

Lünendonk®-Whitepaper

Smart Factory – Wie die Digitalisierung Fabriken verändert

Transformation von der Werkshalle bis zur Unternehmensleitung



Eine Publikation der Lünendonk GmbH
in Zusammenarbeit mit

T · · Systems ·

und dem exklusiven Medienpartner

Technik und Wirtschaft für die deutsche Industrie
Produktion

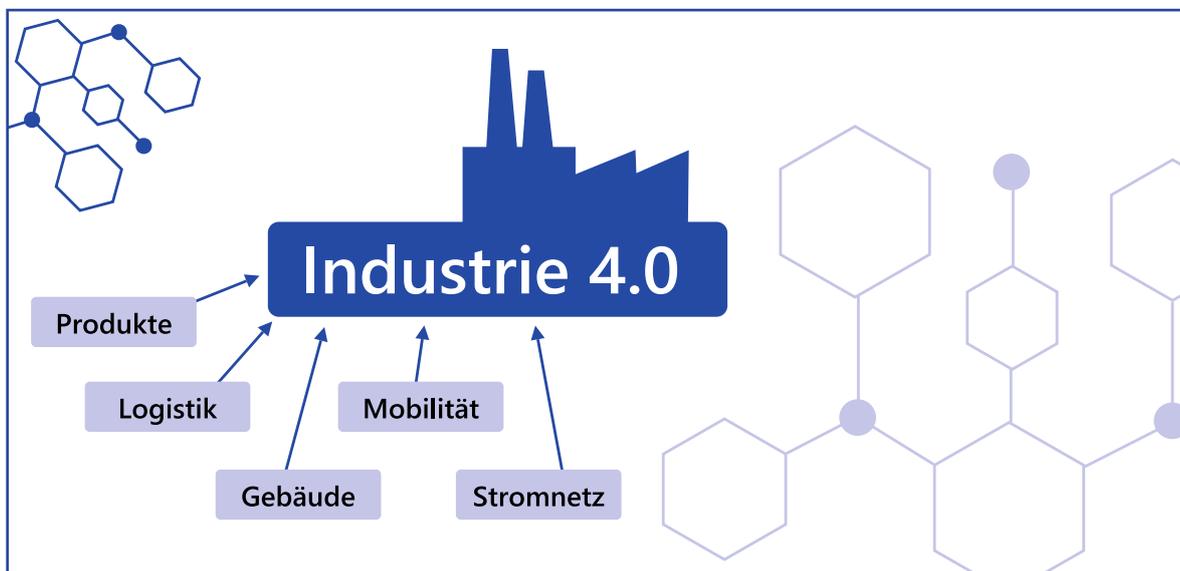
Inhaltsverzeichnis

VORWORT: DIE NÄCHSTE INDUSTRIELLE REVOLUTION	4
INDUSTRIELLE FERTIGUNG: EIN ECKPFEILER DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT VERÄNDERT SICH	
DIE SMART FACTORY – DAS HERZSTÜCK DER INDUSTRIE 4.0	
WO STEHEN WIR HEUTE BEI DER REALISIERUNG DER SMART FACTORY?	
MANAGEMENTAUFGABEN ZUR REALISIERUNG DER SMART FACTORY	0
ACTION PLANNING FÜR DAS MANAGEMENT: WORAUF ES BEI DER TRANSFORMATION ZUR SMART FACTORY ANKOMMT	
ÜBERGANGSSZENARIOEN ZUR SMART FACTORY	
GLOSSAR	3
SCHRITT FÜR SCHRITT SMARTER PRODUZIEREN	3
DER INTELLIGENTE WEG ZUR SMART FACTORY	3
UNTERNEHMENSPROFILE	
T-Systems International GmbH	41
Lünendonk GmbH	43



„... das erste Kapitel ... offenbart, dass es momentan mehr blumigen Diskurs zu Industrie 4.0 gibt als eine entsprechende Realität.“

Aus der Besprechung eines Wirtschaftsbuchs zur Industrie 4.0, erschienen 2015 (FAZ, 18.1.2015)



„Niemand kann heute sagen, wie genau sich die Wirtschaft durch die Digitalisierung verändern wird. Das Schlagwort Industrie 4.0 verweist nicht auf etwas Abgeschlossenes, sondern auf eine Entwicklung, die in vollem Gange ist. Es gibt keinen Masterplan, der uns sagen könnte, was wir tun müssen, um das Beste aus den Möglichkeiten der Digitalisierung zu machen.“

Heinrich Hiesinger, Vorstandsvorsitzender ThyssenKrupp, in Davos (FAZ 31.1.2016)

Vorwort: Die nächste industrielle Revolution



Mario Zillmann
Leiter Professional Services



Claus Wilk, Stellv. Chefredakteur
Fachzeitung Produktion

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

ein Gespenst geht um in Europa – und weltweit. Das Gespenst die Industrie 4.0. Alle publizierenden Mächte haben sich zu einer heiligen Jagd nach diesem Gespenst verbündet. Diese formale Anleihe bei einem weltbekannten Manifest, einer Antwort auf die erste industrielle Revolution, scheint uns ein geeigneter Einstieg in das Thema, das die nächste industrielle Revolution vorantreibt.

