

Big Data im Störmanagement

Sebastian Schmitz, Julian Krengel

Informationsmanagement
FIR e.V. an der RWTH Aachen
Campus-Boulevard 55
52074 Aachen
Sebastian.Schmitz@fir.rwth-aachen.de
Julian.Krengel@fir.rwth-aachen.de

Abstract: Störungen in der Produktion sind die Ursache weitreichender Auswirkungen auf den Wertschöpfungsprozess. Mit der Vierten Industriellen Revolution (Industrie 4.0) und der damit verbundenen Informatisierung der Produktion nimmt die Generierung von Informationen über den gesamten Produktionsprozess weiter zu. Die vielfältigen und heterogenen Daten stellen die Unternehmen vor verschiedene Herausforderungen. Besonders das Fehlen eines Konzeptes für ein ganzheitliches Störungsmanagement verhindert die zielgerichtete Nutzung der generierten Daten. Big Data stellt hier einen technischen Enabler dar, der eine Antizipation und Früherkennung von Störungen im Produktionsprozess noch bevor diese eintreten ermöglicht und somit als Grundlage für ein proaktiven Störungsmanagement dient. Eine Entstörung kann somit früher und gezielter erfolgen.

1 Einleitung

Die zunehmende inner- und überbetriebliche Vernetzung einzelner Prozesse begründet die wirtschaftlich hohe Bedeutung von Störungen. Unabhängig von den Ursachen haben Störungen weitreichende Folgen, die sich bspw. für einen kritischen Maschinenausfall auf bis zu 50.000\$/min. belaufen [AT06]. Je früher eine Störung erkannt wird, desto geringer sind die auftretenden Produktionsausfälle und die damit verbundenen Kosten. Störungen sind dabei definiert als zeitlich befristete Zustände in der Wertschöpfungskette, in denen durch das Einwirken von Störgrößen auf die Produktionsfaktoren und deren Kombinationsprozess eine unmittelbar festgelegte Abweichung vom optimalen Prozessverlauf und dessen Ergebnis entsteht [He94]. Störungen haben verschiedenen Ursachen, die sich nach unterschiedlichen Kriterien kategorisieren lassen. Eine mögliche Kategorisierung ist das Ishikawa-Diagramm, bei dem die Störungen nach den Einflussfaktoren Mensch, Maschine, Material, Methode und Umwelt sortiert werden [KB03].

Der Ablauf des Störungsmanagements lässt sich generell in zwei Phasen einteilen. Zunächst erfolgt eine Identifizierung und Analyse der Störung. Dabei kann es sich

sowohl um eine bereits aufgetretene Störung, als auch um präventive Maßnahmen handeln. Diese erste Phase hat das Ziel, die Ursache der Störung und deren Auswirkung auf das Gesamtsystem zu bestimmen. Darauf aufbauend lassen sich in der zweiten Phase Gegenmaßnahmen ableiten und durchführen. Ziel dieser zweiten Phase ist die effektive Auflösung der Störung.

2 Stand des Wissens

2.1 Bestehendes Störungsmanagement

Bedingt durch den Anstieg erwartbarer Störungen steigt die Notwendigkeit eines effizienten Störungsmanagements. Ein frühzeitiges Erkennen der Störung ist aufgrund der Vielzahl potentieller Störungen und oftmals fehlender Kenntnisse über die Ursachen sehr komplex [MK13]. Daher liegt der Fokus des Störungsmanagement in der Minimierung der Stöerauswirkung und weniger in der Prävention von Störungen. Viele kleine und mittelständige Unternehmen (KMU) verfügen aber über kein systematisches Störungsmanagement.

Aufgrund der Vielzahl auftretender Störungen in der Produktion ist der Faktor Mensch, also die Einbindung der Mitarbeiter und ihres impliziten Wissens, eine wichtige Komponente in bestehenden Störungsmanagementsystemen. Die Identifikation der Störungen erfolgt in diesen Fällen also durch die Mitarbeiter, die vor dem Hintergrund ihres Erfahrungswissens auf Basis der aktuellen Informationslage Entscheidungen bezüglich der Gegenmaßnahmen treffen. Umfassende Maßnahmen zur Bewertung und Ausbau von Kompetenzen der Mitarbeiter bewirken qualitativ hochwertigere Entscheidungen, um die Störung zu beseitigen [MK14]. Die Einbeziehung intelligenter Technologien zum präventiven Erkennen der Störungen werden nur unzureichend genutzt.

