

# Big Data-Architekturen – die sicheren Häuser in der Fertigung

Sebastian von Enzberg, Philipp Sahrhage und Arno Kühn

- ✓ Potenziale von Big Data-Architekturen in der Fertigung
- ✓ Aufbau einer modernen Produktions-IT
- ✓ Auswirkungen von Big Data-Anwendungsfällen

Industrie 4.0 bietet eine ganze Reihe an Potenzialen für die Fertigung von morgen. Die Automatisierung von physischen Abläufen wird immer mehr ergänzt durch die Automatisierung von kognitiven Arbeiten. Ermöglicht wird dies durch die zunehmende Vernetzung von Maschinen und Produktions-IT und die daraus resultierende Verfügbarkeit verschiedener Daten aus dem Unternehmen. Dies betrifft insbesondere Planungs- und Optimierungsaufgaben beispielsweise für Fertigungsvorgänge. Doch die typischen IT-Systeme aus der Produktion kommen dabei schnell an ihre Grenzen. Es ist daher an der Zeit, sich die Leistung neuer Big Data-Architekturen anzusehen.



**Dr. Sebastian von Enzberg** ist Gruppenleiter am Fraunhofer IEM und verantwortet das Themenfeld Industrial Data Science. Er beschäftigt sich mit der Anwendung von Data Analytics und Machine Learning im industriellen Einsatz, insbesondere in der Produktion.



**Philipp Sahrhage** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IEM. Inhaltlicher Fokus seiner Arbeit liegt auf der Gestaltung zukünftiger Unternehmensarchitekturen im Kontext zunehmend serviceorientierter Marktleistungen produzierender Unternehmen.



**Dr. Arno Kühn** ist Abteilungsleiter am Fraunhofer IEM. Hier befasst er sich schwerpunktmäßig mit dem strategischen Produkt- und Produktionsmanagement vor dem Hintergrund der Digitalisierung.

[www.iem.fraunhofer.de](http://www.iem.fraunhofer.de)

Das notwendige Erfahrungswissen zur Einschätzung von Fertigungsprogrammen kann aus historischen Planungs- und Betriebsdaten extrahiert werden. Ein weiteres Beispiel ist die Intelligente Instandhaltung (Smart Maintenance): Die Planung von Instandhaltungsvorgängen wird unter Berücksichtigung verschiedener Prozess-, Planungs- und Maschineninformationen optimal gestaltet. Dies übertrifft teilweise die Fähigkeiten eines menschlichen Planers, wenn Ausfälle vorhergesagt und so schon vorab in die Planung einfließen können. So können Ersatzteile frühzeitig beschafft und Routine- sowie Reparaturaufgaben zeitlich optimal geplant werden.

Grundlage für diese Optimierungen ist die Verfügbarkeit aktueller und historischer Datenbestände aus der Fertigung. Diese sollten nach Möglichkeit system- und datenquellenübergreifend vorliegen. So müssen vielfältige Informationen zusammengebracht werden, beispielsweise bisherige Ausfälle aus Instandhaltungslogbüchern, Sensor- und Betriebsdaten aus der Maschinensteuerung oder historische Priorisierungs-Entscheidungen aus Instandhaltungsplänen.

Herausforderungen einer modernen Produktions-IT

Die typische Fertigung ist heute gekennzeichnet von einer heterogenen IT-Systemlandschaft. Eine mögliche Strukturierung bietet die Automatisierungspyramide wie in Bild 1 dargestellt [1]. Auf oberster Ebene stehen ERP-Systeme, diese stellen Stammdaten zu Ressourcen, Rohstoffen und Produkten bereit. Ergänzt wird

es durch spezialisierte Teilsysteme, beispielsweise für die Lagerwirtschaft oder Qualitätssicherung. Betriebs- und Maschinendaten werden in einem MES gesammelt, das – anders als ERP-Systeme – nicht in allen Unternehmen verbreitet ist.

Die Einführung eines MES geht meist mit umfangreichen Änderungen in Hardware, Software und Prozessen einher und ist daher mit großem Aufwand verbunden. Der Fokus liegt hier auf einer Prozessüberwachung und -steuerung mittels übergeordneter Kenngrößen (KPI).