Die Digitalisierung der Industrie, die Industrie 4.0, ist eine verändernde Macht – bezeichnen wir sie ruhig mit dem leider zu oft missbrauchten Schlagwort als disruptiv. Es ist daher Zeit, eine Navigationshilfe für Unternehmen auf dem Weg in das neue Industriezeitalter zu geben.

Von tiefer Verunsicherung über das Internet der Dinge berichtet eine große deutsche Tageszeitung vom Weltwirtschaftsgipfel in Davos 2016. Paradox sei die Situation, dass in Deutschland die Diskussion über das Phänomen zwar in aller Munde ist, jedoch fehle es an einer einheitlichen Definition – in den Vereinigten Staaten dagegen sei der Begriff „Industrie 4.0“ zwar weitgehend unbekannt, aber die Unternehmen seien in

der Praxis weiter. Nun ist die diagnostizierte Unbekanntheit des Begriffs auf der anderen Seite des Atlantiks verzeihlich, denn dort wird es „Industrial Internet“ genannt. In jedem Fall gibt es auf beiden Seiten des Atlantiks etliche Beispiele von prototypenhaft entwickelten digitalen Lösungen in der Fertigungsindustrie.

Das Potenzial der technischen Möglichkeiten zur Veränderung wird erkannt, aber sowohl bei der Vision als auch in der praktischen Umsetzung tun sich die traditionellen Unternehmen noch schwer. Auch viele der veröffentlichten Beiträge über die Industrie 4.0 und die Smart Factory bleiben allgemein – das dürfte dem Vorantasten in völlig neue Bereiche geschuldet sein.

Einen Beitrag zur Klärung von Sachverhalten soll dieses Whitepaper leisten. In fachlicher Zusammenarbeit mit T-Systems konzentrieren wir uns auf die Smart Factory, ein Herzstück der Industrie 4.0. Sie bietet Chancen, sie erfordert Investitionen und sie fordert das Management bei der Gestaltung des Übergangs in eine neue Welt der Industrie.

Der Weg dahin ist jetzt noch weitgehend unbeschritten; daher hoffen wir, mit diesem Whitepaper dem Leser eine Orientierungshilfe geben zu können.

Wir wünschen Ihnen eine nützliche Lektüre!

Herzliche Grüße

Mario Zillmann

Claus Wilk

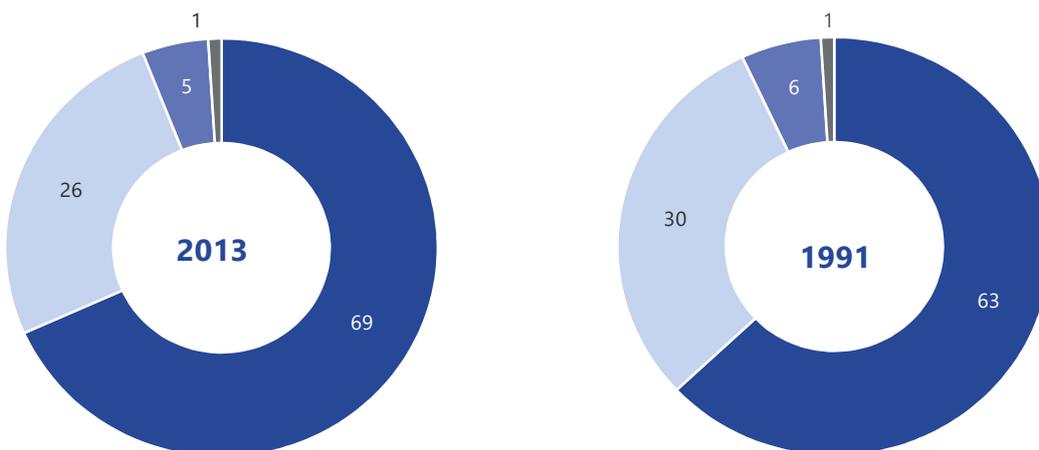
Industrielle Fertigung: Ein Eckpfeiler der deutschen Wirtschaft verändert sich

BEDEUTUNG DER FERTIGUNGSINDUSTRIE FÜR DEUTSCHLAND

Hat die Fertigungsindustrie für Deutschland noch eine Bedeutung? Befinden wir uns nicht bereits seit Langem auf dem Weg in die Dienstleistungsgesellschaft, die heute fast 70 Prozent der nationalen Bruttowertschöpfung ausmacht? Ganz so ist es noch nicht. Immerhin entfällt mehr als ein Fünftel (22%) der nationalen Bruttowertschöpfung auf das verarbeitende Gewerbe. Darin enthalten sind Vorzeigebereiche wie die Automobil-, die Elektro-, die Chemische Industrie, die Metallindustrie und der Maschinenbau mit Exportquoten, die sich zwischen 30 Prozent und 65 Prozent bewegen. Die Digitalisierung der Produktionsabläufe wird all diese Branchen vollständig umkrempeln: Die Beziehungen zu Lieferanten und Abnehmern werden auf

eine komplett digitalisierte, da vollständig vernetzte, Basis gestellt; und – so ganz nebenbei – die Produkte werden sich ändern, da viele von ihnen durch After-Sales-Services ergänzt oder die Grundlage für neue servicebasierte Geschäftsmodelle werden. Beispiele sind Serviceeinnahmen durch den Verkauf von Softwarelizenzen beziehungsweise dem Angebot von digitalen Mehrwertdiensten aus der Cloud wie die Steuerung von Produktionsanlagen, Service-Portale für Servicemitarbeiter oder viele andere Geschäftsprozesse. Und damit wären wir dann wieder beim Marsch in die Dienstleistungswirtschaft. Aber unser Thema ist: Wohin bewegt sich denn die Fertigungsindustrie in Deutschland in den nächsten Jahren? Wie wirkt sich der Megatrend Digitalisierung auf die Fertigungsindustrie aus?