2.2 FMEA

Die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) stellt eine analytische Vorgehensweise zur proaktiven System- und Risikoanalyse dar. FMEA beschreibt das Erkennen der Störungen, die Bewertung des Risikos sowie die Analyse des Eintrittes. Die FMEA-Methode ermöglicht das Aufdecken vorhandener Schwachstellen, um systematisch Fehlerzusammenhänge zu bündeln [GJ04]. In einem aktiven Störungsmanagement ist FMEA eine geeignete Methode, Störungen frühzeitig zu erkennen und effektive Gegenmaßnahmen einzuleiten.

2.3 Big Data Lösungen in der prädiktiven Instandhaltung

In der prädiktiven Instandhaltung wird mit Algorithmen und auf Basis historischer Daten die Ausfallwahrscheinlichkeit von Komponenten bestimmt. Sensoren ermöglichen über die Analyse von Mustern die Kenntnis über den Zustand [Br13].

Die Möglichkeit der Verarbeitung großer Datenmengen zu Informationen wird unter dem Begriff „Big Data“ zusammengefasst. Hinter dem Begriff verbergen sich die 4 „V“. Volume beschreibt die steigende Datenmenge, die verstärkt durch vernetzte Maschinen und Sensorik gewonnen werden. Diese Daten liegen in heterogenen Strukturen (Variety) vor, da Daten unterschiedlicher Quellen bereitgestellt werden. Die unterschiedlichen Quellen erzeugen eine Unsicherheit, sodass ein weiteres Attribut die Zuverlässigkeit (Veracity) der Daten ist. Die hohe Geschwindigkeit (Velocity), mit der die Daten verarbeitet werden müssen, wird durch eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit begründet [VJ12]. Für Unternehmen werden die Daten als zusätzliche Ressource zunehmend bedeutender [Bi13].

Der Einsatz von Big Data in der Instandhaltung ermöglicht ein aktives Störmanagement, bei dem die Störungen präventiv erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können.

2.4 Complex Event Processing

Event-Driven Architecture (EDA) ist ein ereignisorientierter Architekturstil für Unternehmensanwendungen mit dem Ziel, die Agilität, die Reaktionsfähigkeit und die Echtzeitfähigkeit der Geschäftsprozesse eines Unternehmens zu erhöhen. Die Softwarekomponente CEP (Complex Event Processing) als mögliches Element einer EDA beschreibt die direkte und echtzeitfähige Verarbeitung von Unternehmensereignissen [BD10]. Die strukturierte Analyse der Daten ermöglicht das Erkennen von Mustern, die sich aus der zeitlichen, räumlichen oder kausalen Korrelation von Ereignissen ergeben. Eine direkte Weiterverarbeitung macht eine Speicherung der feilgranularen Daten in einer Datenbank unnötig. Die gewonnenen Informationen lassen sich bedarfsgerecht an den richtigen Abnehmer weiterleiten [Lu12].

Complex Event Processing lässt sich wegen dieser genannten Eigenschaften als Big Data-Werkzeug verstehen [Ha13]. Durch Big Data ergeben sich neue Herausforderungen an das Complex Event Processing bezüglich des Volumens und der Vielfalt der Daten, die jedoch auch die Möglichkeit umfasst, den Mehrwert der Ressource Daten zu nutzen.

3 Big Data-basiertes Störungsmanagement für produzierende Unternehmen

Dieses Paper soll ein Konzept für ein Störungsmanagement für produzierende Unternehmen auf Basis von Big Data-Technologie vorstellen. Dieses wird im Folgenden skizziert.

3.1 Gesamtbild eines übergreifendes Störungsmanagements

Um ein übergreifendes Störungsmanagement für die gesamte Produktion einzuführen, sind zunächst sowohl die Fachbereiche als auch die IT zu involvieren. Bisher konnten Optimierungen in der Produktion vor allem durch die Expertise der Fachbereiche vorangetrieben werden, die IT war nach Abschluss der Konzeptionsphase vor allem mit der informationstechnischen Umsetzung der entwickelten Konzepte beteiligt. Doch aufgrund der hohen erforderlichen IT-Kompetenz beim Einsatz von Big Data-Systemen wandelt sich dieser Aspekt. Die IT muss hier als aktiver Sparringspartner gesehen werden [HS12] und bereits früh in die Konzeptentwicklung für das Störungsmanagement eingebunden werden. Zusammenfassen sollten also sowohl die Stakeholder aus den Fachbereichen und aus der IT eingebunden werden.

