



DIE ADAPTIVE DIGITAL FACTORY™

Das Internet von Allem und seine Rolle in der durchgängigen
Fertigung und im Lebenszyklusmanagement von Produkten

Carolyn Rostetter
Dr. Setrag Khoshafian
Kenty Adams

Vorwort von: Bruce Williams



INHALT

VORWORT	2
01 GRÜNDE FÜR DIE ADAPTIVE DIGITALE FABRIK	3
02 DIGITALISIERUNGSTRENDS SMACIT	4
03 DAS INTERNET VON ALLEM FÜR DIE FERTIGUNG	5
04 DYNAMIC CASE MANAGEMENT	6
05 VERKNÜPFUNG VON IT UND OPERATIONAL TECHNOLOGY	7
06 STRINGENTE ANWENDUNGSFÄLLE	8
07 DER OODA-LOOP IN DER PRODUKTION	9
08 VON BIG DATA ZU THING DATA	10
09 EIN GERÜST FÜR DIE DIGITALE TRANSFORMATION	11
10 DIGITALISIERUNG DER LIEFERKETTE	12
11 INNOVATIONEN IN DER PRODUKTIONSHALLE	13
12 DIE PRODUKTIONSHALLE	14
13 DAS ENDE DER MONOLITHISCHEN FERTIGUNG?	15
14 KOORDINIERUNG DURCH DYNAMISCHE GESCHÄFTSVORFÄLLE	16
15 SICHERHEITSBEDENKEN	17
16 STAMMDATEN- UND STAMMRICHTLINIENVERWALTUNG	18
17 MODERNES LEBENSZYKLUSMANAGEMENT VON PRODUKTEN (PLM)	19
18 DEVICE-DIRECTED WARRANTY™	20
19 DIGITALE REGELBASIERENDE WARTUNG	21
20 VERBINDUNG ZWISCHEN KUNDEN UND PRODUZENTEN	22
21 INDUSTRIE 4.0 UND DAS INDUSTRIELLE INTERNET	23
22 DIE DIGITALE TRANSFORMATION DER PRODUKTION	25
LITERATURVERZEICHNIS	26

Vorwort

Die digitale Transformation ist in den Produktionshallen rund um den Globus angekommen. Das produzierende Gewerbe, wie wir es bisher kannten, nämlich als Kombination aus den Wertströmen zur Herstellung von Dingen und aus den zur Produktion genutzten industriellen Systemen, gehört damit der Vergangenheit an.

Meine Kollegen bei Pegasystems und Jabil Circuit schildern in „Die Adaptive Digital Factory“ ausführlich, wie das Phänomen Digitalisierung nun auch den Wirtschaftssektor Fertigung weltweit revolutioniert. In der vorliegenden wissenschaftlichen Abhandlung wird die gesamte Bandbreite aufkommender Technologien beleuchtet und untersucht, wie sie das Wesen und die Leistungsmerkmale der verarbeitenden Industrie verändern. Die Digitalisierung der Wertströme und die Verzahnung der digitalen Welt mit physischen Geräten ermöglichen während des gesamten Produktlebenszyklus neue Arbeitsweisen – von der Entwicklung und Beschaffung über die gesamte Lieferkette hinweg bis zur Produktionshalle und schließlich bis zum überaus wichtigen Aftermarket-Service. Rollen und Funktionen von Produktionsmitarbeitern sowie Betriebsmodelle werden durch die eingesetzten Technologien – soziale Medien, Mobile Computing, Big Data, Analysen, Cloud Computing und selbstverständlich das Internet der Dinge – neu definiert. Es ist ganz offensichtlich, dass die industrielle Landschaft im Wandel begriffen ist. Innerhalb der nächsten zehn Jahre werden zahlreiche Hersteller ihr Geschäft derart umgestaltet haben, dass es faktisch nicht mehr mit der industriellen Fertigung des vergangenen Jahrhunderts vergleichbar ist.

Wir bei Pega möchten diesen Wandel bestmöglich unterstützen und freuen uns auf die Herausforderung, die gegenseitige Annäherung der Industrie und der genannten Technologien zu begleiten. Um die Transformation zu ermöglichen, braucht es Enterprise-Software mit beispielloser Benutzerfreundlichkeit, Zweckmäßigkeit und Flexibilität. Anwendungen müssen geschäfts- und prozessorientiert sein und sich im besonderen Maße an fortlaufende Veränderungen anpassen können. Faktoren jeglicher Art – Menschen, Systeme und Dinge – sind zu berücksichtigen. Ferner müssen die Systeme etablierte und neu aufkommende Verfahren wie Dynamic Case Management, Lean Six Sigma und Industrie 4.0 gleichermaßen gut unterstützen. Technologien und Anwendungen von Pega leisten diese Unterstützung von Haus aus in der erforderlichen Geschwindigkeit und Skalierung.

Die vorliegende Abhandlung setzt sich eingehend mit den derzeitigen Treibern, Methoden, Technologien und Innovationen in der Fertigungsindustrie auseinander. Zur Veranschaulichung haben die Verfasser auch beispielhafte Anwendungsfälle und konkrete Anwendungen angeführt. Zur besseren Lesbarkeit ist jedes Thema auf einer einzelnen Seite dargestellt, die gleichermaßen als Einführung und als Referenz dienen kann.

An der weltweiten gesamtwirtschaftlichen Leistung hat der Fertigungssektor – die Herstellung von Geräten, Gütern und Energie – einen Anteil von über einem Drittel. Die Auswirkungen der Digitalisierung auf die gesamte verarbeitende Industrie stellen eine der wichtigsten makroökonomischen Umwälzungen unserer Zeit dar. Die Verfasser von „Die Adaptive Digital Factory“ sind Experten auf dem Gebiet dieser Transformation. Sie haben mit dieser Abhandlung einen sorgfältig zusammengestellten und prägnanten Überblick geschaffen, der mitunter auch provokante Denkanstöße über die tiefgreifenden Konsequenzen der Transformation geben möchte.

BRUCE WILLIAMS

VP Manufacturing
Pegasystems

01 Gründe für die adaptive digitale Fabrik

Das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT)^[1], auf das auch mit den Begriffen Internet von Allem, Industrielles IoT^[2], Machine-to-Machine-Kommunikation oder „vernetzte Geräte“ Bezug genommen wird, hat das Potenzial, herkömmliche Fertigungsmodelle zu verändern und zu verwerfen. Durch die Vernetzung von Geräten über das IoT ergeben sich Möglichkeiten, die Verwaltung der Produktionshalle, des Produktlebenszyklus, der Lieferkette und der hergestellten Güter zu transformieren.

DEFINITION DER DIGITALEN FABRIK

Die revolutionäre Digitalisierung der Entscheidungsfindung bei durchgängigen Geschäftsprozessen und dynamischen Geschäftsvorfällen^[3] ist ein wesentlicher Wegbereiter für digitale Fabriken. Das Internet der Dinge bietet Produzenten Möglichkeiten, rund um die Uhr mit Edge-Geräten und damit auch mit ihren Endverbrauchern vernetzt zu bleiben.

Beispielhaft seien hier die folgenden Aspekte digitaler Fabriken genannt, die alle in Zusammenhang und in Wechselwirkung zueinander stehen.

OPTIMIERTE VERMÖGENSWERTE IN DER PRODUKTIONSSTÄTTE

Die meisten Vermögenswerte in der Produktionshalle sind in der traditionellen Fertigung nicht miteinander verbunden. Die Funktion und der Status dieser Vermögenswerte sind für den Produzenten also nicht für praktische Zwecke einsehbar. Bei Anbindung an das IoT können sämtliche Vermögenswerte und Maschinen miteinander vernetzt, überwacht, gesteuert und optimiert werden.

PRÄSKRIPTIVE WARTUNG^[4]

Die vernetzten Maschinen der digitalen Fabrik, unabhängig davon, ob es sich dabei um in der Produktionshalle eingesetzte Maschinen oder hergestellte Geräte handelt, können vorausschauend und regelbasiert gewartet werden. Dieser präskriptive Ansatz ist ein wesentlicher Vorteil des IoT, was die Wartung, Überwachung, Steuerung und Aktualisierung vernetzter Produkte betrifft.

ERTRAGSWERT VON MASCHINEN

Das IoT nutzt Analysen aus Big Data^[5] zur Optimierung des Ertragswerts von Produktionsmaschinen. Des Weiteren verbessert eine digitale und vernetzte Fertigung auch den Ertragswert der hergestellten Geräte.

VORAUSSCHAUENDE BIG-DATA-MODELLE

Die Sensoren hergestellter Geräte erfassen fortlaufend riesige Datenmengen. Die digitale Fabrik gewinnt aus den erfassten Daten Erkenntnisse zu möglichen Mustern und ermittelt die zur Vermeidung möglicher Zwischenfälle oder Ausfälle erforderlichen Maßnahmen der vorbeugenden Wartung.

3D-DRUCK^[6] UND IOT

Dank der Verbreitung des 3D-Drucks als erschwingliche Technologie werden Unternehmen in der Lage sein, vernetzte Produkte kostengünstig herzustellen und mehrere Innovatoren über ein Herstellernetz zu verbinden. Die Digitalisierung ermöglicht es Betreibern einer digitalen Fabrik, fortlaufend Innovationen einzuführen –



in der Produktionshalle in Echtzeit und auf vernetzten Produkten während der gesamten Nutzungsdauer.

Angesichts digitalisierter dynamischer Geschäftsvorfälle, Dinge, Menschen, Analysen und Prozesse strafft die Netzanbindung die Fertigung vom Lieferanten bis zum Verbraucher und ermöglicht eine erheblich bessere Anpassungsfähigkeit.

02 Digitalisierungstrends SMAC'T

Berücksichtigung von sozialen Netzwerken, Mobile Computing, Analysen und Cloud Computing

Digitale Fabriken müssen einen Nutzen aus anderen Digitalisierungstrends wie sozialen Netzwerken, dem Mobile Computing, Analysen und dem Cloud Computing ziehen. Diese Technologien werden häufig mit dem Akronym „SMAC'T“^[7] zusammengefasst, wobei das „T“ für Things^[8] in IoT steht.

EINFLUSS AUF DIE FERTIGUNG^[9]

Werfen wir einen genauen Blick darauf, wie Produzenten von diesen vier Digitalisierungstrends profitieren.

SOZIALE NETZWERKE

Präsenz in sozialen Netzwerken zu zeigen, ist für Produzenten lohnenswert, obgleich es sie mitunter vor Herausforderungen stellt. Zum einen können die Beiträge von Kunden^[10] in sozialen Netzwerken den Ruf eines Produzenten fördern oder ihm auch schaden. Zum anderen bringen soziale Netzwerke Kunden mit Händlern und Vertriebspartnern sowie mit Service- und Produktionsteams beim Hersteller zusammen.

MOBILE COMPUTING

Wenn Produzenten Mobile Computing einsetzen und entsprechend eine Omni-Channel- und Omni-Device-Strategie verfolgen, können sie mittels mobiler Geräte eine automatisierte und durchgängige Einzelfallarbeit nahtlos initiieren und abschließen. Im Rahmen einer Omni-Channel-Strategie wird Kunden über verschiedene Kanäle hinweg dieselbe Benutzererfahrung geboten. Omni-Device wiederum steht für eine einheitliche Netzanbindung, Wartung und optimale Erfahrung unabhängig vom verbundenen Gerät.

ANALYSEN

Analysen sind für Produzenten ein wertvolles Instrument, um in Unmengen von Daten die relevanten Informationen zutage zu fördern. Nach der Auswertung dieser wesentlichen Daten zu Produkten, Dienstleistungen und der Verarbeitung von Fertigungsmaterialien können Produzenten entsprechend agieren und ihre Fertigung, Wartung und sonstige Prozesse mit neuen Ansätzen bei Big Data und Echtzeitanalysen optimieren.



CLOUD COMPUTING

Dank Cloud Computing kann die gesamte Wertschöpfungskette der Fertigung (von den Verbrauchern über die Unternehmensführung bis hin zu den Mitarbeitern) auf jede Phase des Produktlebenszyklus zugreifen. Über das Internet mithilfe von Netzwerken, Servern, Massenspeichern und Geschäftsanwendungen bereitgestellte Cloud-Services bieten Komfort und ermöglichen hochflexiblen Zugriff ganz nach Bedarf.

Das Zusammenspiel von IoT-verbundenen Geräten mit Technologien wie Mobile Computing, soziale Netzwerke, Analysen und Cloud Computing schafft weitreichende Möglichkeiten und versetzt auch klassische Fertigungsunternehmen in die Lage, sich zu einer adaptiven digitalen Fabrik zu entwickeln.

03 Das Internet von Allem für die Fertigung

Digitalisierungstrend Nummer 1

Die Internetrevolution, die Menschen durch digitale Geräte wie Wearables, unbemannte Fahrzeuge und Smart Home-Technologie vernetzte, setzt sich über ein riesiges Netzwerk von Sensoren und Aktoren immer weiter fort. Im Fertigungssektor geschieht dies konkret mit der Einführung vernetzter Vermögenswerte und hergestellter Geräte, die fortlaufend mit der adaptiven digitalen Fabrik verbunden sind und von ihr überwacht und optimiert werden.

Produzenten haben damit begonnen, vernetzte Geräte in der Produktionshalle zu nutzen. Nun müssen sie ihr Augenmerk auf das IoT^[10] richten, um eindeutig adressierbare physische Geräte über das Internet anzusprechen. Sie müssen mit Dingen arbeiten und Dinge erschaffen, die die Vernetzung zwischen Produzent und Konsument verbessern. Diese vernetzten Geräte können über eine integrierte Diagnosesoftware verfügen, die Produzenten zur Überwachung, Steuerung und Verwaltung nutzen können.

WAS SIND DINGE?

Für sich genommen hat jedes Ding nur einen sehr begrenzten Nutzen. Bei der Integrität und der Wartung von Dingen aber ist eine ganzheitliche Sichtweise darauf erforderlich, wie diese vernetzten Geräte in das IoT passen. Vor diesem Hintergrund beschreibt Cisco das IoT als Internet of All^[11] aus ganzheitlicher Perspektive:

- 1. Dinge:** Hierbei handelt es sich um vernetzte Geräte, auf die mittels einer eindeutigen, adressierbaren URL über das Internet zugegriffen werden kann.
- 2. Menschen:** Menschen haben gemeinsam mit Dingen Anteil an durchgängigen Prozessen oder dynamischen Geschäftsvorfällen.
- 3. Prozess:** Grundsätzlich geht es bei einem Prozess um die Koordinierung mehrerer Aktivitäten oder Aufgaben zu einem geschäftlichen Zweck. Zu den Prozessteilnehmern gehören Menschen, Dinge, Unternehmensanwendungen und Geschäftspartner.
- 4. Daten:** IoT-Daten, die von Dingen in einer sogar noch größeren Zahl als von Menschen oder Anwendungen erzeugt werden, müssen analysiert und als Handlungsgrundlage genutzt werden, oftmals sogar in Echtzeit.