WIRTSCHAFTSSTRUKTUR IN DEUTSCHLAND



Gemessen als Anteil der nominalen Bruttowertschöpfung des jeweiligen Wirtschaftsbereichs an der nominalen Bruttowertschöpfung insgesamt.

■ Dienstleistungsbereiche ■ Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe ■ Baugewerbe ■ Land- und Forstwirtschaft, Fischerei

Abbildung 1: Wirtschaftsstruktur in Deutschland; Quelle: Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 2014



WAS BEDEUTET DAS EIGENTLICH: DIGITALISIERUNG, INDUSTRIE 4.0 UND SMART FACTORY?

Schlagworte in diesem Zusammenhang lauten Industrie 4.0, digitale Fertigung, das Industrial Internet, Smart Factory und Internet der Dinge, der Dienste, des

Everything. All diese Technologiebegriffe erfordern eine grobe Sortierung und Einordnung in die aktuelle Diskussion um die Digitalisierung, bevor sinnvoll mit ihnen argumentiert werden kann. Beginnen wir mit dem Begriff Industrie 4.0.

BEGRIFFLICHKEITEN IN DER INDUSTRIE-4.0-DISKUSSION



Abbildung 2: Illustrativ: Begrifflichkeiten in der Industrie-4.0-Diskussion

Industrie 4.0 ist der breitere Begriff. Er umfasst Netzwerke von Lieferanten, Produktion, Logistik und Absatz. Starr vernetzte Prozessketten mit einer deterministischen Planung werden ersetzt durch intelligente Wertschöpfungsnetzwerke aus Produktionsstätten und Interlogistik, die sich weitestgehend selbst steuern auf der Basis von cyber-physischen Systemen.

Volkswirtschaftliche Effekte durch die Industrie 4.0

Industrie 4.0 wird ein hohes zusätzliches Marktpotenzial zugeschrieben. Eine Studie des Bitkom e.V. qualifiziert Wertschöpfungspotenzial für die sechs Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik, Automobilbau, Chemische Industrie, Landwirtschaft sowie Informations- und Kommunikationstechnologie: Für diese Branchen wird bis 2025 ein zusätzliches Wertschöpfungspotenzial von 78 Milliarden Euro (jährlich 1,7 Prozent Wachstum) durch Industrie-4.0-Technologien erwartet. (Abb. 3).

Nun hängen Prognosen von den getroffenen Annahmen ab. Es zeichnet sich aber in verschiedenen Studien das übereinstimmende Bild ab, dass die Digitalisierung der Industrie erhebliche zusätzliche Umsätze ermöglichen wird. So geht der IT-Branchenverband BITKOM von einem volkswirtschaftlichen Potenzial für Deutschland durch Industrie 4.0 von rund 28 Milliarden Euro pro Jahr aus. Die Managementberater von Roland Berger erwarten dagegen ein Marktpotenzial von etwa 20 Milliarden Euro pro Jahr.

Diese Einschätzung stützen die in jedem Jahr von Lünendonk analysierten Managementberatungen. Ihren Prognosen zufolge fließen im Jahr 2015 die Budgets der Kunden vor allem in Effizienz- und Wachstumsprojekte. „Neue Geschäftsmodelle“ sowie „Industrie 4.0“ gehören als Investitionsthemen ebenfalls dazu.

WERTSCHÖPFUNGSPOTENZIAL INDUSTRIE 4.0



Abbildung 3: Wertschöpfungspotenzial der Industrie 4.0 in ausgewählten Branchen
 Quelle: BITKOM, Fraunhofer IAO: Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, 2014