Ferner müssen bei der Konzeption zwei unterschiedliche Aspekte des Störungsmanagements betrachtet werden. Zum einen muss die Erhebung der Daten geplant und implementiert werden. Doch dies muss in Zusammenarbeit mit der Erarbeitung des Konzepts zur Behebung der Störungen erfolgen. Es sollte sich an dieser Stelle also nicht blind auf die Technologie verlassen werden: Die zu behandelnden Störungen müssen klar formuliert sein, die zur Erkennung dieser Störungen notwendigen Informationsbedarfe müssen bekannt sein und das Konzept zur Entstörung muss formuliert sein. Das heißt, Störungen werden bezüglich ihrer Bedeutung für den Produktionsablauf und ihrer tatsächlichen Entstörbarkeit priorisiert, für diese Störungen werden dann die konkreten Informationsbedarfe abgeleitet. Nur so kann eine zielgerichtete Einführung der IT zur Störungsidentifikation durchgeführt werden. Zusammenfassend müssen also sowohl Analyse als auch Behebung der Störung betrachtet werden, siehe Abbildung 1.

		Stakeholder	
		Fachbereiche	IT-Abteilung
Phase	Analyse	Was sind die benötigten Informationen zur Erkennung der Störungen?	Sind die benötigten Daten effizient erhebbar?
	Behebung	Welche Störungen können wie entstört werden?	Wie können die Störungen aus den Daten identifiziert werden?

Abbildung 1: Fragestellung bei der Einführung von Störungsmanagement in der Industrie auf Basis von Big Data

Bei Auswahl einer Big Data-Lösungen sind weiterhin unterschiedliche Fokussierungen festzulegen, um das technische Grobkonzept festzulegen [Li14]. Dabei ist zunächst festzulegen, ob die Auswertung der Daten historisch oder zeitnah erfolgen soll. Eine historische Auswertung stellt dabei oft den initialen Schritt dar, kann aber für viele Anwendungsbereiche hinreichend sein, wenn zum Beispiel Kundenverhalten analysiert

wird. Für den hier skizzierten Anwendungsfall des Störungsmanagements hingegen ist eine zeitnahe Auswertung erforderlich, da die Störungen möglichst schnell behoben werden sollen, um ihren Einfluss auf das Gesamtsystem zu minimieren [Vo11].

Im Bereich der Datenanalyse ist ebenfalls zwischen einer Fokussierung auf automatisierte oder manuelle Vorgehensweise zu unterscheiden [LD14]. Die manuelle Analyse wird dabei durch einen Experten durchgeführt und eignet sich vor allem für die Konzeptionsphase oder selten durchgeführte Auswertungen. Beim Störungsmanagement hingegen ist eine automatische Analyse notwendig, um die zahlreichen und unterschiedlichen Störungen erkennen und in Folge bearbeiten zu können.

Eine dritte grundsätzliche Konzeptentscheidung ist die zwischen aktiven Datenabfragen und passiven Ereignissen [LD14]. Von aktiven Datenabfragen wird gesprochen, wenn die Big Data-Analyse durch einen Nutzer oder durch ein anderes Ereignis angestoßen wird. Dies ist besonders in frühen Umsetzungsphasen zu empfehlen, wenn die automatisch identifizierten Störungen noch durch zusätzliche Analysen verifiziert werden sollen. Im Störungsmanagement sind jedoch langfristig passive Ereignisse notwendig, d. h. die Big Data-Analyse wertet fortwährend die Daten der Produktionsstätte aus und informiert automatisch die Entstörungsprozesse.

3.2 Skizze der Lösung: Fehleranalyse

Die automatische Erfassung von Maschinen- und Betriebsdaten ist auf Fertigungsebene mittlerweile Standard [GG13]. Im Rahmen von Industrie 4.0, dessen Ziel eine intelligente Vernetzung zur Verfügung stehender Datenquellen ist, wird die Anzahl der generierten Daten weiter zunehmen [An11]. Aufgrund der Tatsache, dass bestehende IT-Systeme nicht in der Lage sind, diese Daten zu verarbeiten, werden diese Daten nicht verwendet [Kü13]. Im Produktionskontext können diese Daten eingesetzt werden, um Produktionsausfälle zu verhindern. Die Produktionsausfälle haben sehr unterschiedliche Ursachen, wie beispielsweise Lieferengpässe oder Maschinendefekte. Eine valide Datengrundlage ermöglicht eine rechtzeitige Reaktion, sodass die Störauswirkungen gering sind oder im Vorfeld vermieden werden.

Trotz der intelligenten Technologien ist der Mensch durch seine assoziativen und sensorischen Fähigkeiten weiterhin ein wichtiger Faktor im Störungsmanagement [Ga13]. Vor allem menschliche Fehler in der Produktion, hervorgerufen durch Stress oder fehlende Motivation, lassen sich gar nicht oder nur sehr schwierig mit Sensorik erfassen. Mit der CES-Technologie stehen Möglichkeiten zur Verfügung, mit denen bereitgestellte Meta-Daten, wie beispielsweise Sprache oder Text, erfasst werden können. Durch den Abgleich mit einem Pool möglicher Optionen, wird eine Abweichung von der erwartbaren Handlung analysiert.