Diese vier Aspekte eines IoT haben wesentliche Beziehungen zu- und untereinander. Der Begriff „Prozess“ wird hierin als Oberbegriff für jegliche Art von Prozess, gleich ob strukturiert oder dynamisch (einschließlich dynamischer Geschäftsvorfälle), verwendet.



04 Dynamic Case Management

Die optimierte, automatisierte und adaptive digitale Fabrik

In Produktionshallen laufen komplexe Prozesse ab. Jeder einzelne dieser Prozesse kann mehrere Meilensteine, Aufgaben und in den Arbeitsablauf eingebundene Geschäftsbereiche umfassen, die für die Herstellung und Handhabung eines Fertigerzeugnisses erforderlich sind. Auch der Aftermarket-Service (z. B. Wartung und Support) umfasst komplexe Prozesse^[12] und ist darauf angewiesen. Sie laufen außerhalb der Fabrik ab und stellen hohe Ansprüche an die Koordinierung und Verwaltung miteinander vernetzter und doch eigenständiger Ressourcen.

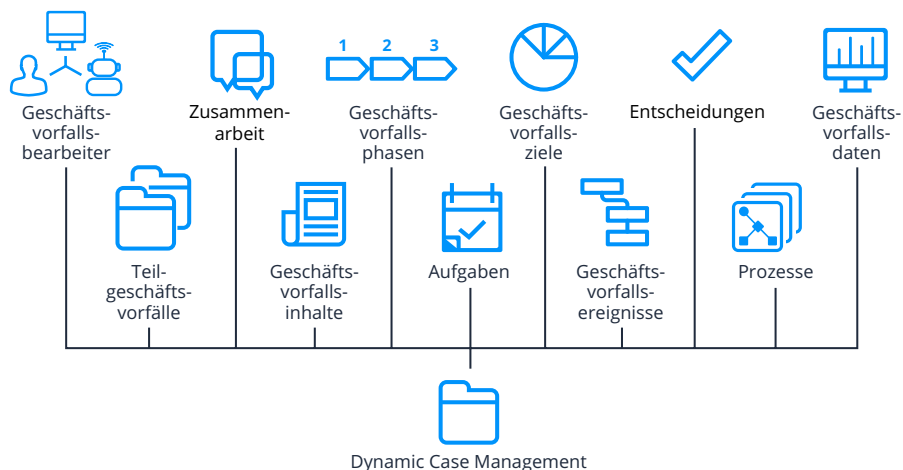
Die durchgängige Unterstützung vernetzter Geräte im modernen Dynamic Case Management erweist sich als optimale Methode, um Herausforderungen der digitalen Fabrik zu bewältigen (und Chancen zu ergreifen).

FUNKTIONEN DES DYNAMIC CASE MANAGEMENT

DCM-Funktionen decken jede einzelne der komplexen Komponenten von IoT-Geschäftsvorfällen ab, im Einzelnen:

- **Phasen und Ziele von Geschäftsvorfällen:** Es gilt, die Prozesse und Geschäftsvorfälle von Allem (Cases of Everything) zu entwickeln, zu verwalten und darüber zu berichten. Aus der Ermittlung der Meilensteine (Phasen) jedes einzelnen Geschäftsvorfalles ergibt sich ein modellgesteuertes Konzept von Geschäftsvorfällen. Die Fertigungslösungen von Pega bilden Wertströme mit Kunden, Produzenten, Lieferanten und Außendienstmitarbeitern in den Phasen des DCM problemlos ab.
- **Dinge als Bearbeiter^[13] im DCM:** In Geschäftsvorfällen und Prozesse sind zahlreiche Akteure involviert, darunter Produktionsarbeiter, Backoffice-Mitarbeiter, Partner im Außendienst, Kunden und Dinge. Das Dynamic Case Management ermöglicht es mehreren Einheiten (Menschen oder Dingen), einen Geschäftsvorfall und dessen Prozesse anzuzeigen, zu überprüfen, zu bearbeiten und zu abonnieren.
- **Überwachung und Verbesserung:** DCM-Portale und Echtzeitberichte machen es möglich, die Phasen eines Geschäftsvorfalles in der Fertigung auf Ebene der Geschäftsaktivitäten zu überwachen. Benutzer können den Arbeitsfortschritt während der einzelnen Phasen des Geschäftsvorfalles verfolgen. Business Intelligence Exchange von Pega ermöglicht es, Daten in ein Data Warehouse zu exportieren. Dadurch wird das DCM für das gesamte Unternehmen transparent.
- **Zusammenarbeit bei Geschäftsvorfällen – Pulse:** Die Zusammenarbeit erfolgt in Form von Sofortnachrichten, Dateien und URLs, die mit anderen Benutzern in einer Arbeitsgruppe geteilt werden können. Beiträge werden als öffentlich oder privat gekennzeichnet.
- **Geschäftsvorfalldaten (Eigenschaften):** Geschäftsvorfälle und Prozesse können sich auf verschiedene Datenmodelle aus einer Vielzahl von Quellen stützen. Beispiele für diese Quellen sind Benutzereingaben, externe Systeme, die Ergebnisse von Geschäftsregeln und Berechnungen. Diese Daten können für sämtliche Prozesse eines Geschäftsvorfalles propagiert werden, wodurch sich die Funktionsfähigkeit des Geschäftsvorfalles und seiner Prozesse verbessert.
- **Dynamische und Ad-hoc-Aufgaben:** Aufgaben werden auf der Grundlage von Identitäten, Rollen, Fähigkeiten oder einer Kombination daraus Menschen, Dingen oder automatisierten Agenten (Bots, Robotern usw.) zugewiesen. Mitarbeiter und Führungskräfte können Ad-hoc-Aufgaben dynamisch einführen und sogar im Rahmen eines einzelnen Geschäftsvorfalles die Notwendigkeit für neue Prozesse feststellen. Die Möglichkeit, dynamische und Ad-hoc-Aufgaben zuzuweisen, begünstigt eine intelligentere Arbeitsausführung und die Zusammenarbeit zwischen Mitarbeitern, um Geschäftsziele zu erreichen. Außerdem stellen unvermeidliche Abweichungen bei der Arbeit dadurch kein Problem mehr dar.

Dynamic Case Management unterstützt die durchgängige Vernetzung von Edge-Geräten – in der Produktionshalle, bei Außendienstmitarbeitern oder beim Verbraucher – mit dem übrigen Unternehmen.



05 Verknüpfung von IT und Operational Technology

Integration von OT-Systemen in die IT¹⁴⁾

In der Vergangenheit war die Informationstechnik im Fertigungsbereich, die so genannte Operational Technology, von der für Geschäftsprozesse relevanten IT getrennt. Operational Technology (OT) steht in erster Linie für Vermögenswerte und Geräte, die in Echtzeit erkannt, überwacht und gesteuert werden müssen, während es bei der IT hauptsächlich um die Verwaltung der gesamten IT-Umgebung im Unternehmen geht.

Heute nähern sich die reale und die virtuelle Welt einander mit rasanter Geschwindigkeit an, da Unternehmen Daten von MES-, SCADA-, PLM- und Prozesssteuerungssystemen integrieren und auf diese Weise Zugang zu neuen Analysemöglichkeiten und Erkenntnissen erhalten möchten.

OT TRIFFT IN DER ADAPTIVE DIGITAL FACTORY® AUF IT

In der Adaptive Digital Factory® werden Geräte immer intelligenter. Ihre Überwachung, Wartung und fortlaufende Verbesserung laufen zunehmend automatisiert ab. Diese entweder vom Menschen oder von Computern gesteuerten Geräte können mit der gesamten Palette an IT-Anwendungen in der Fertigung vernetzt werden. Damit eine Verbindung zwischen den organisatorischen Silos hergestellt und der Wertefluss zum Kunden verbessert werden kann, müssen Prozessabläufe digitalisiert und operationalisiert werden.

Allmählich werden Referenzarchitekturen und Kommunikationsstandards für die OT-IT-Integration entwickelt. Einer dieser Standards ist ISA-95¹⁵⁾ zur Integration von informationstechnischer Unternehmenssoftware in der eigentlichen Produktionsumgebung. Die folgende Abbildung veranschaulicht die Ebenen und die verschiedenen beteiligten Systeme.

Referenzmodell des IoT World Forum

Ebenen

- 7 **Zusammenarbeit und Prozesse**
(Menschen und Geschäftsprozesse werden eingebunden)
- 6 **Anwendung**
(Berichterstellung, Analysen und Kontrolle)
- 5 **Datenabstraktion**
(Gruppierung und Zugriff)
- 4 **Datenansammlung**
(Speicherung)
- 3 **Edge Computing**
(Analyse und Transformation von Datenelementen)
- 2 **Netzanbindung**
(Kommunikations- und Verarbeitungseinheiten)
- 1 **Physische Geräte und Steuerungen**
(Die „Dinge“ im IoT)



Quelle: IoT World Forum Reference Model

<http://www.1otwf.com/resources>

06 Stringente Anwendungsfälle

Vernetzte Geräte für die Produktion

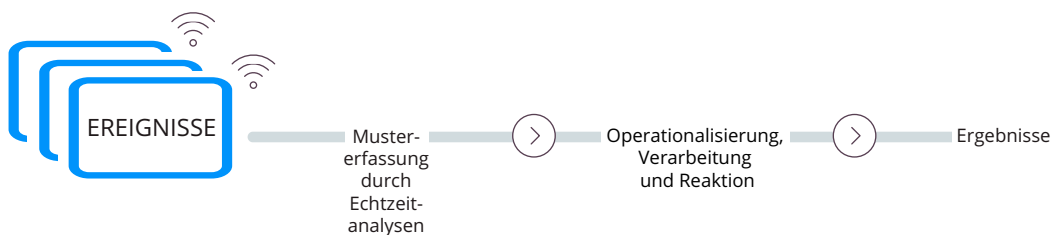
Wie bereits erwähnt haben Dinge an sich nur einen begrenzten Nutzen. Für den Fertigungssektor gibt es drei wesentliche transformatorische PoE-Anwendungsfälle (Process of Everything)^[16]: Fokus auf intelligente und digitalisierte Prozesse, Erfassung und Reaktion auf Ausnahmeereignisse sowie Operationalisierung von Big Data, die von Dingen generiert wurden.

PROZESSDIGITALISIERUNG

Verlagerung des Schwerpunkts vom Technologie-Stack zu intelligenten digitalisierten Prozessen

Eine wesentliche Voraussetzung für eine wirklich erfolgreiche digitale Transformation des IoT besteht in der durchgängigen Digitalisierung von Prozessen. Ein Prozess umfasst Inputs, die Koordinierung von Aufgaben und nach seinem Abschluss Geschäftsergebnisse als Output. Bisher wurden Menschen, Geschäftspartner oder Unternehmensanwendungen im Rahmen der Prozessautomatisierung koordiniert. Mit der zunehmenden Bedeutung von Dingen ändert sich das Feld der Prozessteilnehmer.

Denken Sie nur an die Koordinierung der Lieferkette. Sie kann Lieferanten, OEMs, die vernetzte Dinge montieren, Zwischenhändler und möglicherweise Einzelhändler oder Verkäufer umfassen. Zu den Beteiligten gehören auch Mitarbeiter unterschiedlicher Organisationen innerhalb der Lieferkette. Es können Sensordaten von Dingen abgefragt werden oder Dinge zur Ausführung von Aufgaben bestellt werden. Autonome oder semiautonome Dinge entwickeln sich zu aktiven Beteiligten an Geschäftsprozessen.



ERFASSEN VON EREIGNISSEN UND DIGITALISIEREN VON ÄNDERUNGEN

Umgang mit Ereignissen und Digitalisierung von Änderungen

Einer der am weitesten verbreiteten Anwendungsfälle für Dinge ist das Erfassen von Ausnahmeereignissen (mithilfe von IoT-Sensoren) und die anschließende Aktivierung eines digitalisierten durchgängigen Reaktions- und Behebungsprozesses. Genau dieser Anwendungsfall tritt ein, wenn es bei einem Gerät zu einem mechanischen Defekt oder Softwareausfall kommt. Das Ding erfasst das Ausnahmeereignis automatisch und aktiviert entweder direkt oder über eine Vermittlungsebene einen Ausnahmeprozess. Üblicherweise beinhaltet dieser Prozess, dass Überwachungspersonal im Backoffice und im Außendienst reagiert und das Problem behebt. Bei der Ausführung von durchgängigen digitalisierten Prozessen im IoT kommen viele Richtlinien zum Tragen.

UMWANDLUNG VON „THING DATA“ IN DIGITALE PROZESSE

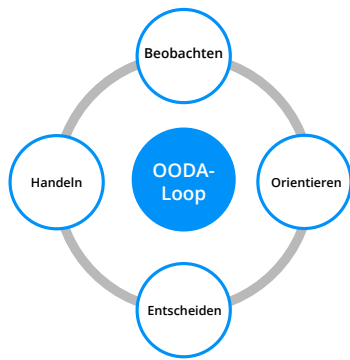
Operationalisierung der Analysen von Thing Data

Häufig ist es nicht bloß ein einzelnes Ereignis, das einen Prozess instanziiert. Big Data wird sich letztendlich zu „Thing Data“^[17] entwickeln. Mit der Zeit werden Thing Data (und digitale Prozesse) gespeichert und analysiert werden. Anschließend können vorausschauende Modelle durch Analysetechniken nach Informationen durchforstet werden, die zu einer wichtigen Quelle für Big Data werden.

Die digitale Transformation offenbart Muster in Thing Data. Diese Muster werden dann zu digitalen Prozessen operationalisiert. Wenn es zu solchen Ereignissen kommt, müssen diese mitunter mit Echtzeitanalysen in Beziehung gesetzt werden. Eine digitale Transformationslösung kann entweder auf der Grundlage von vorausschauenden Analysemodellen oder Echtzeit-Ereigniskorrelation Maßnahmen ergreifen oder Menschen oder intelligenten Dingen (z. B. Robotern) die Next-Best-Action vorschlagen.

07 Der OODA-Loop in der Produktion

Strategische Entscheidungsfindung in der digitalen Fabrik



Die Entscheidungsschleife OODA-Loop^[18] gliedert sich in die Schritte Beobachten, Orientieren, Entscheiden und Handeln. Der Name OODA setzt sich dabei aus den Anfangsbuchstaben der entsprechenden englischen Begriffe zusammen. Dieses Modell ist auch unter dem Namen „Boyd Cycle“ bekannt, benannt nach dem mittlerweile verstorbenen Militärstrategen der United States Air Force, John Boyd, der sich mit diesem Ansatz einen strategischen Vorteil im Kampf verschaffte.