TECHNOLOGIEFELDER DES INDUSTRIE-4.0-KONZEPTS

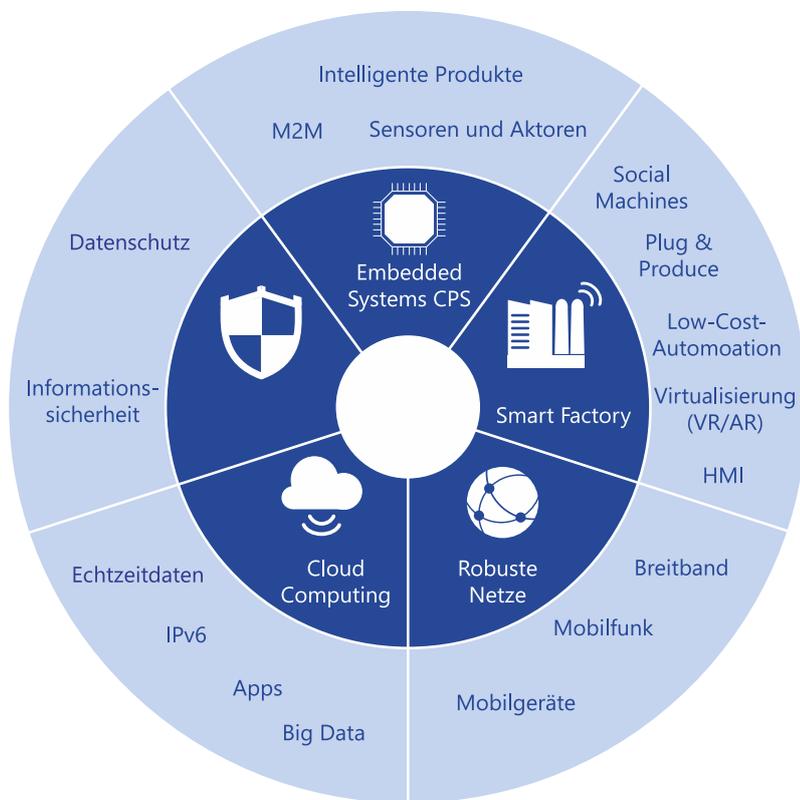


Abbildung 4: Technologiefelder für die Industrie 4.0 im Überblick
 Quelle: BITKOM, Fraunhofer IAO: Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, 2014



ZUKUNFTSFELDER FÜR INDUSTRIE 4.0 UND SMART FACTORY

Die technische Verwirklichung einer Industrie 4.0 erfordert Investitionen, Innovationen und neue Lösungen in etlichen Technologiefeldern. Die Darstellung dieser Technologiefelder variiert nach Quellen und Betrachtungsperspektive. Wichtig ist, dass die Smart Factory ein Teil der Industrie 4.0 ist, allerdings ihr Herzstück (Abbildung 4).

Im Kern geht es bei der Smart Factory darum, Maschinen und Anlagen mit Hilfe von Software so zu vernetzen, dass sie intelligent miteinander kommunizieren und ihre Arbeitsschritte automatisiert aufeinander abstimmen. Diese Vernetzung erfolgt sowohl innerhalb einer Fabrik, aber zukünftig vor allem innerhalb von Produktionsnetzwerken. Diese Netzwerke bestehen in der Regel aus mehreren Werken eines Industrieunternehmens sowie den Produktionsstätten seiner Zulieferer und – je nach Geschäftsmodell – auch seiner Kunden.

Die Smart Factory benötigt eine Reihe von Basistechnologien wie Rechenleistung, Speicherleistung, Breitbandinternet sowie die Cloud zur Entwicklung und Bereitstellung digitaler Lösungen und Plattformen in der Fertigung. Ferner sind vernetzende Schlüsseltechnologien wie Cyber Physical Systems, Embedded Systems, M2M, Aktoren und Sensoren und standardisierte Kommunikationsprotokolle notwendig.

Das Internet der Daten und Dienste bietet mittlerweile nahezu unbegrenzte Speicher- und Netzkapazitäten, hoch verfügbare und performante Netze, neue Applikationen, Mobility, Big Data und Cloud Computing. Durch die Konvergenz „beider“ Internets entstehen „smarte Werkstücke“, die alle Informationen für ihre Produktion mit sich tragen, und „Smart Factories“, die sich durch Dynamik und Vernetzung auszeichnen.

Ein weitere entscheidender Faktor für Industrie 4.0 sind die Halbleiter, die durch neue Technologien wie Galliumnitrid in ganz andere Dimensionen vorstoßen. Halbleiter sind in Form von Sensoren oder RFID-Label in Maschinen und Anlagen beziehungsweise in Produkten ein zentraler Enabler der smarten Produktion.

Diese Vielschichtigkeit der unterschiedlichen Technologien, die bei Industrie 4.0 zusammenspielen, bedeutet für die Industrieunternehmen vor allem eine große Herausforderung bei ihrer Integration in ein Gesamtsystem. Kritischer Faktor ist in den meisten Unternehmen noch die traditionelle IT-Prozessumgebung sowie Organisationsprozesse, die noch in alten Silos agieren. Bei Industrie-4.0-Projekten müssen die neu entwickelten digitalen Lösungen respektive die Embedded Systems in den Maschinen und Anlagen immer auch mit der bestehenden Backend-IT vernetzt werden, was häufig das größte Problem darstellt.

Die Smart Factory – das Herzstück der Industrie 4.0

VISION DER SMART FACTORY

Die Umsetzung des Konzepts Industrie 4.0 im Shopfloor erfolgt über die Realisierung der Smart Factory. Im Mittelpunkt einer Smart Factory steht die echtzeitfähige, intelligente, horizontale und vertikale Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und IKT-Systemen zum dynamischen Management von komplexen Produktionssystemen. Entscheidend ist, dass alle Gegenstände der Fabrik, von einzelnen Werkzeugen und Produkten bis hin zu kompletten Anlagen, mit integrierter Rechenleistung ausgestattet sind. Damit können sie Daten aus ihrer Umgebung erfassen, verarbeiten und weiterleiten und sich innerhalb ihres Netzwerks selbst organisieren. So kann der Rohling der Produktionsstraße mitteilen, welcher Fertigungsschritt ausgeführt werden muss. Die Steuerung der Produktion erfolgt zum Teil mit Echtzeitinformationen. Auch

das Umrüsten der Produktionsanlagen selbst wird flexibler durch anwenderfreundliche Plug-&-Play-Konzepte für das schnelle, aufwandsarme Umrüsten von Maschinen. Das beschreibt eine Smart Factory.