Die Integration intelligenter Sensorik und dem Faktor Mensch ermöglicht einen neuen Ansatz im Störungsmanagement, indem Störungen antizipiert werden. Dazu müssen Maschinendaten, Umgebungsdaten sowie Metadaten der Mitarbeiter erfasst und miteinander in Relation gesetzt werden, um mögliche Störungen des Produktionsprozesses frühzeitig zu erkennen. Es ist zu erwarten, dass Mitarbeiter

Abweichungen hinsichtlich der Maschinensteuerung oder der Geräuschentwicklung beobachten, die so durch Sensoren nicht erfassbar sind bzw. ohne die Kontextinformation des Mitarbeiters keinen ausreichenden Hinweis auf eine Störung liefern. Damit ist die Grundlage für ein proaktives Störungsmanagement gelegt. Unternehmen können aufgrund der soliden Datengrundlage früher reagieren und damit Kosten und Risiken senken. Verbunden damit ist eine echtzeitfähige Verarbeitung der Daten. Big-Data ist als Lösung geeignet, die heterogenen und unstrukturierte Daten zielgerecht zu verarbeiten. Das Complex Event Processing ist ein wichtiger Baustein dieses proaktiven Störungsmanagements, um Verknüpfungen und Muster zwischen den Daten herzustellen. Weiterhin müssen Ereignismuster erkannt werden, bevor die Störungen auftreten. Störungen an Maschinen können sich z.B. durch ein erhöhtes Vibrationsniveau an der Maschine oder ein verändertes Geräuschlevel in der Maschinenumgebung ankündigen.

Die Daten spielen bei der Störungserkennung eine übergeordnete Rolle. Aus einer fachlichen Perspektive müssen daher zunächst die benötigten bzw. involvierten Informationsobjekte identifiziert werden. Ferner ist es erforderlich zu ermitteln, welche Informationstechnologien erforderlich sind, um die relevante Informationsobjekte zu erzeugen. Außerdem werden Attribute definiert, die Aussagen über die Informationsqualität erlauben und als Referenzwert für die Beurteilung der Güte dienen. Für das Störungsmanagement kann der Referenzwert genutzt werden, um die Wahrscheinlichkeit des Störungseintretens zusätzlich zu bewerten. Für die Entscheidungsunterstützung ist eine Aussage über die Informationsqualität ebenfalls von großer Bedeutung, um Entscheidungen basierend auf schlechten Informationen zu vermeiden.

Bestehende Complex Event Processing Systeme stehen vor der Herausforderung, dass die Muster manuelle erzeugt und deklarativ beschrieben werden, sodass die Muster nur bei exakter Übereinstimmung erkannt werden. Ein semantisch-basiertes CEP Management ermöglicht, dass Muster schlussgefolgert, aufgegriffen, angepasst und weiterentwickelt werden. Dieses selbstlernende Monitoring kann zur Verfeinerung der relevanten Ereignismuster eingesetzt werden. Die komplexen Ereignismuster werden regelbasiert beschrieben und auf dieser Basis werden ereignisgetriebene Berechnungen durchgeführt. Eine proaktive Mustererkennung ermöglicht, Störungen anhand von Teilmustern zu identifizieren. Dieser Prozess benötigt die Verwendung von Hintergrundwissen. Es besteht die Herausforderung, kontinuierlich veränderte Muster auf Basis von strukturellen Eigenschaften und Nutzungsinformationen zu erstellen. Eine transparente Darstellung der Muster für den Benutzer ermöglicht, diese erzeugten Muster kontinuierlich zu verbessern. Damit können unterschiedliche Vorhersagen in Bezug auf mögliche Störungen getroffen werden, sodass das Unternehmen in kritischen Situationen proaktiv reagieren können.

Wird über ein Muster eine Störung erkannt, wird diese Situation einer proaktiven Online FMEA-Analyse unterzogen, die Auskunft über die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Auswirkung der erkannten möglichen Störung bestimmt. Für Störungen mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit und weitreichenden Auswirkung werden automatisch Gegenmaßnahmen vorgeschlagen. Hierfür werden zunächst die einzelnen Ebenen

hinsichtlich ihrer Rahmenbedingungen und Parameter untersucht und basierend darauf geeignete Optimierungsmodelle aufgestellt. Weiterhin werden für die einzelnen Ebenen geeignete Lösungsverfahren konzipiert und implementiert, die dynamisch, ausgehend von der aktuellen Ist-Situation neue Maßnahmen zur Behebung einer Störung generieren. Ausgehend von einem zur Verfügung stehenden Maßnahmenkatalog werden die zur Verfügung stehende Reaktionen abgeleitet. Bei der Wahl der Reaktion darf nicht nur die direkte Auswirkung auf die Störung, sondern muss auf den gesamten Prozess betrachtet werden. Eine umfassende Complex Online Optimization ermöglicht eine dynamische Anpassung der Produktionspläne, wie beispielsweise dem Vorziehen von Prozessschritten. Zur Bewertung der Reaktion lassen sich Kennzahlen, die die Zusatzkosten und Verzögerung, definieren.