Der OODA-Loop steht ferner im Zusammenhang mit dem PDCA-Zyklus (Plan, Do, Check, Act – Planen, Umsetzen, Überprüfen, Handeln), einem Konzept aus der schlanken Produktion. Sowohl das OODA-Modell als auch der PDCA-Zyklus befassen sich damit, wie Entscheidungen getroffen werden. Im Grunde geht es in beiden Konzepten darum, Daten und Ereignisse zu beobachten, ihren Sinn zu erschließen, das Rauschen herauszufiltern, sich neu zu orientieren, wenn neue Informationen zur Verfügung stehen, und Maßnahmen zu ergreifen. All diese Vorgänge laufen dabei in einer Endlosschleife ab.

DAS OODA-MODELL

Im OODA-Loop stehen Aktionen und Reaktionen in kontinuierlicher Wechselbeziehung. Auf die digitale Fabrik angewandt umfasst dieser wechselseitige Prozess Menschen, Maschinen und Daten von Dingen. In einem hart umkämpften Markt mit niedriger operativer Marge stellt die Fähigkeit, schneller als die Mitbewerber zu denken und zu handeln, einen entscheidenden Vorteil dar. Tatsächlich werden viele der aktuellen PoE-Initiativen in der verarbeitenden und in der Hightech-Industrie auf den Weg gebracht, um das Supply Chain Management zu verbessern und Betriebskosten zu senken.

Befassen wir uns nun eingehend damit, wie das OODA-Modell auf die digitale Fabrik angewandt werden kann.

BEOBSACHTEN: Beobachtungen sind das Ergebnis entweder der Erfahrung oder Intuition von Wissensarbeitern in einer digitalen Fabrik oder der Erfassung von Daten (in zunehmendem Maße Thing Data). Aus Beobachtungen sollen Feststellungen abgeleitet werden. Dinge, Prozesse und Unternehmensanwendungen können dabei als Datenquelle dienen.

ORIENTIEREN: Orientierung entspringt dem Wissen und den Erkenntnissen aus einem bestimmten Kontext. Grundlage für den Prozess des Orientierens bilden die Erfassung und Digitalisierung von Expertenwissen oder von Erkenntnissen durch Geschäftsregeln. Alternativ kann die Richtung auch abgesteckt werden, indem aus Daten Modelle abgeleitet werden (z. B. vorausschauende Analysen).

ENTSCHEIDEN: Mit den Ergebnissen der Beobachtungs- und Orientierungsphase kann eine Reihe von priorisierten Entscheidungsoptionen erstellt werden. Der Benutzer oder das System muss die Vorgehensweise auswählen, die in den meisten Fällen die erste Option bzw. beste Maßnahme auf einer Liste möglicher Maßnahmen sein wird.

HANDELN: Handlungen sind Maßnahmen, die bei der Durchführung und Umsetzung einer Entscheidung in einem bestimmten Kontext innerhalb der digitalen Fabrik ergriffen werden. Hierbei handelt der Benutzer in einem bestimmten Kontext bzw. in einer bestimmten Situation nach einer priorisierten Liste mit Entscheidungen (auch als Next-Best-Action bezeichnet).^[19]

TYPISCHE ANWENDUNGSFÄLLE

In der Praxis befassen sich unsere Kunden hauptsächlich mit den folgenden IoT-Anwendungsfällen:

- Vorgangserfassung, sei es durch gestreamte Daten von Maschinen und Geräten oder durch eintretende komplexe oder ungewöhnliche Ereignisse
- Automatisierung der Ersteinschätzung, Diagnose und Durchführung empfohlener Maßnahmen mit der höchsten Tendenz zur Problembehebung (bzw. Verhinderung, so dass es erst gar nicht zum Problem kommt)
- Durchführung von Maßnahmen zur Problembehebung, üblicherweise durch Dynamic Case Management; im Laufe der Zeit erfasst und behebt das System genügend Probleme, dass es schließlich selbst lernt und automatisch mit der nächsten Wiederholung der Entscheidungsschleife OODA-Loop beginnt.

08 Von Big Data zu Thing Data

Aufbau einer Dateninfrastruktur für adaptive digitale Fabriken

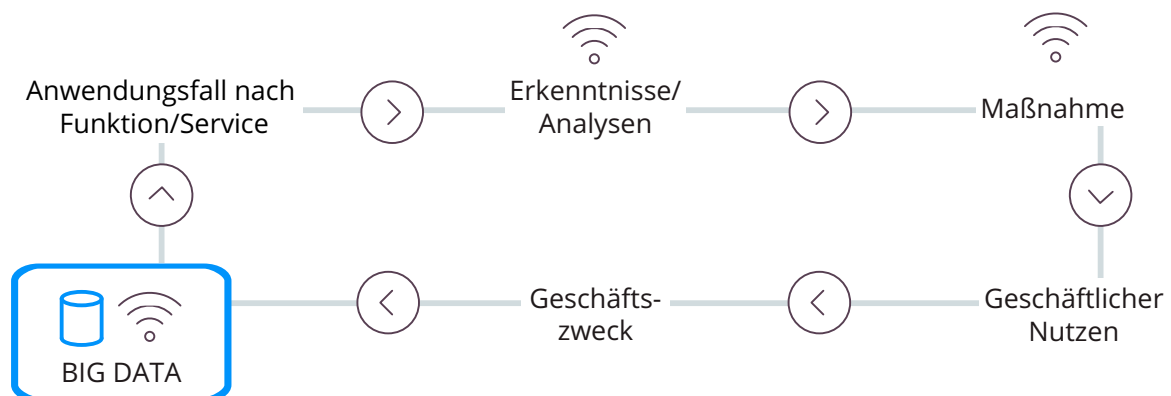
Der Begriff Big Data kommt in Anbetracht der Vielzahl von Daten, die durch unter anderem Geräte, Netzwerke, Menschen, Links und Maschinen anfallen, nicht von ungefähr.^[5] Bereits in wenigen Jahren werden wir Zugriff auf strukturierte, unstrukturierte und halbstrukturierte Daten in der Größenordnung von Petabytes haben. Es wäre unklug, Big Data angesichts dieser bereits absehbaren Datenmenge als Repository und damit als bloßen Speicher zu definieren und so den Blick für die versteckten Erkenntnisse und Informationen zu verlieren, die Daten beinhalten.

AUFBAU EINER INFRASTRUKTUR AUS THING DATA/BIG DATA

Im Hinblick auf die Verwaltung von Big Data hat es sich als eine der effektivsten Herangehensweisen erwiesen, das Repository auf der Basis einzelner Anwendungsfälle aufzubauen. So können wir uns ein genaues Verständnis von unseren Daten, deren Nomenklatur, Funktion und zukunftsorientierten Anforderungen erarbeiten. Hinzu kommt, dass analysierte Anwendungsfälle, die positive Ergebnisse hervorbringen (z. B. konkrete Maßnahme), neue Fragen aufwerfen und neue Anwendungsfälle generieren.

Gesammelte Anwendungsfälle, zugehörige Erkenntnisse und die daraus resultierenden Maßnahmen tragen allesamt zum Aufbau einer leistungsfähigen Plattform für Big Data bei. Ihre Entwicklung setzt eine intelligente, durchgeplante und strukturierte Methodik voraus, die es dezentral organisierten Analyseteams ermöglicht, die zuvor bearbeiteten Anwendungsfälle zu nutzen.

Der Aufbau auf Anwendungsfallbasis bringt noch einen weiteren großen technischen Vorteil mit sich: Die Infrastruktur lässt sich einfacher skalieren. Die Zeiten, in denen beträchtliche Anfangsinvestitionen für den Aufbau einer riesigen Infrastruktur anfielen, sind vorbei. Heutzutage beginnt ein solches Vorhaben häufig mit einer kleinen Plattform, die mit steigenden Anforderungen erweitert wird.



Im Fertigungssektor werden Daten von jeder einzelnen Maschine, bei jeder Interaktion zwischen Maschinen, von jedem einzelnen Sensor in Maschinen, von Testmaschinen, Kontrollsystemen, Bedienern, Technikern und vielem mehr generiert. Aktuell kann nur ein Bruchteil dieser Daten analysiert werden.

Da Produkte immer intelligenter werden, generieren sie wertvolle Daten. Nun, da Systeme, Tools und Repositories all diese Daten aufnehmen können, müssen Produzenten die entsprechende Infrastruktur schaffen, um auf dieses ungenutzte Wissen zuzugreifen.

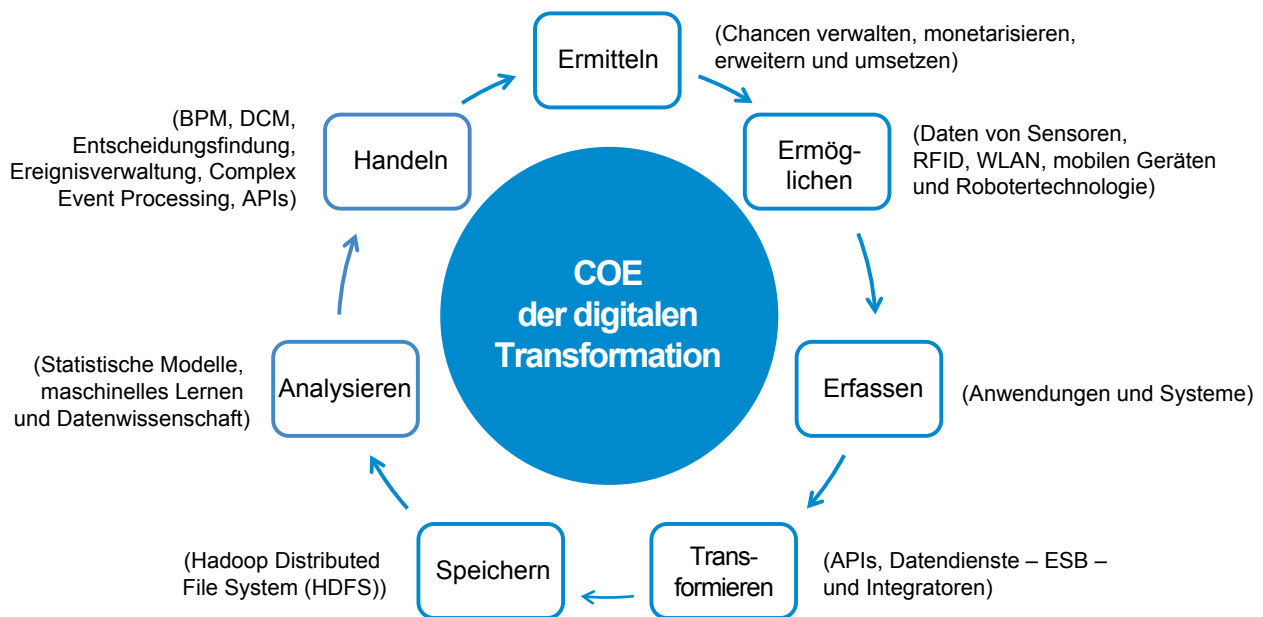
In naher Zukunft wird eine einfache Fertigungsstraße in der Lage sein, zu kommunizieren, Daten zu versenden und Daten in der Cloud zu speichern, damit daraus Anwendungsfälle abgeleitet werden können. Ein möglicher Anwendungsfall könnte darin bestehen, die Taktzeit der Fertigungsstraße zu reduzieren – ein klarer Vorteil für ein produzierendes Unternehmen. In diesem Beispiel könnten Daten zu Produktionszeiten sekundlich erfasst und an ein SaaS-Repository (Software-as-a-Service) wie eine Hadoop-Umgebung^[20] gesendet werden. Anschließend würden die Daten mithilfe moderner Statistikwerkzeuge analysiert werden. Basierend auf den bei der Analyse gewonnenen Erkenntnissen würden konkrete Maßnahmen zur Änderung der Preisgestaltung ergriffen werden. Dieser Anwendungsfall könnte wiederum neue Erkenntnisse für die ursprüngliche Aufgabenstellung liefern, indem er neue Daten zutage fördert, die die Grundlage für neue Analysen bilden, neue Maßnahmen hervorbringt und einen neuen geschäftlichen Nutzen beinhaltet.

09 EIN GERÜST FÜR DIE DIGITALE TRANSFORMATION

Strategische Nutzung wertvoller Daten

Mit der Industriellen Revolution^[21] wurden maschinelle Verfahren eingeführt, was die verarbeitende Industrie seither von Grund auf verändert hat. Nicht zuletzt profitiert sie von den Effizienzsteigerungen, die durch die jahrzehntelange Computerisierung von Fertigungsverfahren erzielt werden konnten. Die digitale Informationsrevolution, an deren Schwelle wir stehen, verheißt sogar noch größere Vorteile. Es stehen immer mehr wertvolle Daten zur Verfügung, und die verarbeitende Industrie muss diese Daten nutzen, um mit dem Wettbewerb Schritt halten zu können.

Die Digitalisierung vieler Produktionsprozesse wird unweigerlich tiefgreifende Änderungen im Fertigungssektor nach sich ziehen. Ein Weg, die Transformation sanft zu vollziehen, wird Im Folgenden beschrieben.



- **Ermitteln:** Zunächst müssen wir den Anwendungsfall ermitteln und beispielsweise entscheiden, ob wir einen bestimmten Prozess optimieren, einen anderen verwalten oder einen Dritten zu Geld machen möchten.
- **Ermöglichen:** Es muss zunächst einmal etwas konzipiert werden, das Daten liefert, sodass Informationen und Erkenntnisse gewonnen werden können. Diese Daten können in den eingesetzten Systemen enthalten sein oder müssen implementiert werden, um solche Informationen hervorzubringen (installieren, konfigurieren, vernetzen und verbreiten). Beispiele für diese konzipierten Dinge, die eine Datenauswertung erst ermöglichen, sind RFID, WIFI, Mobilitätsvorrichtungen und Roboter.
- **Erfassen:** Geräte produzieren Daten. Diese bleiben jedoch ohne Auswertung und Deutung unverständlich. Um die Daten zu erfassen, werden zusätzlich zu den ausgehenden Geräten Anwendungen benötigt. In dieser Phase erfassen Anwendungen Rohdaten, die von Geräten ausgehen.
- **Transformieren:** Damit die erfassten Daten analysiert werden können, ist oftmals eine Transformation erforderlich, damit die Daten entweder mit anderen Datenquellen kohärent sind, mit anderen Daten zusammengeführt oder in ein bestimmtes Daten-Repository geladen werden können. In dieser Phase erfolgt also das Extrahieren, Transformieren und Laden (ETL), um die Daten für die Analyse brauchbar zu machen.
- **Speichern:** Da die Datenmenge exponentiell wächst, müssen Daten gespeichert werden, damit sie für Anwendungsfälle zur Verfügung stehen. Bei der Datenspeicherung im Rahmen der Transformation werden vielerlei Faktoren berücksichtigt, darunter die Art der Daten (strukturiert, unstrukturiert oder halbstrukturiert), die Volumina, die leichte Zugänglichkeit, die Sicherheit sowie die Wiederherstellung.
- **Analysieren:** In die Analysephase fließen interne und externe makro- wie mikroökonomische Erwägungen und das aus den Daten gewonnene Wissen ein. Anschließend werden statistische oder mathematische Modelle angewandt, um Erkenntnisse zu erhalten und daraus Maßnahmen abzuleiten.
- **Handeln:** Liegen fundierte Erkenntnisse vor, wird eine Maßnahme ergriffen und es werden neue Anwendungsfälle definiert.