In der Smart Factory werden die Daten zwischen den (Steuerungs-)Systemen bidirektional ausgetauscht – vertikal, aber auch horizontal. Die Systeme sind – in Echtzeit – miteinander vernetzt beziehungsweise integriert. Ziel ist die Erfassung aller relevanten Prozess- und Bewegungsdaten in Echtzeit und eine zeitnahe Verarbeitung mit einer Integration der betrieblichen und unternehmerischen Steuerungssysteme wie Supply Chain Management, Manufacturing Execution (MES), Enterprise Resource Planning (ERP) und Product Lifecycle Management (PLM) siehe Abb. 5).

DIE SMART FACTORY

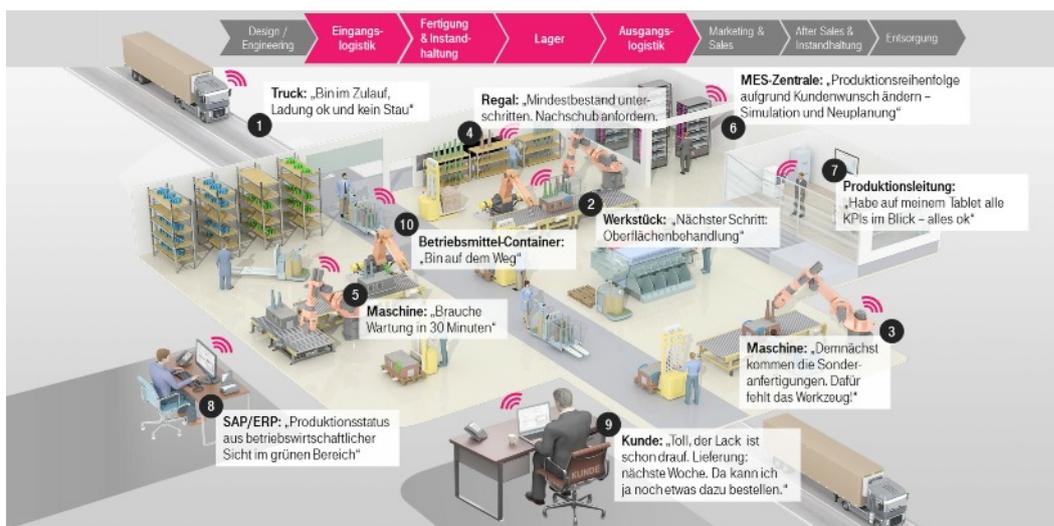


Abbildung 5: Illustration der Smart Factory

Quelle: T-Systems International GmbH



Auch bei der „Factory“ werden viele Begriffe manchmal unterschiedslos verwendet. Die Smart Factory ist im Grunde eine Stufe der Fertigung auf Basis einer fortschrittlichen Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie. Sie produziert intelligent und

automatisch. Andere Stufen sind die Digital Factory, die der virtuellen Planung von Produkten und Produktionsprozessen dient, und die Virtual Factory, die ein Gesamtsystem aus mehreren Smart Factories und intelligenter Logistik ist (Abb. 6).

STUFEN ICT-BASIERTER FERTIGUNG

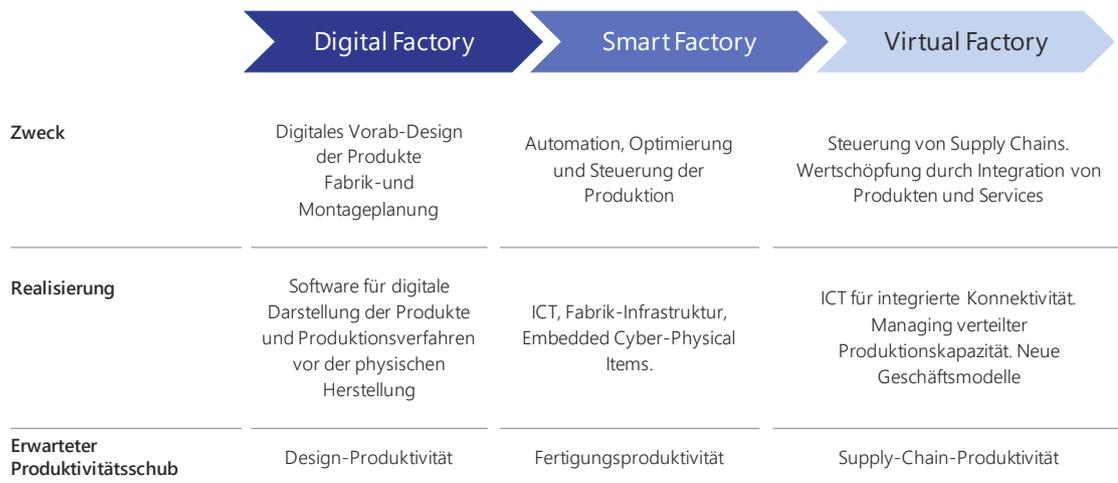


Abbildung 6: Stufen ICT-basierter Fertigung

Nach: An Assessment of Technology Roadmaps for Advanced Manufacturing. An Overview for the DTAPP Consultation with Manitoba Industry. Fred Doern. Red River College, 2014

Bekanntheit des Begriffs Smart Factory

Die aktuelle Lünendonk-Studie „Der Weg zur Industrie 4.0 – Wie Verantwortliche aus den Bereichen SCM und Produktion den Status quo beurteilen“ hat ergeben, dass knapp 80 Prozent der befragten Führungskräfte den Begriff „Smart Factory“ kennen.