Die abgeleitete Reaktion auf die Störung muss in einer engen Verknüpfung mit der CEP-basierten Störungserkennung stehen, um den späteren Erfolg der Reaktion ableiten zu können. Wird die Störung trotz Behebung weiterhin erkannt, kann dies bedeuten, dass die Reaktionsmaßnahme nicht erfolgreich war.

3.3 Skizze der Lösung: Störungsbehebung

Mit der proaktiven online FMEA ergibt sich eine Möglichkeit die Störung hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Auswirkung zu bewerten. Werden antizipierte und reale Störungen betrachtet, können Störungen in großer Anzahl auftreten. Bei den antizipierten Störungen ist dabei zusätzlich eine Bewertung, wann die Störung eintritt, wichtig. Auf Grundlage dessen lässt sich die Priorität der Störung bewerten, sodass ein Mitarbeiter die Störung beheben kann.

Um die Mitarbeiter zielgerichtet einzusetzen, muss zunächst eine automatische Auswahl getroffen werden. Eine Störung kann unterschiedliche Ursachen besitzen, beispielsweise fehlendes Material oder eine defekte Maschine. Ist die Ursache der Störung analysiert, lässt sich kontextbasiert der richtige Personenkreis ausmachen, der die Störung beheben kann. So wird die Meldung über die Störung im Fall von fehlendem Material an die interne Logistik, im Fall eines Maschinenausfalls an Mitarbeiter der Instandhaltung weitergeleitet.

Um möglichst effektiv auf die Störung zu reagieren, wird der dazu passende Mitarbeiter gesucht. Kriterien, nach dem die Auswahl erfolgt, sind die Erfahrung mit dieser speziellen Störung, der momentanen Verfügbarkeit und dem aktuellen Aufenthaltsort des Mitarbeiters. Im Mitarbeiterprofil wird die allgemeine berufliche Erfahrung sowie verschiedene Zertifikate gespeichert. Damit bestimmt sich, welche Mitarbeiter generell für die Behebung der Störung genutzt werden können. Die weitere Auswahl erfolgt über die momentane Verfügbarkeit. Zudem kann der aktuelle Aufenthaltsort des Mitarbeiters bewertet werden. Besonders in großen Anlagen, müssen die Mitarbeiter unter Umständen weite Strecken zurücklegen. Bei der Auswahl des Mitarbeiters muss auf die Datensicherheit bzw. den Datenschutz besonders großer Wert gelegt werden, da hier mit sehr sensiblen Daten gearbeitet wird. Ein mögliches Umsetzungskonzept ist die Daten nicht auf einzelne Mitarbeiter, sondern nur auf Gruppen von Mitarbeitern zu beziehen.

Zudem muss bei der Lokalisierung der Mitarbeiter nicht der genaue Ort betrachtet werden, es reicht das Areal zu kennen, in dem der Mitarbeiter sich momentan aufhält.

Nach der Auswahl eines Mitarbeiters werden diesem kontextbasierte Informationen bereitgestellt, die zur Behebung der Störung relevant sind. Derzeit werden die Informationen innerhalb Fabrikanlagen oft nicht bedarfsgerecht übermittelt, sodass die Mitarbeiter nur unzureichende Informationen erhalten. Auf dessen mobilen Endgerät lassen sich Detailinformationen zu der identifizierten Störung und der angestrebten Lösung anzeigen. Gleichzeitig kann dem Mitarbeiter Informationen der Aufenthaltsort benötigter Objekte, beispielsweise Werkzeug oder Ersatzteile mitgeliefert werden. Mit dieser kontextbasierten Informationsdistribution werden die Reaktionsprozesse auf Störungen effizienter und weniger fehleranfällig.

3.4 Skizze der Lösung: Zwischenfazit

Mit Hilfe von Big Data ergibt sich ein neuer Ansatz im Störungsmanagement. Die Analyse aller zur Verfügung stehender Daten ermöglicht, potentielle Störungen zu identifizieren, bevor die Störung Auswirkung auf den Produktionsprozess hat. Abbildung 2 fasst den Ablauf zusammen.