Big Data-Anwendungen greifen auf Datenmengen zurück, die über KPI-relevante Größen hinausgehen: Maschinendaten, die nicht direkt mit der Prozesssteuerung zusammenhängen oder Sensordaten aus dem Umfeld. Diese Daten liegen auf der Prozessleitebene (SCADA) oder Steuerungs-/Feldebene vor, werden aber in einem MES nicht umfassend aufgenommen und gespeichert. Die Herausforderungen in der Big Data-Verarbeitung werden durch vier „V“ beschrieben. Dies sind vor allem die große Gesamtmenge aller historischer Daten (Volume) und die Geschwindigkeit von mehreren tausend Datenpunkten pro Sekunde (Velocity). Weiterhin muss neben den Maschinendaten gleichzeitig Zugriff auf vielfältige Informationen wie beispielsweise aus der Fertigungsplanung oder der Qualitätssicherung gewährleistet werden (Variety). Zuletzt muss die Qualität der gesicherten Datensicherung gestellt sein (Veracity). All diese Anforderungen können typische IT-Systeme aus der Produktion nicht erfüllen. Es besteht ein zunehmender Bedarf an Big Data-Architekturen in der Produktion, die Hand

in Hand mit der bestehenden Produktions-IT zu einer fortschrittlichen Prozessautomatisierung führen.

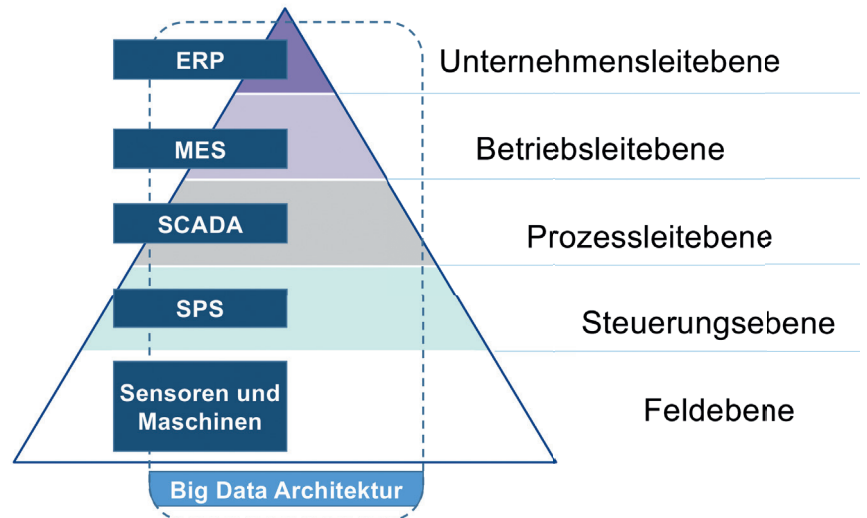
Der Weg zu einer zukunftsfähigen IT-Landschaft

Für die technische Umsetzung von Big Data-Architekturen existieren zahlreiche Lösungen aus dem High Performance Computing. Dabei haben sich Open Source Technologie-Stacks wie Hadoop oder Spark etabliert, die verschiedene Softwarekomponenten z. B. für Speicherung von Datenmengen auf verteilten Systemen oder die parallelisierte Verarbeitung von Datenströmen enthalten. Darauf aufbauend existieren eine Reihe von Softwarebibliotheken wie Apache Kafka oder Camel, die durch die Bereitstellung von Verteilungs- und Verarbeitungslogiken die Umsetzung von Big Data-Diensten erleichtern.

Daneben muss insbesondere im industriellen Kontext ein Sicherheitskonzept entwickelt werden. Mittels industriellen Firewalls lassen sich verschiedene Sicherheitszonen aufbauen, so dass dedizierte Zugriffsrechte für verschiedene Systemkomponenten oder Anwender definiert werden können.

Der Aufbau der technologischen Architektur mitsamt der technischen Herausforderungen ist jedoch immer im Kontext der zu entwickelnden Lösungen, der Unternehmensprozesse sowie der Unternehmensstrategie zu betrachten, um eine zukunftsfähige IT-Landschaft zu gewährleisten [2]. Die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen zu betrachtenden Architekturen sind in Bild 2 dargestellt. Die Anwendungsarchitektur beschreibt den Systemaufbau zukünftiger datenverarbeitender Dienste und Automatisierungslösungen in Form von Softwarekomponenten. Die Informationsarchitektur zeigt wiederum die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Datenquellen und den erzeugenden Prozessen oder Maschinen. Die Beschreibung der Informationsarchitektur ist essentiell, um die Qualität und die Weiterverwendbarkeit der Daten gewährleisten zu können. Die Wertschöpfungsarchitektur ermöglicht die Einschätzung des unternehmerischen Mehrwertes von Daten (Value). Zuletzt gibt die Unternehmensstrategie den Zielrahmen vor, in dem sich sämtliche Entwicklungsarbeiten bewegen.