Diese hohe Bekanntheit zeigt, dass die untersuchten Unternehmen durchaus sich mit den Chancen und Potenzialen beschäftigen, durch die Vernetzung von Produktionsprozessen, sowohl intern als auch unternehmensübergreifend, erhebliche Synergieeffekte erzielen. Dies kann beispielsweise durch eine präzisere und proaktivere Steuerung des Materialfluss geschehen oder dadurch, dass sich die Produktionsumgebung situativ an die Bedürfnisse und Planungen der Konsumenten beziehungsweise der Abnehmerunter-

nehmen anpassen und somit Engpässe respektive Überschüsse vermieden werden können.

SMART FACTORY ÜBERWIEGEND BEKANT

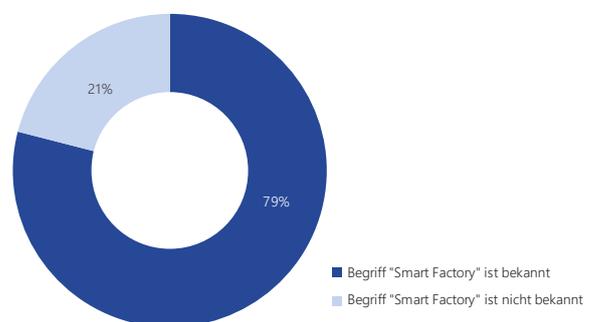


Abbildung 7: Frage: Kennen Sie den Begriff „Smart Factory“? n = 98, Quelle: Lünendonk-Whitepaper Der Weg zur Industrie 4.0 – Wie Verantwortliche aus den Bereichen SCM und Produktion den Status quo beurteilen“.

BAUSTEINE DER SMART FACTORY – VOM SHOPFLOOR BIS ZUM BUSINESS

Der externe Rahmen für die Industrie

Der übergreifende Rahmen für Industrie 4.0 und die Smart Factory sind offene Standards zur Kommunikation der einzelnen Werkstücke, Maschinen und Anwendungen – an ihnen wird derzeit gearbeitet – und umfassende flächendeckende Breitbandkommunikation, um Daten überall dort zur Verfügung zu haben, wo sie gebraucht werden – in der Fabrik und im Produktionsnetzwerk (Mobility).

Normen und Standards für die Smart Factory

Zur Verwirklichung einer Smart Factory sind eine universelle Produktionssprache sowie Standards und Normen als eine gemeinsame semantische Basis notwendig. Die für Industrie 4.0 relevanten Normen und Standards werden auf verschiedenen technischen Ebenen und von verschiedenen Gremien ausgehandelt und entwickelt. Wichtige Aufgabe einer gemeinsamen Plattform ist die Einbettung vorhandener Normen und Standards im Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0. Der ZVEI hat gemeinsam mit Partnern die eine Referenzarchitektur für Industrie 4.0 (RAMI 4.0) entwickelt,

die eine Grundlage für die Standardisierung einer Smart Factory vorgibt (Abb. 8). Das RAMI ist im Wesentlichen ein Architekturrahmen, innerhalb dessen sich Industrieunternehmen und Softwareanbieter bei der Entwicklung von digitalen Lösungen in der Industrie bewegen können.

Die in Deutschland entwickelte industriebasierte Referenzarchitektur Plattform Industrie 4.0 hat in den USA ihre Entsprechung in den – datenbasierten – Vorschlägen des Industrial Internet Consortiums (IIC). Dem Vernehmen nach nähern sich die beiden Konzepte inzwischen an, was für die Zusammenarbeit beider führender Wirtschaftsnationen essentiell ist.

Nur am Rande sei bemerkt: Es gibt natürlich die Notwendigkeit eines rechtlichen Rahmens, zum Beispiel bei der Absicherung der Liefer- und Leistungsbeziehungen in einer automatisierten Supply Chain oder bei Haftungsfragen der Robotik. Weiterhin ist es eine wichtige Compliance-Thematik, wo Daten aus dem Partner-Ökosystem einer vernetzten Industrie liegen und zu welchen Zwecken sie verwendet werden dürfen.

INDUSTRIE 4.0 BENÖTIGT EINE PLATTFORM ZUR INTEGRATION ALLER SYSTEME

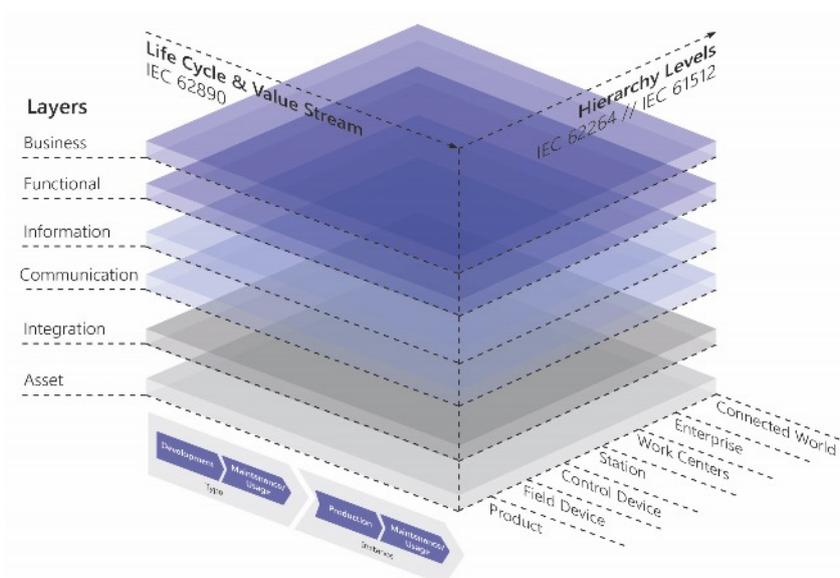


Abbildung 8: Das Referenzarchitekturmodell RAMI 4.0 als Grundlage einer Industrie 4.0-Plattform, Quelle: ZVEI