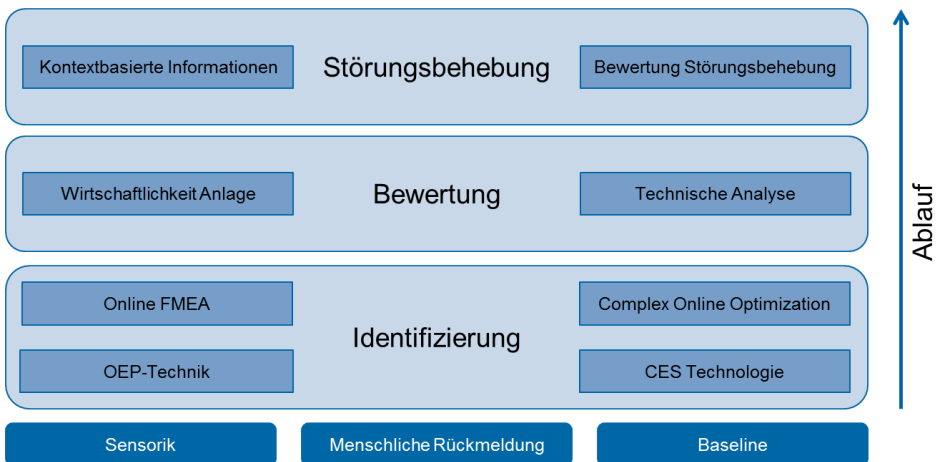


Abbildung 2: Aufbau des Störungsmanagements

Big Data-Lösungen stehen in der praktischen Anwendungen noch verschiedenen Herausforderungen gegenüber, wie LIGGESMEYER, DÖRR UND HEIDRICH aufführen. Im Folgenden sollen diese Herausforderungen auf praktischer und wissenschaftlicher Ebene für die hier skizzierte Lösung diskutiert werden.

4.1 Praktische Herausforderungen

Eine wesentliche praktische Herausforderung ist die Existenz einer geeigneten technischen Infrastruktur [LD14] einerseits zu Erhebung der Daten, andererseits zur Ausführung der Big Data-Analysen. Während der letztere Aspekt für Unternehmen in der Regel aufgrund der bereits bestehenden betrieblichen Anwendungssysteme einfach zu stemmen ist, die Betriebsdatenerfassung hingegen muss in den meisten Unternehmen erweitert werden. Das heißt, eine informationstechnische Anbindung aller zu überwachenden Entitäten mit einem hinreichend Informationsumfang muss gewährleistet sein. Big Data bietet hier einen deutlichen Vorteil, da unstrukturierte Daten verschiedener Quellen genutzt, und somit die eventuell notwendigen Investition in Sensorik oder Terminals in der Produktionsstätte minimiert werden können.

Weiterhin müssen für Big Data-Lösungen die Anwendungsfälle klar definiert sein [LD14]. Dies gilt im Störungsmanagement insbesondere für die zu behandelnden Störungen, wie bereits oben dargestellt. Der übergeordnete Anwendungsfall des industriellen Störungsmanagements hingegen zeigt großes Potenzial.

Eine weitere praktische Herausforderung für Big Data-Lösungen ist die Standardisierung der verschiedenen Aspekte [LD14]. Das heißt, um Big Data-Lösungen in der Industrie zur Anwendung zu verhelfen, müssen diese mit den etablierten Standards, de-facto Standards und Normen harmonisieren. In der produzierenden Industrie herrscht eine hoher Grad an Standardisierung bspw. durch wissenschaftliche Referenzprozessmodelle und Datenübertragungsstandards wie EDIFACT. Da das Störungsmanagement im ersten Schritt vor allem für einzelne Produktionsstätte Anwendung finden wird, besteht hier eine besondere Gefahr von der Entwicklung proprietärer Lösungen. Dies muss für Störungsmanagement adressiert werden, die hier skizzierte Lösung bildet dabei nur den ersten Schritt.

4.2 Wissenschaftliche Herausforderungen

Auf wissenschaftlicher Ebene ist die erste Herausforderung die Entwicklung geeigneter Entscheidungsmodelle [LD14]. Die proaktive online-FMEA, skizziert im vorliegenden Beitrag, stellt dabei genau diese Entscheidungsunterstützung für die praktische Anwendung dar. Die Datenvisualisierung der Ergebnisse der Big Data-Analysen ist eine weitere wesentliche Herausforderung, gerade in der Kombination mit dem Bedarf an Entscheidungsmodellen [LD14]. Diese muss allerdings für konkrete Störungen durchgeführt werden und findet daher im Zuge der Konzeption zur Entstörung statt. Ein Beispiel ist unten gegeben.