10 Digitalisierung der Lieferkette

Dynamic Data Mining zur Verbesserung der durchgängigen Leistung

Die bisher durch Digitalisierung gewonnenen Möglichkeiten entlang der Lieferkette lassen schon erkennen, wie sehr sich die verarbeitende Industrie immer stärker digital vernetzt. Die Digitalisierung der Lieferkette durch Überwachung, Netzanbindung und durchgängige, automatisierte dynamische Geschäftsvorfälle hat viele neue Chancen zur Straffung der Lieferkettenprozesse^[22] mit sich gebracht.

Das Aufkommen der additiven Fertigung durch 3D-Druck^[23] für „Social Manufacturing“ macht es nun erforderlich, das Supply Chain Management zu optimieren. Unternehmen sind auf die fristgerechte Belieferung mit Materialien oder 3D-Komponenten angewiesen. Nur so können sie bei der Produktion die zunehmend anspruchsvollen Service Level einhalten. Jegliche Störung in der Lieferkette wirkt sich negativ aus und kann unter Umständen hohe Kosten verursachen, wenn sie beispielsweise Überbestände, Unterproduktion oder Ausschuss verursacht. Störungen gefährden außerdem die Transparenz der Lieferkette in ihrer Gesamtheit. Aus diesem Grund stellt eine gestörte Lieferkette ein enormes Unternehmensrisiko dar.

Um ihr Risiko zu minimieren, müssen Unternehmen die Ursachen für die Störungen eruieren.

STÖRUNGEN IN DER LIEFERKETTE

Einige der wesentlichen Ursachen für Störungen der Lieferkette:

- Wetter (z. B. Orkane)
- Innere Unruhen (z. B. Demonstrationen)
- Schwierigkeiten mit Gewerkschaften (z. B. Arbeitskampf von Hafenarbeitern)
- Treibstoffpreise (z. B. ungerechtfertigte Preiserhöhungen)
- Verkäufermarktstatus (z. B. feindliche Übernahmen von Lieferanten)

Um die Gefahr von Störungen auf ein Minimum zu begrenzen, werden Erkenntnisse mittels Data Mining gewonnen und in konkrete Informationen umgewandelt, auf deren Grundlage Maßnahmen zur Risikominderung ergriffen werden. Diese Extraktionsarbeit wird automatisiert und im Rahmen von durchgängigen dynamischen Geschäftsvorfällen ausgeführt, die die gesamte Lieferkette umspannen.



RISIKOMINDERUNG DURCH PROGNOSEN

Nachfolgend sind einige der Datenquellen aufgeführt, die bei der Analyse, Entscheidungsfindung und insbesondere der Operationalisierung der Lieferkettenprozesse herangezogen werden:

- **Soziale Medien:** Nützliche Quelle für Entwicklungen im Hinblick auf mögliche innere Unruhen oder Schwierigkeiten mit Gewerkschaften
- **Textanalysen:** Nützlich zum Analysieren von Beiträgen in sozialen Medien, Ermitteln von Kommunikationstrends, Vorlieben und Ideen (z. B. Generation Y im Gegensatz zur Generation der Baby Boomer)
- **Risikovorhersage:** Aus Informationen zum Wetter und Klima oder aus geologischen Vorhersagen abgeleitet
- **Maschinelles Lernen:** Algorithmen, die lernen, sich anpassen und immer genauere Vorhersagen hervorbringen, je mehr Informationen sie verarbeiten

Die aus diesen Quellen gewonnenen Daten werden noch durch Sensordaten aus der Transportlogistik oder von den Geräten selbst gestützt.

Innovativ und unumgänglich – mit diesen Adjektiven kann die Digitalisierung der Lieferkette beschrieben werden. Die vorausschauenden Modelle, die Sensor-Ereignisse (IoT-Ereignisse) und Geschäftsregeln für eine optimale Supply Chain Execution werden alle durch Dynamic Case Management automatisiert und operationalisiert. Die Digitalisierung erstreckt sich über das gesamte digitale Fertigungsunternehmen in seiner erweiterten Form. Dieses umfasst OEM, Zulieferer, Logistik, Transport und weitere Instanzen.

11 Innovationen in der Produktionshalle

Vorausschauende Analysen durch Einführung von Strategien zum maschinellen Lernen

Welche Innovationen können in der Produktionshalle Einzug halten?

Software für maschinelles Lernen basiert auf computergestützter Statistik. Die Software lernt und trifft Aussagen zu Ergebnissen auf der Grundlage von unabhängigem Feedback, das in das Modell eingepflegt wurde. Viele Online-Suchmaschinen funktionieren nach diesem Selbstlernansatz, der im Grunde eine Art oder Teilmenge künstlicher Intelligenz darstellt.

Die besten modernen Suchmaschinen basieren auf statistischen Verteilungsmodellen menschlichen Verhaltens, für die jahrelang Daten im Internet gesammelt wurden. Denken Sie beispielsweise an Suchvorgänge, die Sie auf Google oder Amazon durchgeführt haben. Wie häufig haben deren Algorithmen vorhergesagt, wonach Sie suchen wollten?

MASCHINELLES LERNEN IN DER PRODUKTION

Die Strategien des maschinellen Lernens, wie sie für solch effiziente Suchmaschinen zum Einsatz kommen, lassen sich auch auf Fertigungsumgebungen übertragen.

Über Folgendes sind wir uns im Klaren:

- Wenn es darum geht, Aufgaben auf der Grundlage einer parametrisierten Konfiguration wiederholt auszuführen, leisten Maschinen eine hervorragende Arbeit.
- Liegen allerdings besondere Umstände vor, können Maschinen sich weniger gut daran anpassen.
- Menschen hingegen sind sehr gut darin, sich an besondere Umstände anzupassen.

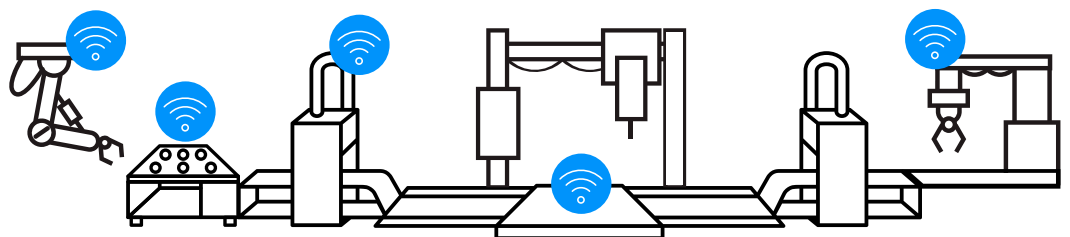
Um diese Fähigkeit bei Maschinen zu verbessern, müssen wir ihnen ein menschliches Modell bereitstellen, das sie in die Lage versetzt sich an bestimmte Umstände anzupassen. Die selbstlernende (automatisch anpassende) Fabrik wird sich auf maschinelles Lernen stützen und dabei Feedback von Menschen in der Rolle von Bedienern und Technikern sowie Informationen aus der Machine-to-Machine-Kommunikation berücksichtigen. Ziel ist, Maßnahmen bei besonderen Umständen automatisch vorherzusagen und vorzuschreiben.

ANWENDUNGSFALL

In Umgebungen mit Hunderttausenden Produktionsmaschinen ist es häufig schwierig zu entscheiden, an welcher Maschine zuerst Hand angelegt bzw. welche zuerst überprüft werden soll, wenn Prozesse außer Kontrolle geraten.

Heutzutage beginnt ein Bediener oder Techniker an jeder einzelnen Maschine mit der Untersuchung. Wenn sich maschinelles Lernen durchsetzt, kann der Prozess optimiert werden. Aus Benutzerfeedback vom Bediener oder Techniker können Schlüsse darauf gezogen werden, welche Maschine zuerst überprüft werden sollte. Das Modell könnte vorhersagen, welche Maschine betroffen ist, und dazu auf Parameter, SPC-Karten und frühere Eingaben von Technikern/Bedienern zurückgreifen.

Die Techniker oder Bediener würden auf dieses neue Wissen zugreifen und wiederum Feedback geben. Dieses würde der Algorithmus des maschinellen Lernens nutzen, um das Modell neu zu bewerten und für die Zukunft noch präzisere Vorhersagen zu ermöglichen.



12 Die Produktionshalle

Prozessverbesserung durch datenbasierte Next-Best-Action-Prognosen

Für die Zukunft der Fertigungsindustrie ist ohne Weiteres eine zentralisierte Cloud-Plattform vorstellbar, die Maschinendaten wie Informationen der statistischen Prozesslenkung (statistische Modelle, die mögliche Probleme in einem Prozess oder einer Maschine aufzeigen können) sammelt und prognostiziert, welche Maschinen im Falle eines mutmaßlich außer Kontrolle geratenen Prozesses überprüft werden sollen.

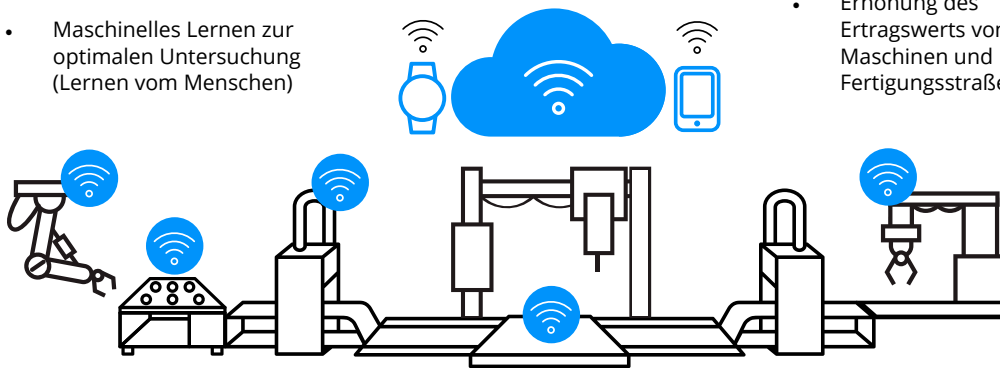
Dieses Modell der Zukunft beinhaltet auch Next-Best-Action-Prognosen zu Fehlern und defekten Produkten. Damit kann der Ertragswert von Maschinen optimiert werden, ohne dass dafür eine beträchtliche Zahl von Bedienern oder Technikern vonnöten ist.

Vorhersagen:

- Nächste aufgrund eines außer Kontrolle geratenen Prozesses zu überprüfende Maschine
- Maschinelles Lernen zur optimalen Untersuchung (Lernen vom Menschen)

Vorschrift:

- Next-Best-Action im Hinblick auf Fehler oder Ausschussteile
- Erhöhung des Ertragswerts von Maschinen und Fertigungsstraßen



NEXT-BEST-ACTION

Die Verknüpfung von Next-Best-Action-Prognosen (präskriptiv) und Informationen, die nicht nur aus der Produktionshalle, sondern auch von den produzierten Produkten (extern) stammen, bietet die folgenden Vorteile:

- Erfassung von Gerätedaten über Komponenten, die möglicherweise am Ende ihrer Nutzungsdauer angelangt sind
- Einpflegung externer Daten in Algorithmen mit Bezug zur Funktion von Systemkomponenten
- Schaffung eines neuen Systems für externes Feedback, um möglicherweise unvorhergesehene außer Kontrolle geratene Prozesse zu ermitteln

Letztendlich ermöglichen es Next-Best-Action-Prognosen, einen präskriptiven Prozess zu gestalten, der weitaus effizienter ist als das bloße Feedback von Technikern oder Bedienern.

ANWENDUNGSFALL

Stellen Sie sich vor, Reparaturroboter oder sich selbst reparierende Maschinen wurden mit Informationen gespeist. Sensoren, die Informationen über die Lebensdauer einer in der Produktionshalle befindlichen Komponente liefern, nehmen zusätzlich Informationen von Produktsensoren auf, um nachhaltige Verbesserungen zu erzielen.

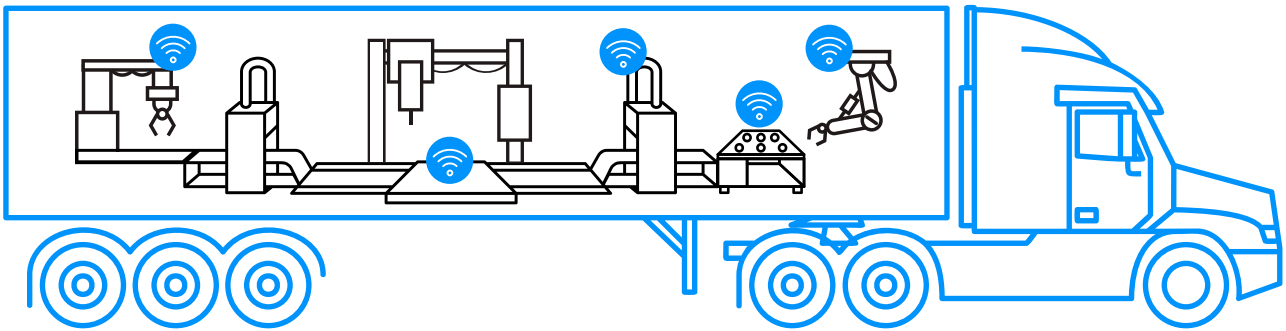
Produktionshallen werden also dank der Nutzung externer Daten für die vorbeugende Wartung und im Bestreben nach kontinuierlicher Verbesserung immer effizienter. In nächster Konsequenz bedeutet dies, dass im selben Maß auch die Lieferkette immer effizienter werden wird. In dieser Vorstellung von einer hochgradig datengestützten Umgebung kann sich die Lieferkette zu einem „Bid-on-demand“-Modell entwickeln – zu einem Lieferkettenmarkt, der mit einem Rohstoffmarkt vergleichbar ist.