Technikbausteine für eine Smart Factory

Weitere wichtige Bausteine und Technologien für die Smart Factory sind bereits vorhanden: Aktoren, Sensoren, Produktionstechnik (Robotik, 3-D-Druck), IT und ihre Vernetzung zu Cyber-Physical Systems sowie die

verschiedenen IT-Anwendungen für die Produktions- und kaufmännische Steuerung. Ihre Vernetzung über Breitband und Steuerung über die Cloud ist zumindest technisch bereits möglich (Abb. 9).

	Sensorik	Innovative Produkte	ICT
Technologie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aktoren ▪ Sensoren ▪ Cyber-physikalische Systeme ▪ Logistiksysteme (inter und intra-company) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Digital aufgerüstete Fertigungsstraßen ▪ Cyber-physikalische Systeme ▪ MES ▪ M2M-Lösungen ▪ Mobility-Lösungen ▪ HMI Human Machine Interface (sichere Endgeräte) ▪ Additive Fertigung (3-D-Druck) ▪ Robotik 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IP v6 ▪ Cyber-physikalische Systeme ▪ IKT-Infrastruktur ▪ Breitband ▪ Netzkommunikation ▪ ERP ▪ PLM ▪ SCM ▪ Datenbanken, In-Memory ▪ Cloud Computing ▪ Big Data ▪ Analytics ▪ Augmented Reality ▪ Cyber-Security
Prozessleistung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Echtzeitfähigkeit ▪ Verfolgbarkeit ▪ Zuverlässigkeit ▪ Vollständigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vollständige Vernetzung ▪ Selbstkonfiguration 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wireless & mobile Vernetzung ▪ Echtzeitfähigkeit ▪ Datenschutz

Abbildung 9: Technologien zur Realisierung der Smart Factory, Ergänzt auf Basis: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Industrie 4.0. Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland, 2015

Einige ausgewählte Bausteine der Smart Factory sollen im Folgenden kurz angerissen werden.

IPv6 – das Internetprotokoll der nächsten Generation mit ausreichend Adressen

Das Internetprotokoll der 6. Generation (IPv6) ist die Basis zur Entwicklung und Implementierung von Industrie-4.0-Technologien. Es stellt gegenüber seinen Vorgängern einen genügend großen Adressraum zur Verfügung, um alle intelligenten Objekte auch eindeutig über das Internet adressieren zu können.

Embedded Systems, intelligente Objekte und Cyber-Physische Systeme (CPS)

Grundlage für die intelligente Vernetzung sind Embedded Systems, sprich die Ausrüstung von Objekten

mit Sensoren, Identifikatoren, Aktoren, Mikrocontrollern und Kommunikationssystemen:

- Sensoren liefern Daten über das direkte Umfeld des Objekts.
- Identifikatoren dienen zur eindeutigen Identifikation des Objekts, zum Beispiel ein Barcode, ein RFID-Transponder.
- Aktoren bewegen Objekte wie Stellhebel etc.
- Mikrocontroller, als Herz eines Embedded Systems, analysieren die Daten, bestimmen den Status des Objekts und entscheiden über nächste Arbeitsschritte.
- Kommunikationssysteme stellen die Interaktion mit funk- beziehungsweise kabelbasierten Netzen her.

Beispiele für intelligente Objekte in Produktion und Logistik sind intelligente Behälter oder Werkzeuge. Der



intelligente Behälter ist beispielsweise über einen RFID-Transponder zu identifizieren und kann jederzeit selbst über seinen Standort und seinen Inhalt Auskunft geben.

Das ist darüber hinaus die Grundidee von Mobility in der Smart Factory: jedem Bauteil die Anleitung zu seiner Produktion mit auf den Weg zu geben. Dies kann über Barcodes, RFID und andere Technologien geschehen. Dadurch wird es wesentlich einfacher, eine kleinteilige Produktion durchzuführen.

Breitband und Echtzeitdaten

Durch den flächendeckenden Einsatz von cyber-physischen Systemen wird in der Smart Factory eine Infrastruktur benötigt, die wesentlich mehr und andere Daten bewältigt. Breitbandnetzwerke bilden das Rückgrat für die Anwendungen in der Fabrik. Hierzu müssen sie hoch verfügbar sein und hohe Datenübertragungsraten ermöglichen. Die Kommunikationsnetze müssen bezüglich Latenzzeiten, Ausfallsicherheit und Servicequalität ausgebaut und zudem echtzeitfähig sein.