Eine weitere Herausforderung ist die Daten- und Informationsqualität [LD14]. Dies soll im vorliegenden Ansatz durch die Einbindung der menschlichen Komponente adressiert werden. D. h. es werden die zwar unstrukturierten, aber sehr wertvollen Rückmeldungen der Mitarbeiter in der Produktionsstätte eingebunden. Die Einbindung von benutzerzentrierten Informationen verschärft aber die Problematik der Datennutzungskontrolle [LD14]. Diese Problematik ist in der hier skizzierten Lösung noch nicht abschließend beantwortet.

5 Beispiel: Erhöhter Energieverbrauch aufgrund Verschleiß

Der diskutierte Ansatz soll am Beispiel einer Werkzeugmaschine gezeigt werden. Eine Hauptursache für den Ausfall von Maschinen und Geräten ist Verschleiß [Po09]. Unter Verschleiß wird der fortschreitenden Materialverlust aus der Oberfläche eines festen Körpers verstanden, der durch Kontakt- und Relationsbewegung hervorgerufen wird [CG07]. Studien ergeben, dass durch Verschleiß mehr Energie für die selbe Aufgabe benötigt wird [CN04].

Smart Meter Sensoren ermöglichen, den momentanen Energiebedarf einer Werkzeugmaschine zu erfassen. Dieser lässt sich mit den Vergangenheitswerten für den selben Herstellungsprozess abgleichen. Steigt der momentane Verbrauch im Vergleich zu den historischen Werten an, kann dies auf Verschleiß zurückgeführt werden, vergleiche Abbildung 3.

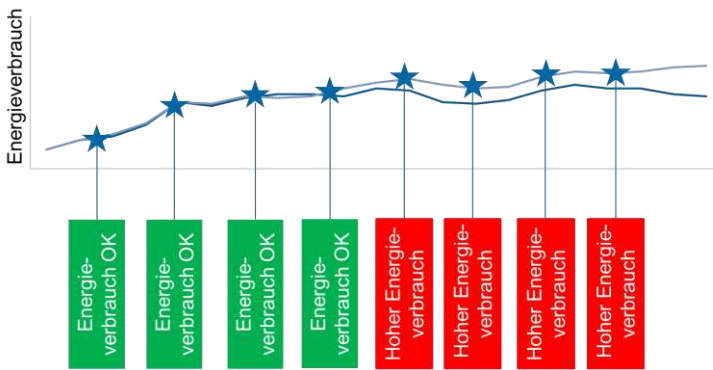


Abbildung 3: Auswirkung des Verschleiß auf den Energieverbrauch

Die Identifizierung der genauen Ursache erfolgt über weitere Sensorik, wie beispielsweise Vibrationssensoren an der Maschine, oder die Erfahrung und Einschätzung der Produktionsmitarbeiter. Zudem erfolgt ein Abgleich mit historischen Werten. Somit lässt sich die Ursache des erhöhten Energiebedarfes feststellen, beispielsweise ein Verschleiß am Keilriemen des Antriebsstrangs.

Mithilfe der Online-FMEA wird die Auswirkung des derzeitigen Verschleißes (erhöhte Energiekosten, Abfall der Qualität), sowie die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Auswirkung, wenn beispielsweise der Keilriemen reißt und die Maschine damit vorübergehend ausfällt, berechnet. Ein Vergleich mit weiteren vorliegenden Störungen bestimmt die Priorität dieser Störung. Gleichzeitig kann eine Mitarbeitergruppe ausgewählt werden, der in Lage ist, den Reparaturauftrag an der Maschine vorzunehmen. Ein freier Mitarbeiter sieht auf seinem mobilen Endgerät priorisiert alle Störungen in seinem Anwendungsbereich, wie Abbildung 3 illustriert



Abbildung 4: Priorisierung der Störungen

6 Fazit

Big Data bietet im Störungsmanagement große Potentiale, um Störungen frühzeitig zu erkennen und diese zu beheben, bevor die Störung negative Auswirkung auf die Produktion hat. Intelligente IKT-Strukturen liefern vielfältige Daten über die Abläufe und Zustände auf der Fertigungsebene. Big Data schafft die Voraussetzung diese unterschiedlichen Daten zu analysieren und Zusammenhänge zu erkennen. Eine wichtige Komponente ist die Weiterentwicklung des Complex Event Processings, sodass die Muster selbstständig verbessert werden. Trotz der großen Potentiale und der technischen Fortschritte hinsichtlich der Datenanalyse steht die Einführung eines ganzheitlichen Störungsmanagements vor vielfältigen Herausforderungen. Grund sind vor allem fehlenden organisatorischen Strukturen und eine fehlende Standardisierung der Daten. Mit Big Data ist die Grundlage gelegt, ein ganzheitliches Störungsmanagement einzuführen. Eine konsequente Umsetzung ermöglicht den Unternehmen stabile Prozesse und eine verbesserte Liefertermintreue.