Das beschriebene Modell bildet einen Betrachtungsrahmen für die ganzheitliche Analyse und Weiterentwicklung der IT-Architektur. In der Bottom-up-Sicht kann eine neue techno-



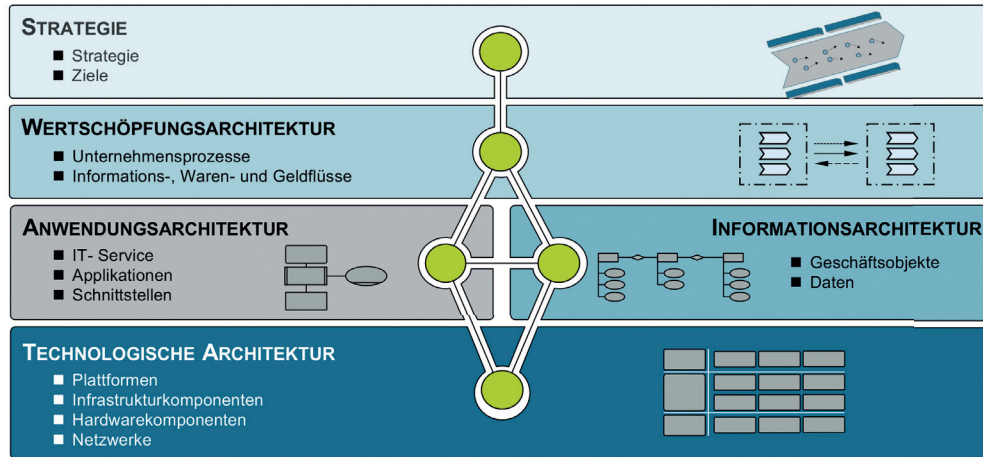
logische Architektur, beispielsweise eine Big Data-Architektur neben bestehenden IT-Systemen, im Kontext der Anwendung, Wertschöpfung und Strategie bewertet und so zukunftsfähig entwickelt werden. In der Top-down-Sicht lassen sich Potentiale für die Gestaltung der obenliegenden Bereiche ableiten, die sich aus einer veränderten IT-Architektur ergeben.

Anwendungsbeispiel: Boost 4.0 – Smart Maintenance

Im EU-Innovationsprojekt „Boost 4.0 – Big Data for Factories“ werden in zehn Pilotfabriken in ganz Europa die Anwendung von Big Data in der Produktion untersucht. Mit 50 Partnern aus 16 verschiedenen Ländern der EU ist es eine der größten Big Data-Initiativen für die Industrie 4.0.

Ein zentrales Resultat ist eine Referenzarchitektur für den Aufbau von industriellen Big Data-Anwendungen. Diese umfasst neben technischen Grundlagen wie IT-Infrastruktur und Datenquellen die verschiedenen Anwendungskomponenten wie Datenverarbeitung oder Datenvisualisierung und die daraus entstehenden Lösungen. Zur Veranschaulichung einer Big Data-Lösung folgt nun das Anwendungsbeispiel „Smart Maintenance und Service“. Die technologische Grundlage dafür ist die Aggregation verschiedener Datenquellen aus der Fertigung über eine zentrale IT-Infrastruktur. Hier werden Maschinendaten, ERP-Daten sowie Instandhaltungsinformationen verfügbar gemacht. Für die Datenverarbeitung kommen Anomaliedetektions-Verfahren zum Einsatz. Sie bilden ein Normalverhalten ab, beispielsweise den typischen Verlauf von Maschinendaten im Produktionseinsatz. In einer Trainingsphase lernen die Algorithmen das Normalverhalten. Dazu werden Daten genutzt,

Bild 1: IT-Systeme in der Produktion



**Bild 2: Entwicklung einer service-orientierten IT-Architektur**

die in Instandhaltungslogbüchern als nicht auffällig erkennbar sind. Im laufenden Betrieb werden Abweichungen vom Normalverhalten als Anomalien erkannt und sind somit ein Indikator für die Verschlechterung des Maschinenzustandes und einen möglichen Ausfall. Die Datenauswertung erfolgt maschinenübergreifend, für verschiedene Maschinen werden jeweils Anomaliedetektoren trainiert, die eine Aussage über die Maschinengesundheit geben. Bei der Indikation einer oder mehrerer Anomalien im Maschinenzustand fließen nun weitere Informationen zum aktuellen Fertigungsprozess in eine Entscheidungsregel ein. Ein Entscheidungssystem erzeugt nun die Meldung über einen nahenden Wartungsvorfall.

