine automatische Klassifizierung der gelieferten Maschinendaten. Dafür unterscheidet die Software nach der Auswahl relevanter Daten wie Temperatur, Druck, Ar-



Qualicision kommt sowohl als Optimierungs- als auch als Decision-Support-Technologie branchenunabhängig zum Einsatz, z.B. für die Optimierung von Produktionsreihenfolgen in der Automobilindustrie oder in produzierenden Unternehmen, für das Management von Transportprozessen, die Optimierung von Betriebsabläufen oder für das Instandhaltungsmanagement bei der Führung von elektrischen Netzen sowie die Optimierung von Fertigungssteuerungsprozessen und Prognoseverfahren.

### Erweiterte Fuzzy-Logik und künstliche neuronale Netze

Qualicision (Qualified Decision) steht nach Angaben der PSI FLS Fuzzy Logik & Neuro Systeme GmbH für eine qualifizierte Entscheidungsunterstützung in der Optimierung von komplexen Geschäftsprozessen basierend auf der eigens entwickelten komplementär erweiterten Fuzzy-Logik.



Fuzziness - Unschärfe - entsteht insbesondere durch die Vielfalt der Daten und die Wechselwirkungen zwischen den Möglichkeiten zur Steuerung von komplexen Geschäftsprozessen und den Prozesszielen in Form von Leistungskennzahlen (Key Performance Indicators, KPI). Die Fuzzy-Logik erlaubt beispielsweise, die Ausprägung einer Eigenschaft wie „ein bisschen“, „ziemlich“, „stark“ oder „sehr“ zur Verstärkung oder Abschwächung eines Prädikats kombiniert symbolisch und numerisch (subsymbolisch) zu erfassen und damit die Unschärfe eines sprachlichen Ausdrucks mathematisch präzise zu modellieren. Qualicision ermittelt qualifizierte Auswahlentscheidungen oder die Erstellung von Rangfolgen bei auswählbaren Alternativen. Dabei bewertet die Software die verfügbaren Entscheidungsalternativen im Hinblick auf die Erfüllung der Prozessziele und stellt diese als Wirkungsmatrix dar. Diese wird mittels einer Konflikt- und Verträglichkeitsanalyse (KV-Analyse) untersucht. Das Ergebnis ist eine ausbalancierte Entscheidung bzw. ein Ranking von Entscheidungsalternativen,

welches die Prioritäten im Hinblick auf die Prozessziele des Entscheiders widerspiegelt. Technisch betrachtet macht die KV-Analyse die sogenannte kombinatorische Vielfalt der Steuerungsmöglichkeiten im Hinblick auf die Optimierung der KPIs beherrschbar. Bei künstlichen neuronalen Netzen handelt es sich um eine algorithmische Vorgehensweise, welche an den biologischen Prozess der Aktivierung und Verarbeitens von Neuronen im Gehirn angelehnt ist, um komplexe Probleme der Datenverarbeitung zu lösen. Besonders durch ihre Robustheit gegenüber Fehlern und Datenrauschen sind künstliche neuronale Netze vielen anderen Verfahren des maschinellen Lernens wie zum Beispiel der statistischen Regression überlegen. Ein Nachteil ist, dass Anwendungen der neuronalen Netze bisher nur wenige Möglichkeiten bieten, den Lösungsweg besser erklärbar zu machen. Diesem Ziel zu entsprechen, hat sich PSI FLS vorgenommen, indem nun Ansätze der neuronalen Netze mit Qualicision-Aspekten kombiniert werden.