Literaturverzeichnis

- [An11] Anicic, D. (2011). Event Processing and Stream Reasoning with ETALIS. Karlsruhe.
 [At06] ATS. (2006). Stopped Production Costs \$22,000 per minute: Studie.

- [Bi13] Bitkom. (2013). Management von Big Data Projekte: Leitfaden. Berlin.
- [Br13] Brücher, C. (2013). Rethink Big Data. Mitp Professional: Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm.
- [BD10] Bruns, R., & Dunkel, J. (2010). Event-Driven Architecture: Softwarearchitektur für ereignisgesteuerte Geschäftsprozesse. Berlin: Springer.
- [CN04] Choi, Y., Narayanaswami, R., & Chandra, A. (2004). Tool wear monitoring in ramp cuts in end milling using the wavelet transform. *International Journal of Advanced Manufacturing Technologies*, 419–428.
- [CG07] Czichos, H., Gerschwiler, K., Habig, K. H., Kleinlein, E., Klocke, F., Knoll, G., . . . Woydt, M. (2007). *Tribologie-Handbuch: Reibung und Verschleiss* (3., Aufl.). Studium. Wiesbaden: Vieweg, F.
- [GG13] Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., & Schlund, S. (2013). *Produktionsarbeit der Zukunft: Industrie 4.0*. Stuttgart.
- [GJ04] Goebbels, S., & Jakob, R. (2004). *Geschäftsprozess-FMEA: Fehlermöglichkeits- und Einfluss-Analyse für IT-gestützte Geschäftsprozesse* (1. Aufl.). Düsseldorf: Symposion.
- [Ha13] Han, Y.-H. (2013). *Ubiquitous information technologies and applications: CUTE 2012. Lecture notes in electrical engineering: Vol. 214*. Dordrecht, New York: Springer.
- [He94] Heil, M. (1994). *Entstörung betrieblicher Abläufe*. TU München, München.
- [HS12] Holzwart, G., & Seufert, A. (2012). Datenexplosion ist nicht nur ein Technikthema. *Computerwoche*, (33-34), 6.
- [KB03] Kamiske, G. F., & Brauer, J.-P. (2003). *Qualitätsmanagement von A bis Z: Erläuterungen moderner Begriffe des Qualitätsmanagements* (4., aktualisierte und erg. Neuaufl.). München, Wien: Hanser.
- [Kü13] Kümmerlen, R. (2013). *Big Data: 10 Fakten zur Datenanalyse*.
- [LD14] Liggesmeyer, P., Dörr, J., & Heidrich, J. (2014). Big Data in Smart Ecosystems. *Informatik Spektrum*, 37(2), 105–111. doi:10.1007/s00287-014-0772-x
- [Lu12] Luckham, D. C. (2012). *Event processing for business: Organizing the real time strategy enterprise*. Hoboken, N.J: Wiley.
- [MK14] Mayer, G., Knüppel, K., Möhwald, H., & Nyhuis, P. (2014). Kompetenzorientiertes Störgrößenmanagement: Mitarbeiterkompetenzen sinnvoll in das Störungsmanagement integrieren. *Productivity Management*, 19(1), 15–18.
- [MK13] Meyer, G., Knüppel, K., Busch, J., Jakob, M., & Nyhuis, P. (2013). Effizientes Störgrößenmanagement: Ansatz zur Kategorisierung von Störgrößen in der Produktion. *Productivity Management*, 18(5), 49–52.
- [Po09] Popov, V. L. (2009). *Kontaktmechanik und Reibung: Ein Lehr- und Anwendungsbuch von der Nanotribologie bis zur numerischen Simulation*. Berlin: Springer.
- [VJ12] Velten, C. & Janata, S. (2012). Datenexplosion in der Unternehmens-IT: Wie Big Data das Business und die IT verändert.
- [Vo11] Vogel-Heuser, B. (2011). Erhöhte Verfügbarkeit und transparente Produktion ([Online-Ausg.]). *Embedded systems: Vol. 2*. Kassel: Kassel Univ. Press.
- [We12] Werdich, M. (2012). *FMEA - Einführung und Moderation: Durch systematische Entwicklung zur übersichtlichen Risikominimierung (inkl. Methoden im Umfeld). FMEA - Einführung und Moderation*,