Auf die Fertigung bezogen würde also die Produktionshalle Kaufangebote unterbreiten, wenn sie einen Bedarf an einer Ressource vorhersagt, und den besten Bieter mit der kürzesten Bearbeitungszeit ermitteln. Die Kaufangebote basieren auf der Produktion, der Maschinennutzungsdauer, dem Produktlebenszyklus, der Komponentennutzungsdauer und auf Anforderungen an die Nachhaltigkeit. Die gesamte Produktionshalle arbeitet synchron und quasi automatisch.

So sieht die Zukunft im Fertigungssektor aus – und sie ist nicht mehr in weiter Ferne.

13 Das Ende der monolithischen Fertigung?

Mehr Flexibilität und Kundenorientierung durch spezialisierte Fertigung



Vorhersagen:

- Lieferkette mit automatischem Selfservice
- Mikro- und mobile Fabrik am Puls der Zeit
- Stimmungs-/Textanalyse zur Vorhersage des optimalen Standorts

Vorschrift:

- Fristgerechtigkeit und optimaler Standort
- Anpassungsanforderungen basierend auf Standort und Demografie

Der sich zusehends verbreitende 3D-Druck, Social Manufacturing und die additive Fertigung versetzen kleinere innovative Fertigungsunternehmen in die Lage, mit den größten Produktionsriesen zu konkurrieren, während sich Letztere anpassen müssen.



NEUE PRODUKTIONSMODELLE

Produktionsriesen müssen neue Entwicklungen stets im Blick haben, um ihr Geschäft weiterentwickeln zu können. Insbesondere die folgenden Trends spielen eine wichtige Rolle:

- Mikroproduktion^[24]: Paradigmenwechsel hin zu kleineren Fertigungsstätten, in denen kundenspezifisch Produkte hergestellt werden; die kleinste Mikroproduktionsstätte ist die Garage oder der Keller einer Person
- Social Manufacturing^[25]: Kopplung mehrerer kleiner und flexibler Produzenten mit dem Ziel, ein größeres Verbundprodukt herzustellen
- Mobile Manufacturing^[26]: Mobile Mikroproduktionsstätte, die sich von einem geografischen Standort zu einem anderen bewegen kann

Die Innovationskraft des Internets ist nicht zu bremsen. In den letzten Jahren hat sich mit dem „Social Manufacturing“ ein neuer Trend abgezeichnet. Stellen Sie sich vor, Sie leben im verregneten Seattle in einer Straße mit vier Häusern. Drei dieser Haushalte haben sich jeweils einen 3D-Drucker zugelegt (bestellt bei Home Depot für weniger als 1.000 US-Dollar pro Stück^[27]). Im vierten Haus steht eine Nähmaschine.

Im ersten Haus wird mit dem 3D-Drucker der runde Griff eines Schirms hergestellt, im zweiten die zugehörige Stange. Im dritten Haus wird das Gestell für den Stoffbezug hergestellt und im vierten schließlich der Stoffbezug für den Regenschirm genäht. Sie haben in einem Verbund ein Produkt hergestellt, das am Standort von unschätzbarem Wert ist und sich einfach anpassen lässt.

Jedes Haus ist ein Beispiel für eine Mikroproduktion, deren Schwerpunkt auf einem bestimmten maßgefertigten Produkt liegt, das zu einem ganz speziellen Zweck in einer Fabrik mit geringen Produktionskapazitäten hergestellt wird. Stellen wir uns nun vor, das Haus wäre mobil und könnte mitten auf einer Veranstaltung geparkt werden, um unmittelbar und direkt vor Ort ein Produkt herzustellen, das mit der Veranstaltung im Zusammenhang steht. Dies wäre ein Beispiel für die mobile Fertigung.

Heute noch unvorstellbar, könnte diese Art des Social Manufacturing bereits in ein paar Jahren Produktionsweisen revolutionieren.

Jeder einzelne dieser Trends fördert die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit von Produzenten im Angesicht neuer Anforderungen. Produzenten nähern sich dem Verbraucher an, können innovativer sein und die Methoden der Lieferkette verändern.

Damit sie diesen Paradigmenwechsel erfolgreich meistern, müssen sie über die richtigen Instrumente verfügen.

14 Koordinierung durch dynamische Geschäftsvorfälle

Ausschöpfung der Stärken aller Vermögenswerte in der adaptiven digitalen Fabrik



Nun fügen wir das große Ganze zusammen: die Umsetzung und fortlaufende Optimierung der adaptiven digitalen Fabrik. Für Informationen gibt es vielfältige Quellen, beispielsweise Lieferanten, Produktionseinheiten, Maschinen und Bediener, Roboter, Produkte, Verbraucher und Nachhaltigkeitssysteme. Zu deren Koordinierung wird ein System benötigt. Die Daten aus all diesen Quellen werden umgewandelt, damit sie analysiert werden können. Diese Analyse ermöglicht wiederum, Prognosen anzustellen und selbst zu lernen.

DYNAMIC CASE MANAGEMENT IN AKTION

Das Dynamic Case Management bildet das Fundament für die Sammlung, Koordinierung und einfachere Nutzung sämtlicher Vermögenswerte, die die adaptive digitale Fabrik erst ermöglichen. Diese Vermögenswerte umfassen Prozessbestandteile, vorausschauende und selbst- oder maschinell lernende adaptive Modelle sowie Daten oder Inhalte von Bestandssystemen.

Die dynamischen Geschäftsvorfälle werden in der adaptiven digitalen Fabrik im Rahmen adaptiver, stabiler Prozesse ausgeführt. Diese Geschäftsvorfälle koordinieren den gesamten Lebenszyklus von der Produktion bis hin zur Ausführung^[28] und schaffen dabei eine Verbindung zwischen Verbrauchern, Produzenten, Service und Support.

Ereignisse in einer beliebigen Phase der Produktion oder des Aftermarket-Service können dynamische Geschäftsvorfälle auslösen. Diese wiederum übernehmen die Koordinierung der Entscheidungen, Teilgeschäftsvorfälle und Geschäftsprozesse, um auf das Ereignis zu reagieren. Maschinelles Lernen hat das Potenzial, Maßnahmen, Geschäftsvorfälle und Geschäftsprozesse ad hoc zu verbessern, wenn es bei Prognosen oder jeglicher Form von adaptiver Vorhersage zum Tragen kommt.

Dieser Prozess ist sowohl hinsichtlich der koordinierten Ausführung als auch der fortlaufenden Verbesserung von Modellen oder der Vermögenswerte selbst (d. h. Änderungen bei Prozessen, Regeln, Entscheidungen usw.) anpassungsfähig.

15 Sicherheitsbedenken

Das Thema Sicherheit bei adaptiven digitalen Fabriken

Wie bereits erläutert bildet Dynamic Case Management das Fundament für die Sammlung, Koordinierung und einfachere Nutzung sämtlicher Vermögenswerte, die die adaptive digitale Fabrik erst ermöglichen. Der Sinn und Zweck besteht dabei darin, in der Produktionshalle und extern zu Lieferanten, Dingen und Verbrauchern eine optimale Konnektivität zu gewährleisten. Dieser anpassungsfähige Prozess ermöglicht die fortlaufende Verbesserung von Modellen und Vermögenswerten und stellt damit einen großen Vorteil dar. Gleichzeitig macht er jedoch eine sorgfältige Betrachtung datenschutz- und sicherheitsrelevanter Probleme im Zusammenhang mit der Konnektivität erforderlich.^[29]

SICHERHEITSBEDROHUNGEN: Sicherheitsverstöße sind in allen Netzwerken an der Tagesordnung und stellen ein ernstes Problem dar. Hacker verfolgen in der Regel das Ziel, Informationen zu stehlen oder in eine Umgebung einzudringen, um dort Malware zu platzieren und damit die Kontrolle über die Umgebung zu übernehmen. In der Welt von Big Data, dem Internet der Dinge und der Fabrik der Zukunft muss Klarheit darüber herrschen, wie sich diese und andere Bedrohungen auf die adaptive digitale Fabrik auswirken.

Die folgenden Beispiele sollen dies verdeutlichen:

- Ein Hackerangriff mit der Absicht, vernetzte Geräte aus der Ferne zu steuern – entweder die Maschinen in der Produktionshalle oder die hergestellten vernetzten Produkte
- Ein Hackerangriff mit der Absicht, auf heikle oder vertrauliche Verbraucherdaten zuzugreifen und diese zu manipulieren, woraufhin Entscheidungen, Geschäftsprozesse oder dynamische Geschäftsvorfälle böswillig umgesetzt bzw. ausgeführt werden
- Ein Hackerangriff mit der Absicht, schädliche Fehler in heikle Daten einzuschleusen. Maschinelles Lernen und anpassungsfähige Prognosemodelle sind auf gutes Datenmaterial angewiesen, um positive und realistische Vorhersagen treffen zu können. Jegliche schädliche Daten, die in die Modelle eingeschleust wurden, führen zu falschen Vorhersagen, wodurch es möglicherweise zu negativen oder sogar gefährlichen Ergebnissen kommt.

Es steht also außer Frage, dass der Sicherheitsaspekt im Hinblick auf Big Data, das Internet der Dinge und die Fabrik der Zukunft bei der Planung oberste Priorität genießen muss.^[30]

SICHERHEITSPANUNG: Angesichts des Ausführungs-Stacks der adaptiven digitalen Fabrik müssen die Themen Datenschutz und Sicherheit auf sämtlichen Ebenen angegangen werden – von der unteren Ebene der Edge-Geräte bis hinauf zum Verbraucher, der mit den vernetzten Produkten interagiert. **Auf jeder dieser Ebenen, die im Folgenden dargelegt werden, müssen wir uns ernsthaft mit dem Aspekt Sicherheit auseinandersetzen.**

EDGE-GERÄTE: In Produktionshallen eingesetzte vernetzte Produkte und intelligente Maschinen müssen in der Lage sein, die Steuerungen (und die erfassten bzw. erstellten Informationen) vor unbefugtem Zugriff zu schützen.

PRODUKTIONSHALLEN: Schwachstellen in zunehmend automatisierten Steuerungen, zum Beispiel solchen mit Robotertechnik, und in Systemen in den Produktionshallen einer adaptiven digitalen Fabrik müssen behoben werden. Da Betriebsroboter und Maschinen eine Verbindung zur IT und den Anwendungen des Unternehmens herstellen, steigt die Wahrscheinlichkeit für Datenschutz- und Sicherheitsverstöße.

CLOUD-DATEN UND STEUERUNGEN: In zunehmendem Maße nutzen adaptive digitale Fabriken die Cloud zur Speicherung von Produkt- und Sensordaten und verschiedene Arten von Steuerungen für vernetzte Produkte. Es gibt eine Reihe von Cloud-Sicherheitsstandards und Schutzmaßnahmen für öffentliche, private und hybride Clouds, die einer genaueren Beurteilung unterzogen werden sollten.

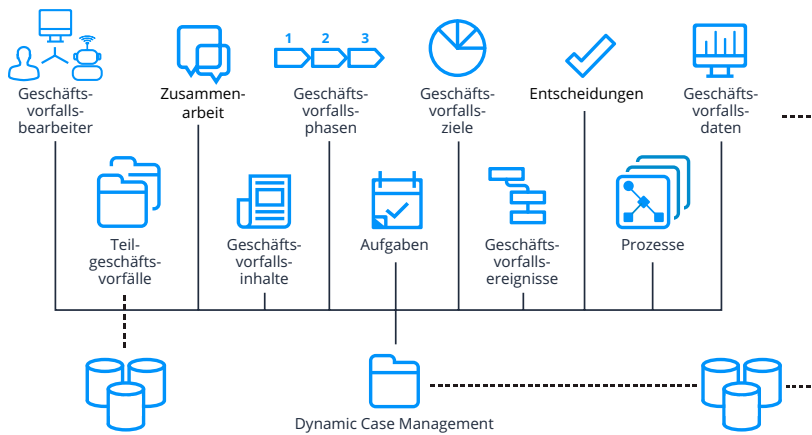
BIG DATA/THING DATA: Das vorrangige Anliegen besteht darin, für den Schutz und die Sicherheit von Daten zu sorgen, die während des gesamten Produktionszyklus gesammelt und analysiert wurden. Unter Verwendung von Richtlinien zur automatischen Risikominderung müssen die Zugangskontrolle, die Authentifizierung für einzelne Dateneinheiten und die Datenaggregation zusammen ausgeführt werden.

REMOTE-STEUERUNG: Produzenten oder Dienstleister steuern die vernetzten Geräte gelegentlich aus der Ferne. Üblicherweise nutzen sie dazu automatische Softwareupdates und Steuerungen zu Wartungszwecken. In beiden Fällen muss bei der Remote-Interaktion mit den vernetzten Produkten ein unbefugter Zugriff ausgeschlossen werden.

DYNAMISCHE (GESCHÄFTS-)VORFÄLLE: Schließlich koordinieren dynamische Geschäftsvorfälle Menschen, Dinge und Unternehmensanwendungen sowie Handelspartner. Aus diesem Grund muss es für die einzelnen Kategorien von Beteiligten (Menschen, Roboter, Anwendungen usw.) unterschiedliche Sicherheits-, datenschutzrechtliche Berechtigungs- und Authentifizierungsebenen geben, die bei den dynamischen Geschäftsvorfällen entlang des Produktionsprozesses greifen.

16 Stammdaten- und Stammrichtlinienverwaltung

Der Nutzen des Top-Down-Ansatzes bei der digitalen geschäftlichen Transformation



Die Produkte, Teile und Lieferanten, aus denen sich adaptive digitale Fabriken zusammensetzen, arbeiten möglicherweise mit schlechten, inkonsistenten Daten, die zu fehlerhaften und sogar riskanten Entscheidungen führen können. Das Master Data Management (MDM)^[31], also die Stammdatenverwaltung, ist in der Produktion von

heute von wesentlicher Bedeutung. Jedoch sind nicht alle MDM-Ansätze dazu geeignet, die Einheitlichkeit über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg auf effiziente Weise zu managen.

STAMMDATENVERWALTUNG

Die Bottom-Up-Methode der IT: Häufig versuchen Organisationen, ihrer Stammdaten im Rahmen einstufiger, ohne Vorlaufphase umgesetzter Projekte Herr zu werden, oder sie führen neue Tools und sogar MDM-Exzellenzzentren ein. Die Technologie- und Datenkonsistenz ist eine gewaltige und wichtige Aufgabe, angefangen von der Datenbereinigung, über das Auffinden fehlender Daten, die Beseitigung von Widersprüchen, das Extrahieren, Transformieren und Laden bis hin zur Datenintegration.

Organisationen gehen diese Herkulesaufgabe oftmals an, ohne dabei eine Priorisierung anhand ihrer Geschäftsziele vorzunehmen. Allzu oft begegnet man der Herausforderung der Stammdatenverwaltungen mit einer Silolösung.