### Auswirkungen auf Prozesse und Arbeitsabläufe

Doch wie wird diese Information in den bestehenden Instandhaltungsprozess integriert? Wie verändert sich die Instandhaltungsplanung und die Arbeit von Instandhaltungstechnikern? Ein prädiktives System gibt die Information über eine naheende Wartung an die Instandhaltungsplanung weiter und stellt somit ein Assistenzsystem für den Planer dar. Ein präskriptives System trifft eigenständig Entscheidungen, z. B. zur Verschiebung von Routine-tätigkeiten zugunsten eines akuten Wartungsvorfalles. Dies kann zunächst in eine automatisierte Erstellung von Instandhaltungsplänen eingebettet werden. In weiteren Ausbaustufen können weitere Teilaufgaben automatisiert werden, wie beispielsweise die Be-

stellung von Ersatzteilen oder die Anlieferung von Ersatzteilen mit fahrerlosen Transportsystemen direkt an die Maschine. Dadurch konzentriert sich die Arbeit des Instandhaltungstechnikers zunehmend auf seine Kernkompetenz der Wartung und Instandhaltung der Maschinen. Die automatisierte Instandhaltungsplanung birgt dabei die Gefahr einer mangelnden Transparenz für den ausführenden Techniker. Strukturierte Wartungsabläufe können durch effizientere, aber weniger intuitive Abläufe ersetzt

werden. Für die Akzeptanz einer automatisierten Planung ist es daher entscheidend, dass der Kontext von Instandhaltungsaufträgen erhalten bleibt und transparent dargestellt wird. Die menschliche Priorisierung von Vorgängen ist nicht immer über direkt ersichtliche Gründe erklärbar, sie kann kontextabhängig unterschiedlich ausfallen. Die Abbildung solcher „weichen“ menschlichen Entscheidungen in einem „harten“ regelbasierten System ist daher eine Herausforderung. Es ergibt sich ein Forschungsbedarf für die Weiterentwicklung von Verfahren der Datenanalyse, beispielsweise das Präferenzlernen, also das Lernen anhand von Präferenzen anstelle von eindeutigen Labels [3].

Die Potenziale zur Automatisierung von Optimierung- und Planungsaufgaben in der Fertigung sind enorm. Die Umsetzung ist jedoch komplex und muss verschiedene Aspekte umfassen: die Integration und die Kenntnis über die heterogenen Datenquellen in der Fertigung; den Umbau der Produktions-IT in eine zukunftsfähige IT-Architektur; die Umsetzung von Algorithmen für die Anomaliedetektion, die Optimierung und automatische Planung; die Betrachtung der sich verändernden Prozesse und Arbeitsabläufe vor dem Hintergrund der Akzeptanz. Insbesondere der Umbau der IT-Landschaft und der Aufbau einer Big Data-Architektur ist dabei weit über die Umsetzung einer Einzellösung wie Smart Maintenance hinaus zu betrachten. Die Investition in eine zukunftsfähige IT-Infrastruktur ist Grundlage für den Aufbau eines wertvollen Datenpools und für die Umsetzung zahlreicher weiterer datengetriebener Anwendungsfälle.

### Schlüsselwörter:

Big Data-Architektur, Produktions-IT, Smart Maintenance, Boost 4.0

### Literatur:

- [1] Gausemeier, Jürgen. Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2009, 104. Jg., Nr. 7-8, S. 623-626.
- [2] Ziegler, Stephan; Müller, Anna (Red.). Service-orientierte Architekturen – Leitfaden und Nachschlagewerk. BITKOM, 2009.
- [3] Fürkranz, Johannes; Hüllermeier, Eyke. Preference learning. Springer US, 2010.

### Big Data-Architekturen – the Secure Houses in Manufacturing

Industrie 4.0 offers a whole range of potential for the production of tomorrow. The automation of physical processes is increasingly being replaced by the automation of cognitive work. This is made possible by the increasing networking of machines and production IT and the resulting availability of various data from the company. This applies in particular to planning tasks and optimization and planning tasks, for example for manufacturing processes. However, the typical IT systems used in production quickly reach their limits. It is therefore time to take a look at the performance of new big data architectures.

### Keywords:

Big Data Architecture, Productions-IT, Smart Maintenance, Boost 4.0