Die Top-Down-Methode der digitalen geschäftlichen Transformation: Klüger wäre es, die Aufgaben im Zusammenhang mit der Stammdatenverwaltung im Rahmen von großflächigen Initiativen zur fortlaufenden Verbesserung anzusiedeln. Hierzu eignen sich ganzheitliche Dynamic-Case-Management-Lösungen, die Stammdaten betreffende und verarbeitende Datensilos miteinander verbinden. Dieser Top-Down-Ansatz priorisiert Transformationsprojekte nach ihrer Relevanz für die Stammdatenverwaltung und wägt dabei Risiken gegen den geschäftlichen Nutzen ab.

Die strukturellen Probleme von Datenbanken müssen angegangen werden, doch stets unter der Maßgabe der Relevanz für die geschäftlichen Ziele des Unternehmens. In der adaptiven digitalen Fabrik lautet also das Motto „groß denken, aber klein anfangen“, wenn es darum geht, Lösungen für die Probleme mit Stammdaten zu finden. Es gilt, erst schnelle Erfolge einzufahren, dann für die notwendige Genauigkeit der Stammdaten zu sorgen und anschließend zusätzliche Transformationslösungen mit MDM-Abdeckung einzubinden.

Dabei kommt es im Wesentlichen auf eine DCM-unterstützte Ebene an, die Altsysteme erfasst und modernisiert. Iterative und flexible Methoden liefern anpassungsfähige Case-Management-Lösungen, die für die digitale geschäftliche Transformation von entscheidender Bedeutung sind. Die Steuerung und Umsetzung des MDM lässt sich in die DNA von automatisierten Case-Management-Methoden einprogrammieren. Es folgt das Auffinden von Datenquellen und ihre Optimierung, damit Daten auf der DCM-Ebene verwaltet werden können.

STAMMRICHTLINIENVERWALTUNG

Die digitale geschäftliche Transformation bedarf eines Top-Down-Ansatzes für Stammdaten, und Gleiches gilt für die grundlegenden Stammrichtlinien.

Stellen Sie sich vor, ein digitales Unternehmen bietet Ihnen unterschiedliche Rabattsätze an, je nachdem, über welchen Kanal Sie interagieren. Im Online-Shop gilt ein bestimmter Rabattsatz, doch der Kundendienstmitarbeiter am Telefon nennt Ihnen einen anderen. Für beide Kanäle liegen möglicherweise die gleichen richtigen und genauen Informationen über Sie als Kunde oder das Produkt oder die Dienstleistung, das bzw. die Sie erwerben möchten, vor (Stammdaten), doch der Preis hängt vom Kanal ab.

Dieses für Verbraucher frustrierende Einkaufsszenario zeigt sehr deutlich, dass es an einer Stammrichtlinie mangelt, mit der die Einheitlichkeit der verschiedenen Phasen der digitalen Fertigung garantiert würde. In unserem Beispiel ging es bei diesen Richtlinien der Entscheidungsfindung um den Preis. Genauso gut könnte es aber auch um die Compliance, Lieferantenrichtlinien, Garantiebestimmungen, die Produktion und die Qualität gehen.

Modernes Lebenszyklusmanagement von Produkten (PLM)

Der zukunftsorientierte digitale und durchgängige PLM^[32]-Prozess

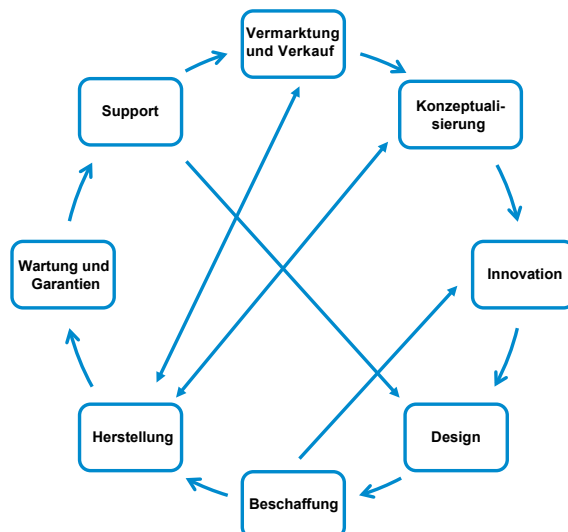


Die adaptive digitale Fabrik der Zukunft wird den Produktlebenszyklus effizienter denn je verwalten, indem sie den Wert intelligenter vernetzter Vermögenswerte wie Maschinen und Montagewerkzeug in der Produktionshalle ausschöpft.^[33] Echtzeitdaten von physischen Vermögenswerten können mit dem Ziel, einen eingehenden Überblick über den Produktionsablauf und die Qualität zu erhalten, in andere Systeme wie ERP, CRM und Data Warehouses integriert werden.

DER PRODUKTLEBENSZYKLUS IM WANDEL

In der adaptiven digitalen Fabrik zeigen IoT-Daten von vernetzten Geräten neue Chancen zur Verbesserung des täglichen Geschäfts auf. Es folgen einige Beispiele für mögliche Verbesserungen:

- Indem ein Produzent die Nutzung und das Verhalten von Anlagen überwacht, kann er feststellen, wie er die Anlagen besser warten kann. Die Anlageneffizienz lässt sich dann insgesamt verbessern, wenn die Fabrik entscheidende Datenpunkte misst und analysiert.
- Durch eine frühzeitige Feststellung und Meldung von Problemen können proaktiv Maßnahmen zur Behebung von Problemen eingeleitet und teure Ausfallzeiten verhindert werden.
- Techniker, die von einem möglichen Problem unterrichtet worden sind, erhalten auch sämtliche relevanten Informationen, beispielsweise Angaben dazu, ob eine Reparatur unter die Garantie fällt oder nicht.
- Der Anlagenhersteller kann sich auf reale Nutzungsdaten von Geräten stützen, um die Merkmale und Funktionen der Anlagen in der Planungs- und Konstruktionsphase der nächsten Produktgeneration zu verbessern bzw. zu erweitern.
- Die Fähigkeit, auf festgestellte Nutzungsmuster und sich wiederholende Probleme dynamisch zu reagieren, wirkt sich positiv auf die Kundenzufriedenheit und -treue aus.
- Durch die Nutzung von Echtzeitdaten kann die Produktentwicklung verbessert und verschlankt werden. Daraus ergeben sich wiederum eine kürzere Markteinführungszeit und ein höherer Wettbewerbsvorteil.



Die Verbreitung von günstigen 3D-Druckern hat das Rapid Prototyping und damit auch die Einführung neuer Produkte beschleunigt.

In der adaptiven digitalen Fabrik dauert die Fertigung neuer Produkte statt Monaten nur noch Tage. Intelligente vernetzte Geräte verbessern die Zusammenarbeit und Flexibilität entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Lieferanten über die Fabrik bis zum Endkunden. Werksleiter können dank IoT-Daten schneller auf Änderungen reagieren, gleich, ob es sich dabei um die Einführung eines neuen Produkts oder um Schwankungen bei der Belieferung mit bestimmten Komponenten oder bei der Kundennachfrage handelt.

18 Device-Directed Warranty™

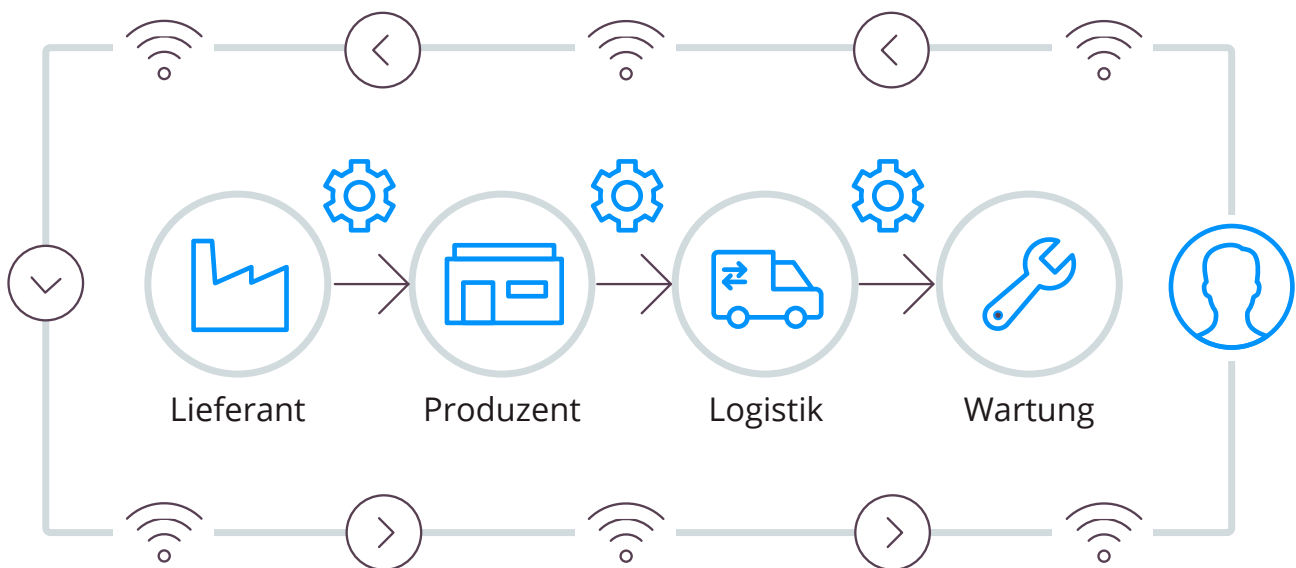
Die Komplettlösung von Pega für das Garantiemanagement

Mit Device-Directed Warranty™^{B41} wird die Manufacturing-Plattform von Pega um vernetzte Geräte erweitert. Eines der gängigsten Szenarien für Gewährleistungsansprüche entspricht den in Kapitel 6 erörterten Anwendungsfällen.

Der Process of Everything™¹⁶¹ führt die durchgängige Bearbeitung von Garantiefällen mit vernetzten Geräten durch. Genauer gesagt instanziiert ein Ausnahmeereignis einen dynamischen Geschäftsvorfall, der die durchgängige Bearbeitung verwaltet, in die Dinge, der OEM, Servicetechniker, möglicherweise Lieferanten, der Kunde und natürlich der Zwischenhändler oder Verkäufer involviert sind.

In der Adaptive Digital Factory® kommen die Vorteile der leistungsstarken Pega-Plattform voll zum Tragen. Sie bietet Entscheidungsmanagement in automatisierten dynamischen Geschäftsvorfällen, die konfigurierbare IP von Pega Warranty Management sowie die IoT-Konnektivitätsfunktionen von Pega. Device-Directed Warranty™ bietet Produzenten die folgenden Funktionen:

- **IoT-Diagnose:** Dinge werden entweder selbst über eine CPU und Ausführungsfunktionen verfügen oder sich über eine energiesparende Verbindung mit einem entsprechend ausgestatteten Gerät vernetzen können.
- **Automatische Updates für integrierte Gerätesoftware:** Hergestellte Geräte (entweder Edge-Geräte oder Gateways) sind häufig mit moderner und komplexer Software ausgestattet, die vom Produzenten aus der Ferne aktualisiert werden kann.
- **Automatische Erfassung und von Edge-Geräten gesendete Messdaten:** Produzenten haben die Möglichkeit, Daten vom Gerät zu sammeln oder das Gerät anzupingen, damit konkrete Messungen und Analysen vorgenommen werden.
- **Automatische Steuerung zu Wartungszwecken:** Geräte können aus der Ferne oder über eine integrierte Software für die Entscheidungsfindung gesteuert und kontrolliert werden.
- **Lieferkette und Rücksendungen im Internet der Dinge:** Das Edge-Gerät, durch das ein defektes Gerät ausgetauscht werden soll, kann an jedem Punkt der Lieferkette – beim Lieferanten, dem Händler oder Kunden – überwacht werden. In diesem Szenario kann auch das auszutauschende Gerät überwacht werden, um nachzuverfolgen, ob es wieder beim Lieferanten oder dem OEM angekommen ist.
- **Reparatur oder Teileüberprüfung im Internet der Dinge:** Nachdem eine Reparatur oder ein Austausch abgeschlossen wurde, kann der Produzent bestätigen, dass die besagten Arbeiten wirklich ausgeführt worden sind und sie mit den für die Fertigung vorgegebenen Richtlinien und Verfahren konform sind.



19 Digitale regelbasierende Wartung

Der Nutzen der durchgängigen digitalen Automatisierung von Wartungsprozessen

Die hierin beschriebene adaptive digitale Fabrik geht weit über reaktive Rückrufe und Reparaturen hinaus und bringt Verbesserungen mit sich, die selbst die seit Jahrzehnten durch die Konzepte Lean Manufacturing und Six Sigma erzielten Fortschritte in den Schatten stellen.

Produzenten, die nach der Lean-Methode arbeiten, hingen lange Zeit der Idee einer Total Productive Maintenance (TPM) an, deren Ziel darin besteht, die gesamte Anlageneffizienz zu verbessern, die nach Leistung, Verfügbarkeit und Qualität gemessen wird. Innerhalb der TPM werden Methoden wie eine schnelle Umrüstung zur Produktivitätssteigerung und zur Reduzierung von Ausfallzeiten genutzt.

In der adaptiven digitalen Fabrik sollen die Folgen eines Geräteausfalls durch die Digitalisierung von Prozessen und des Entscheidungsmanagements vermieden werden. Ausfälle sollen verhindert werden, bevor sie eintreten, indem abgenutzte Teile ausgetauscht oder repariert werden. Im aktuellen Umfeld von Big Data und dem Internet der Dinge besteht die Chance, den Wartungsprozess vorausschauend zu modernisieren.

VORAUSSCHAUENDE WARTUNG

Mit dem Aufkommen des Konzepts der vorausschauenden Wartung, der Predictive Maintenance^[4], war ein wichtiger Meilenstein in der digitalen Evolution von zunehmend automatisierten und intelligenten Wartungsprozessen erreicht.

Bei der vorausschauenden Wartung geht es darum, Nachrichten oder Ereignisse, die von Dingen ausgesendet wurden und somit als Big Data vorliegen, zu analysieren und mögliche Wartungsmaßnahmen festzustellen. Es stehen Daten von Sensoren zur Verfügung, die die Betriebsbedingungen und die Gerätenutzung verfolgen und sogar erfassen, wie und warum es zu Betriebsstörungen gekommen ist. Basierend auf diesen Erkenntnissen kann Verschwendung verringert und eine schlankere Organisation verwirklicht werden.

Nehmen wir das Beispiel eines großen Herstellers von Landmaschinen, der neue Technik einsetzt, um Bauern dabei zu helfen, ihre landwirtschaftlichen Erträge zu verbessern. Der Hersteller hat Zugriff auf vernetzte Geräte und damit auf eine beispiellose Menge von Leistungsdaten.

Sein Ziel besteht darin, die Daten zu analysieren, um vorherzusagen, wann genau die betreffende Maschine gewartet werden muss. Im Internet der Dinge können Geräte Daten über die Maschine und ihren Zustand sammeln, eine Warnung auslösen, wenn bestimmte Schwellenwerte erreicht sind oder eine Unregelmäßigkeit auftritt, und vorzunehmende nächste Schritte empfehlen.

PRÄSKRIPTIVE WARTUNG

Durch die präskriptive Wartung, Prescriptive Maintenance, werden Wartungsprozesse nachhaltig optimiert. Voraussetzung dafür ist die durchgängige digitale Automatisierung von Wartungsprozessen sowie der Entscheidungsfindung (lernfähig oder adaptiv).

Ziel der präskriptiven Wartung ist es, den Umfang und die Art der Wartung in einer digitalen IoT-Umgebung zu steuern. In Kombination mit dem Internet der Dinge ist die präskriptive Wartung^[35] ein ganzheitlicher Ansatz und umfasst Folgendes:

- **Total Productive Maintenance^[36]:** Sie dient der fortlaufenden Verbesserung der Gesamteffizienz von Anlagen/Geräten.
- **Vorausschauende Wartung:** Darunter ist die Analyse von Ereignissen und Datenströmen von insbesondere Big Data-Quellen im Internet der Dinge und die Ermittlung möglicher auszuführender Schritte zu verstehen.
- **Lernfähige und adaptive Wartung:** Vorausschauende Analysen untersuchen Daten aus der Vergangenheit und versuchen, daraus Modelle abzuleiten. Ergänzend wird das Verhalten von IoT-Daten fortlaufend überwacht, um daraus Schlüsse zu ziehen. Entsprechend werden anschließend die Wartungsprioritäten angepasst. Remote-Geräte können nachverfolgen, wo sich eine Maschine befindet, wie viel Treibstoff sie verbraucht und wie sie genutzt wird. Daten werden mit dem Ziel analysiert, erste Diagnosen vorzunehmen und Probleme zu verhindern, bevor sie auftreten. Der Ansatz resultiert in längeren Betriebszeiten und einer höheren Maschinen- und Bedienerproduktivität. Neue Technologien sowie vorausschauende und adaptive Analysen tragen dazu bei, die Produktion noch schlanker zu machen, als sie es je war.
- **Wissen und Richtlinien:** Expertenwissen wird in Entscheidungsregeln erfasst und während des gesamten Wartungszyklus einbezogen.
- **Automatisierung des Wertstroms:** Der automatisierte Wertstrom koordiniert vernetzte Geräte (IoT) durchgängig von der Lieferanten-, über die Hersteller- bis hin zur Verbraucherseite. Dieser Wertstrom verbindet das Gerät des Verbrauchers über automatisierte und digitalisierte Prozesse mit dem gesamten Wartungslebenszyklus, wobei die durchgängigen Prozesse an jedem Punkt vollständig transparent und steuerbar sind.

20 Verbindung zwischen Kunden und Produzenten

Von der Omni-Channel- zur Omni-Device-Strategie

Das Internet der Dinge verändert auch, wie Kunden und Produzenten zueinander in Verbindung stehen.

Das Omni-Device-Konzept^[37] ist eine Spezialisierung der Omni-Channel-Strategie mit dem Internet der Dinge als neuer Einflussgröße. Üblicherweise interagieren Kunden über zahlreiche Kanäle hinweg mit einem digitalen Unternehmen:

Omni-Device-Strategie: Mit der steigenden Bedeutung von Dingen entwickeln sich Geräte in unserem Zuhause, vernetzte Fahrzeuge, Arbeitsplätze oder Wearables zu Kanälen. Was heißt das aber genau und wie manifestiert sich dieses Konzept im Internet der Dinge? Es gibt vier wesentliche Omni-Device-Aspekte, die großes Potenzial haben, die Kundenerfahrung durch das Internet der Dinge zu optimieren und zu verändern:

- 1. Interaktion zwischen Kunden und Geräten:** Fertigungs- und Hightech-Unternehmen werden sich darüber bewusst, welch enormes Potenzial intelligente vernetzte Geräte für Anwendungen im vernetzten Zuhause oder in vernetzten Fahrzeugen und Industrieanwendungen haben. GE stattet beispielsweise vernetzte Geräte mit intelligenten Funktionen aus, über die der Verbraucher festlegen kann, was er mit dem Gerät tun möchte (z. B. in 20 Minuten ausschalten, per SMS melden, wenn der Ofen aufgeheizt ist usw.). Diese Produkte bergen natürlich ein enormes Vertriebs- und Marketingpotenzial.
- 2. Dinge als CRM-Kanäle:** IoT-Geräte entwickeln sich auch zu Kanälen. Genau wie der Kundendienst über ein mobiles Gerät oder einen Browser abgewickelt werden kann, so können das Internet der Dinge oder Geräte auch zum Up-Selling und Cross-Selling und dazu verwendet werden, Produkte und Dienstleistungen zu bewerben. Fahrzeuge mit 4G LTE-Konnektivität können beispielsweise eine WLAN-Verbindung, eine Online-Fahrzeugdiagnose und Wartungsoptionen bieten. Natürlich stellt die Netzanbindung auch einen Kanal für praktische Werbe-, Verkaufs- und Marketinginformationen dar.
- 3. Verbindung zu Produzenten:** Ein weiterer Anwendungsfall für die Omni-Device-Strategie ist die Verbindung zwischen dem Verbraucher auf der einen und dem Hersteller der Geräte auf der anderen Seite. Mit dem Aufkommen vernetzter Produkte haben sich Produzenten den Verbrauchern stärker angenähert. Sensoren geben umfangreiches Feedback zur Gerätenutzung sowie zu den Präferenzen des Verbrauchers. Natürlich wird in diesem Zusammenhang rege über Datenschutz- und Sicherheitsbedenken diskutiert. Dennoch verändert sich die Beziehung zwischen Produzent und Verbraucher durch die Vernetzung und den stetigen Fluss von Sensordaten.
- 4. Optimierte Kundenerfahrung durch Ausweitung des Herstellerökosystems:** Verbraucher sind ständig in Bewegung und über ihre Geräte vernetzt, ganz gleich ob sie am Arbeitsplatz, im Auto unterwegs oder zuhause sind. Diese Vernetzung bietet Produzenten die Chance, neue, innovative Beziehungen zu anderen Kanälen der Absatzförderung aufzubauen, um unkompliziert Cross-Selling und Up-Selling zu betreiben. So bietet OnStar seinen Kunden mit AtYourService verschiedene Angebote (z. B. Gutscheine für Kaffee, Benzin, Restaurants oder sogar Einzelhandelsgeschäfte), die auf den Standort und den Kontext des Kunden zugeschnitten sind.



Internet



E-Mail



Chat



Soziale
Medien



Mobile
Geräte



Sensoren

Das cyber-physische Ökosystem und seine Auswirkungen

Obwohl es vernetzte Geräte seit den Anfängen des Internets gibt, hat das Internet der Dinge erst kürzlich einen beträchtlichen Einfluss auf die Industrie im Allgemeinen und den Produktionssektor im Besonderen genommen. Vernetzte und zunehmend intelligente Geräte wälzen ganze Ökosysteme um – angefangen beim vernetzten Zuhause über vernetzte Fahrzeuge und Städte bis hin zu kompletten Wirtschaftszweigen wie dem Gesundheits-, Versicherungs-, Produktions- und Versorgungswesen. Das IoT wird häufig in das verbraucherbezogene und das industrielle IoT unterteilt.

Während das vernetzte (oder „intelligente“) Zuhause die Domäne des Endverbrauchers ist, sind vernetzte Industrien wie Prozess- und diskrete Fertigung Beispiele für das industrielle IoT. Bei „Dingen“ könnte es sich um kleine Geräte wie Smartwatches oder Geräte zur Gesundheitsüberwachung handeln, die per Smartphone mit dem Internet kommunizieren (zusehends bieten Smartphones selbst ausgefeilte Überwachungsfunktionen). Am anderen Ende des Spektrums haben wir riesige Maschinen wie Turbomotoren, Windkraftanlagen, Erdölförderbrunnen und Fertigungsroboter, die zunehmend intelligent und semi-autonom sind oder gar völlige Selbständigkeit anvisieren.

Tatsächlich hat sich das Internet der Dinge so stark auf die industrielle Landschaft ausgewirkt, dass mit dem Aufkommen von cyber-physischen Systemen mit stabiler Netzanbindung häufig von der vierten industriellen Revolution (auch bekannt als Industrie 4.0^[39]) die Rede ist. Das weltweit agierende Beratungs- und Marktforschungsunternehmen Frost & Sullivan hat die Integration physischer Geräte in Softwaresysteme als „das Industrielle Internet“^[40] bezeichnet. Frost & Sullivan spricht dem Industriellen Internet (das Machine-to-Machine-Kommunikation, Menschen, Software und Analysen von Big Data umspannt) die Fähigkeit zu, Innovationen zu fördern, die Wartung von Industriemaschinen zu verbessern und Betriebsprozesse zu optimieren.

Dieses neue vernetzte Ökosystem umfasst physische Maschinen, Geräte, Netzwerkverbindungen und verschiedene IT-Ressourcen (Prozess, Betrieb und Analysen) – kurzum die zentralen Elemente für ein optimiertes Asset Management und bessere Geschäftsergebnisse.

STANDARDISIERUNG UND INDUSTRIEBÜNDNISSE FÜR DAS INTERNET DER DINGE

Das Internet der Dinge weist ein breites Spektrum auf, das von physischen Geräten bis hin zu Referenzarchitekturen reicht.^[41] In dem Bestreben, dieses Spektrum vollumfänglich abzudecken, wurden eine Reihe von Vereinigungen gegründet, Initiativen gestartet, Referenzarchitekturen entwickelt und Bemühungen zur Standardisierung unternommen. Stabile Interoperabilität innerhalb und über Branchen hinweg sowie die Standardisierung von Protokollen für die IoT-Architektur ist für erfolgreiche Bereitstellungen im Internet der Dinge notwendig. Zu den Standards für den IoT-Stack zählen unter anderem ZigBee, Z-Wave, Bluetooth LE, 6LoWPAN, Thread, WiFi und Cellular. Die meisten davon unterstützen das mit 128 Bit kodierte Adressierungsprotokoll IPv6^[42]. IPv6 wird 340 Sextillionen Internetadressen unterstützen, eine schier unbegrenzte Anzahl also von über das Internet adressierbaren Geräten und Diensten. Anbieter von Branchenlösungen und -diensten im Internet der Dinge haben damit begonnen, in einer Reihe von Vereinigungen zusammenzuarbeiten, die sich zu einem großen Teil mit Standards, Verbindungstechnologien, Referenzarchitekturen und Best Practices befassen. Zu solchen Industriebündnissen gehören AllSeen Alliance, Open Interconnect Consortium, Industrial Internet Consortium und Industrie 4.0.^[43] Werfen wir einen genaueren Blick auf die letzten beiden Gruppierungen, um uns ein Bild von ihrer Aufgabe zu machen.

- **Industrial Internet Consortium:** Im Jahr 2014 haben AT&T, Cisco, General Electric, IBM und Intel das Industrial Internet Consortium^[44] (IIC) ins Leben gerufen. Die Unternehmen wollen gemeinsam einen Rahmen für das Industrielle Internet schaffen und eine wegweisende Rolle einnehmen. Das Industrial Internet Consortium hat zahlreiche Initiativen gestartet. Beispielsweise hat es eine Gesamtreferenzarchitektur für das Industrielle Internet im Internet der Dinge festgelegt, die sämtliche zugehörigen Phasen, Technologien und Lösungen umfasst. Diese Referenzarchitektur dient als Leitfaden und deckt alle Funktionsbereiche von Industrien ab, die das Internet der Dinge nutzen, darunter betriebswirtschaftliche, operative und anwendungsbezogene Bereiche. Besonderes Augenmerk legt es auf die Schnittstellen zu vernetzten Geräten. Die verarbeitende Industrie ist natürlich von besonderer Relevanz, doch andere Zweige wie das Gesundheits-, Transport- und Energieversorgungswesen sowie der öffentliche Sektor werden ebenfalls berücksichtigt. Das Ziel der Referenzarchitektur und des IIC insgesamt ist es, Best Practices an die Hand zu geben, die Menschen, Prozesse, Daten und das Internet der Dinge zu Architekturen kombinieren, einander angliedern und miteinander vernetzen.

- **Industrie 4.0:** Bei „Industrie 4.0“ handelt es sich um eine Initiative der Hightech-Fertigung, die 2011 von der deutschen Bundesregierung ins Leben gerufen wurde. Ihr zufolge steht der Begriff Industrie 4.0 im Kontext der Herstellung von Systemen und Produkten für eine Reihe von schnellen Transformationen in der Konstruktion, Fertigung, im Betrieb und in der Wartung.^[45] Diese Initiative fördert bei Produzenten jeglicher Größe den Willen, Effizienzverbesserungen bei Wartung, Betrieb und Energieverbrauch zu erzielen. Cyber-physische Systeme mit Sensoren gehören zu den wesentlichen digitalen Technologien, die in der Industrie 4.0 genutzt werden. Einen weiteren Schwerpunkt der Industrie 4.0 bilden das Data Mining von Daten und Informationen, die aus Vermögenswerten generiert wurden, sowie Echtzeitanalysen zur Vorhersage von beispielsweise Fehlern bei der Wartung von Vermögenswerten. Der Zugriff auf vernetzte Geräte und Vermögenswerte bietet im Rahmen der Strategie Industrie 4.0 die Möglichkeit, Daten aus der gesamten Liefer- und Wertschöpfungskette zu überwachen. Daraus ergeben sich neue Optionen für das Logistikmanagement und die Umsetzung von Echtzeitkontrollen.



22 Die digitale Transformation der Produktion

Wie wir gesehen haben, geht die Digitalisierung mit umwälzenden Megatrends in den Bereichen Konnektivität, soziale Medien, Internet der Dinge, Analysen von Big Data, Cloud Computing und Mobilität einher. Der zukunftsorientierte Aspekt digitaler Technologien ebnet den Weg für digitale Innovationen, die die Produktionslandschaft verändern werden.

GRÜNDE FÜR DIE DIGITALE TRANSFORMATION IN DER FERTIGUNG

Die Digitalisierung nimmt rasant an Fahrt auf. Im selben Tempo ändern sich Produkte und Dienstleistungen. Gleichzeitig stehen moderne Unternehmen unter dem Druck, immer mehr mit immer weniger erreichen zu müssen. Es kann also für Unternehmen eine große Herausforderung darstellen, mit den wachsenden Anforderungen jedes Glieds in der Lieferkette bis hin zum Verbraucher Schritt zu halten.

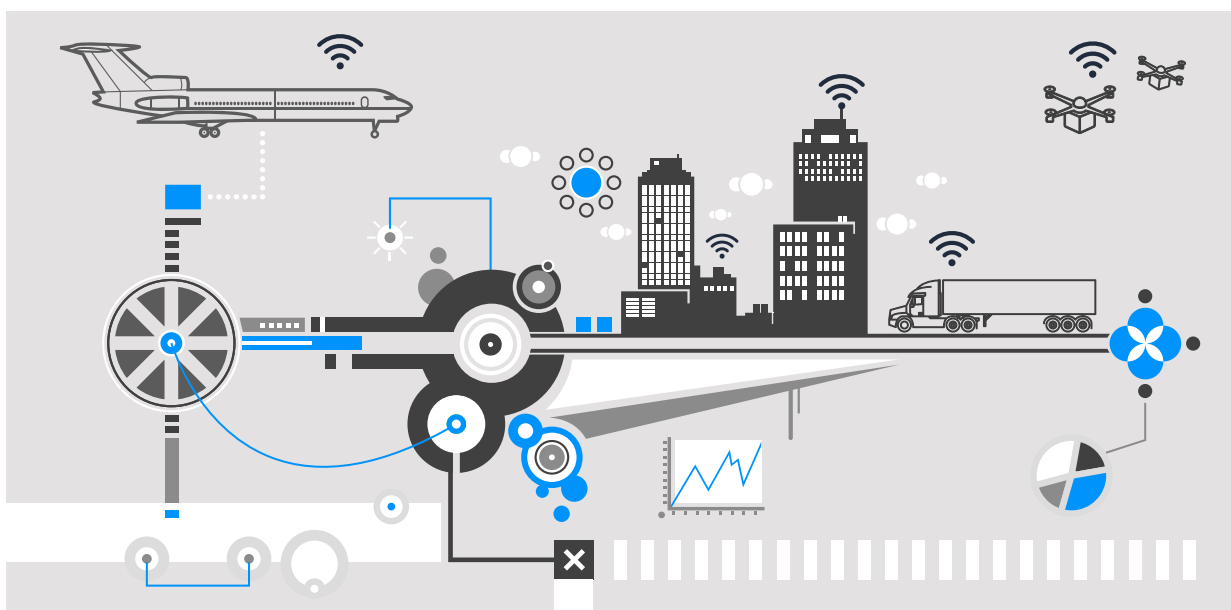
Die IT-Abteilungen dieser Unternehmen müssen den umwälzenden Einfluss von IoT-Technologien meistern und die Erwartungen und Ansprüche ihrer technisch versierten Stakeholder zufrieden stellen. Das IoT verändert den gesamten Wertstrom der Fertigung.

Es wäre ein fataler Fehler, die Implikationen zu unterschätzen, die sich aus der Verbindung der Cyber-Welt mit physischen vernetzten Geräten ergeben. Diese Geräte generieren riesige Mengen von Informationen, die extrahiert und analysiert werden müssen und nach denen das künftige Handeln ausgerichtet werden muss. Mit der zunehmenden Verbreitung vernetzter Geräte verlieren althergebrachte Produktionsmodelle ihre Gültigkeit.

Eine Altlast der IT ist die Silostruktur, in der physische Dinge und Software bislang strukturiert waren. Im Modell der transformierten Produktion kommt die traditionelle IT mit Operational Technology (OT) in Berührung. In physische Geräte eingebettete Softwarelösungen und die Wartung und Steuerung von Dingen fallen in den OT-Bereich. Diese Überschneidung lässt die reale und die virtuelle Welt im neuen digitalen Unternehmen miteinander verschmelzen.

Die Bereiche Fertigung und Aftermarket-Services erleben eine digitale Revolution, ausgelöst von integrierten Sensoren, Software, Steuerungen und Konnektivität. Bahnbrechende Entwicklungen bei Netzwerktechnologie, Edge Computing, Cloud-Technologie, Energieeffizienz und Miniaturisierung begünstigen kostengünstige ortsunabhängige Rechenleistung und Datenspeicherkapazität. In Maschinen, Geräten und Wearables verbaute Computer streamen Daten zum eigenen Betrieb und zu den Umgebungsbedingungen.

Dinge haben Menschen oder Anwendungen bei der Erzeugung von Daten bereits überholt. Für erfolgreiche Analysen ist es entscheidend, diese Daten in Erkenntnisse und intelligente Entscheidungen zu überführen. Aus Thing Data lassen sich intelligente, zukunftsorientierte Entscheidungen ableiten. Voraussetzung dafür ist, dass das Unternehmen ein Gerüst aus digitalen Prozessen aufgebaut hat und darüber Aufgaben koordinieren lässt, die von Menschen, Unternehmensanwendungen, Partnern in der Lieferkette und im zunehmenden Maße intelligenten Dingen bzw. Geräten ausgeführt werden. Die nächste industrielle Revolution ist bereits im Gange.



Literaturverzeichnis

- [1] Khoshafian, S. (2014a). *Rise of Things: IoT's role in Business Processes*.
<http://www.informationweek.com/mobile/mobile-devices/rise-of-thingsiots-role-in-business-processes/a/d-id/1317010>
- [2] <http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/definition/Industrial-Internet-of-Things-IloT>
- [3] Khoshafian, S. (2014b). *Dynamic Case Management for the Modern Worker*.
<http://www.pega.com/insights/articles/trend-6-dynamic-case-management-modern-worker>
- [4] Levitt, J. (2011). *Complete Guide to Predictive and Preventive Maintenance*. New York: Industrial Press Inc.
- [5] Beschreibung zu Big Data und Fast Data: http://en.wikipedia.org/wiki/Big_data
und <http://www.infoworld.com/article/2608040/big-data/fast-data--the-next-step-after-big-data.html>
- [6] <http://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>
- [7] Siehe <http://www.pega.com/insights/articles/trend-10-adaptive-digital-enterprise-part-1-gazing-crystal-ball-top-10-trends-2014> und <http://www.pega.com/insights/articles/trend-10-adaptive-digital-enterprise-part-2-gazing-crystal-ball-top-10-trends-2014>
- [8] <http://ioeassessment.cisco.com/de>
- [9] Khoshafian, S. und Rostetter, C. (2015a). *Digital Transformation in Manufacturing*. In „CIO Review“ – Seite 42–43 <http://magazine.cioreview.com/June-2015/Manufacturing/>
- [10] Khoshafian, S. (2015a). *Digital Transformation of CRM through Internet of Things (IoT)*.
<http://www.pega.com/insights/articles/digital-transformation-crm-through-internet-things-iot>
- [11] https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things
- [12] Khoshafian, S. (2014c). *Intelligent BPM: The Next Wave for Customer-Centric Business Applications*.
E-Book-Veröffentlichung von Pega.
<http://www.pega.com/insights/resources/intelligent-bpm-next-wave-customer-centric-business-applications>
- [13] Khoshafian, S. (2015b). *Internet of Things: Achieving Business Objectives through Dynamic Case Management*.
http://www.siliconindia.com/magazine-articles-in/Internet_of_Things_Achieving_Business_Objectives_through_Dynamic_Case_Management-BBSY475164515.html
- [14] Atos (2012). *The convergence of IT and Operational Technology*. Whitepaper von Atos
<https://atos.net/content/dam/global/ascent-whitepapers/ascent-whitepaper-the-convergence-of-it-and-operational-technology.pdf>
- [15] <https://en.wikipedia.org/wiki/ANSI/ISA-95>
- [16] Khoshafian, S. und Schuerman, D. (2013). *Process of Everything*. Veröffentlicht in „iBPMS: Intelligent BPM Systems“, Vorwort von Jim Sinur, herausgegeben von Layna Fischer. Lighthouse Point, FL: Future Strategies, Inc., Buchbereich. http://www.futstrat.com/books/iBPMS_Handbook.php
- [17]] Khoshafian, S. und Adams, K. (2015). *Internet of Things: A New World of Analytics, Digital Innovation and Transformation*. Breakout Session auf der PegaWORLD 2015 <https://www.pega.com/insights/resources/pegaworld-2015-internet-things-new-world-analytics-digital-innovation-and-0>
- [18] https://en.wikipedia.org/wiki/OODA_loop
- [19] Walker, R. (2015). *For Smarter Customer Engagement, Think Like a Fighter Pilot*.
<http://www.pega.com/insights/articles/smart-customer-engagement-think-fighter-pilot>
- [20] <https://hadoop.apache.org/>
- [21] Brynjolfsson, E. und McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age*. New York: W. W. Norton & Company Ltd.

- [22] Hugos, M. H. (2011). *Essentials of Supply Chain Management, dritte Ausgabe*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons.
- [23] Council, A. & Petch, M. (2014). *3D Printing: Rise of the Third Industrial Revolution*. Veröffentlicht von Gyges 3D.
- [24] Wall, M. (2013). *Make-It-Yourself: The rise of the micro-manufacturers*.
<http://www.bbc.com/news/business-24203938>
- [25] The Economist: Sonderausgabe zu Produktion und Innovation (2012). *Collaborative Manufacturing: All Together Now*. <http://www.economist.com/node/21552902>
- [26] Columbus, L. (2015). *10 Ways Mobility Is Revolutionizing Manufacturing*.
<http://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2015/04/20/10-ways-mobility-is-revolutionizing-manufacturing/>
- [27] <http://www.homedepot.com/b/Tools-Hardware-Power-Tools-3D-Printers-Accessories/N-5yc1vZc7mr>
- [28] Khoshafian, S. (2015c). *Digital Transformation: Digitizing the Value Stream*.
<https://www.linkedin.com/pulse/digital-transformation-digitizing-value-stream-setrag-khoshafian>
- [29] Bergin, B. (2015). *Industrial IoT: Security Solutions*. <http://www.manufacturing.net/news/2015/10/industrial-iot-security-solutions>
- [30] Bericht der Federal Trade Commission (2015). *Internet of Things: Privacy and Security in a Connected World*. Bericht des FTC-Stabs. <https://www.ftc.gov/system/files/documents/reports/federal-trade-commission-staff-report-november-2013-workshop-entitled-internet-things-privacy/150127iotrpt.pdf>
- [31] Khoshafian, S. (2014d). *Digital Transformation through DCM for Master Data & Policy Management*.
<http://www.pega.com/insights/articles/master-data-management-adaptive-digital-enterprises>
- [32] <http://www.product-lifecycle-management.info/>
- [33] Khoshafian, S. und Davison, M. (2011). *Discover the 7 Strategic Advantages of BPM for Product Lifecycle Management*. <http://www.pega.com/insights/resources/discover-7-strategic-advantages-bpm-product-lifecycle-management>
- [34] Khoshafian, S. (2015d). *Device Directed Warranty™* E-Book-Veröffentlichung von Pega.
<http://www.pega.com/insights/resources/device-directed-warrantytm/>
- [35] Khoshafian, S. und Rostetter, C. (2015b). *Digital Prescriptive Maintenance*. In „Internet of Things, Process of Everything“, *BPM Everywhere*, herausgegeben von Layna Fischer. <http://futstrat.com/BPMEverywhere.htm>
Lighthouse Point, Florida: Future Strategies, Inc., Buchbereich.
- [36] http://en.wikipedia.org/wiki/Total_productive_maintenance
- [37] Khoshafian, S. (2015e). *Omni-Channel to Omni-Device: Evolved CRM with IoT*.
<http://www.pega.com/insights/articles/omni-channel-omni-device-evolved-crm-iot>
- [38] <http://www.pega.com/insights/resources/build-change-omni-channel-ux>
- [39] https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0
- [40] Siehe Studie zum Industriellen Internet unter <http://ww2.frost.com/>
- [41] Siehe <http://www.iiconsortium.org/IIIRA.htm> und <http://www.iiot-a.eu/public>
- [42] Datenblatt zu IPv6 <http://www.internetsociety.org/deploy360/ipv6/factsheet/>
- [43] Internet Society (2015). *The Internet of Things: An Overview*.
https://www.internetsociety.org/sites/default/files/ISOC-IoT-Overview-20151014_0.pdf
- [44] <http://www.iiconsortium.org/>
- [45] Europäisches Parlament (2015). *Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth*.
[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)

ÜBER DIE VERFASSER

Dr. Setrag Khoshafian

VP, Chief of Strategy und Lead Evangelist von Pegasystems

Er ist einer der Branchenpioniere und angesehenen Experten für digitale Unternehmen und insbesondere für die digitale Transformation durch das Internet der Dinge, modernes CRM und intelligentes BPM. Er war federführender Autor von mehr als zehn Büchern und über 50 Veröffentlichungen in verschiedenen Fach- und wissenschaftlichen Zeitschriften.

Carolyn Rostetter

Sr. Director und Manufacturing Industry Principal von Pegasystems

Sie war bereits in einigen der weltweit angesehensten Unternehmen als Business Optimization Leader für die Optimierung von Geschäftsprozessen zuständig. Als Lean Six Sigma Master Black Belt ist sie Visionärin und verfügt über Erfahrungen in strategischer Planung, Produktivität, Qualität, betrieblicher Transformation, Änderungsmanagement, Kundenservice, Unternehmensrationalisierung und Stammdatenverwaltung, um nur einige Bereiche zu nennen.

Kenty Adams

Enterprise Architect: Datenwissenschaft | IoT | Advanced Analytics | Jabil, Inc.

Er ist Strategie für datenwissenschaftliche Programme, Advanced Analytics und IoT-Analysen einschließlich Anwendungsrationalisierung und -integration und gilt als Koryphäe in den Bereichen neuronale Netze, maschinelles Lernen, Erstellung statistischer, geschäftlicher und ökonomischer Modelle, Verwaltung komplexer Ereignisse sowie gemeinschaftliche Datenwissenschaft.



ÜBER PEGASYSTEMS

Pegasystems entwickelt strategische Anwendungen für Vertrieb, Marketing, Service und Betrieb. Die Pega-Lösungen optimieren kritische Geschäftsprozesse, verbinden Unternehmen mit ihren Kunden kanalübergreifend und in Echtzeit und lassen sich schnell an neue Anforderungen anpassen. Zu Pega Global 500-Kunden gehören viele der größten und fortschrittlichsten Unternehmen der Welt. Die Anwendungen von Pega lassen sich in der Cloud oder vor Ort nutzen. Sie bauen auf der einheitlichen Pega 7-Plattform auf, die visuelle Tools nutzt, mit denen Anwendungen einfach erweitert und geändert werden können, um sie an die strategischen Geschäftsanforderungen der Kunden anzupassen. Pega-Kunden berichten, dass Pega die kürzeste Time-to-Value, eine extrem schnelle Bereitstellung, effiziente Wiederverwendbarkeit und weitreichende Skalierbarkeit bietet.

Weitere Informationen finden Sie unter WWW.PEGA.COM.