Während im innerbetrieblichen Bereich vor allem Wireless Local Area Networks (WLAN) zum Einsatz kommen, kann im außerbetrieblichen Bereich auf die Mobilfunknetze zurückgegriffen werden. Funknetzwerke sind aber für den Einsatz im industriellen Umfeld weiter zu entwickeln. Dies betrifft neben der Bandbreite vor allem die Stabilität, Verfügbarkeit und Sicherheit.

Intelligente Maschinen mit M2M-Kommunikation

Eine weitere Komponente der Smart Factory sind intelligente Maschinen, die nicht nur mit dem Bediener in Interaktion treten, sondern auch direkt mit anderen Maschinen und Werkstücken kommunizieren. Sie übermitteln Auftrags-, Materialdaten und Statusinformationen sowie Informationen zur vorbeugenden Instandhaltung. Dabei sammeln sie Daten über ihren Systemzustand und über die laufenden Prozesse. M2M-Lösungen ermöglichen es, Daten zum Zustand

von Maschinen und zum Stand der Produktion automatisch zu erfassen und in Echtzeit weiterzuleiten.

HMI – Human Machine Interfaces

Bei der Interaktion zwischen intelligenten Objekten, Produkten und Maschinen mit dem Menschen in der Smart Factory spielt die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI – Human Machine Interfaces) eine besondere Rolle. Mobile Endgeräte wie Smartphones oder Tablet-PCs ermöglichen eine direkte Einbindung des Menschen in die Kommunikationsnetze einer Smart Factory. Mithilfe von Augmented Reality werden den Beschäftigten in der Fabrikhalle Informationen als virtuelle Ergänzung zur physischen Smart Factory zur Verfügung gestellt.

Steuerungssysteme für die Produktion

Die Echtzeitsteuerung eines Produktionsprozesses übernehmen Manufacturing-Execution-Systeme (MES), auch als Produktionsleit- oder Fertigungsmanagementsysteme bezeichnet. Sie sind seit Langem eingesetzt; allerdings fehlt bisher ihre vollständige Vernetzung. Sie verwalten Ressourcen wie Personal, Betriebs- und Produktionsmittel und Lieferteile. Dazu gehört auch die Erfassung und Aufbereitung von Produkt- und Produktionsdaten, von Betriebs-, Maschinen- und Personaldaten. Auf dem Shopfloor agieren die Maschinen zur Bearbeitung der Werkstücke; Sensoren registrieren alle relevanten Parameter; Aktoren und Roboter übernehmen die Produktionstätigkeiten. Die Datenerfassung und Steuerung funktionieren über speicherprogrammierbare Steuerungen.

Die Steuerung innerhalb eines Produktionsabschnitts übernehmen industrielle Prozessrechner, die auf Basis eines TCP/IP-Protokolls kommunizieren. Das Manufacturing Execution System ist dann in ein übergeordnetes Enterprise Resource Planning System (ERP) eingebettet, mit dem alle Ressourcen des Unternehmens geplant und gesteuert werden. Die Smart Factory verlangt dabei den durchgängigen bidirektionalen Datenaustausch zwischen allen Ebenen (siehe Abb. 10).





Abbildung 10: Automatisierungspyramide der vertikalen Integration, Quelle: Detecon Management Report dmr 9/ 2015

Cloud Computing: Speicherplatz und verteilte Software für die Smart Factory

Die Smart Factory erfordert eine umfassende Echtzeitlösung für die Datenspeicherung und -verarbeitung, auf die alle Steuerungsebenen zugreifen. Cloud Computing ist eine mögliche Daten- und auch Informationsbasis für die Smart Factory und kann eine Plattform zur Speicherung von Daten sowie zur Ausführung von Anwendungen im Intra- beziehungsweise Internet sein. Die intelligenten Objekte, Produkte, Maschinen und internen IKT-Systeme sind dann über Kommunikationsnetze mit der Cloud verbunden. So werden Anwendungen zentral verwaltet und gepflegt. Im Rahmen von Cloud-Computing-Lösungen können auch wesentlich größere Datenmengen als bei herkömmlichen innerbetrieblichen Serverlösungen verarbeitet werden. Dies ermöglicht, Big Data zur Analyse, Planung, Regelung und Optimierung der Smart Factory zu nutzen.

Big Data und Analytics

Im Gegensatz zur bisher typischen Mess- und Regeltechnik, bei der die Fertigungsindustrie häufig Technologieführer ist, geht es in der Smart Factory um die Gewinnung neuer Informationen und um neue Ferti-

gungskonzepte. Die sich aus diesen Echtzeitdatemengen ergebenden Big-Data-Volumina stellen hohe Anforderung an das IT-System und die IT-Infrastruktur. Die Analyse von Big Data geschieht über Data Analytics und setzt hohe Rechenkapazitäten voraus.

Sensordaten müssen erfasst, übertragen und ausgewertet werden. Die Daten, die Sensoren, Automatisierungs-, Mess- und Regeltechnik sowie Maschinen liefern, entstehen in hoher Dichte. In vielen Fällen müssen die Daten zur Anpassung der Betriebsabläufe auch sehr schnell berechnet und visualisiert werden. Die anfallenden Daten können zum Beispiel mit In-Memory-Datenbanken in Echtzeit verarbeitet werden. Big Data als Standardlösung gibt es von etablierten Anbietern oder auch als integrierte Cloud-Lösung für Big Data Management und Analytics industrieller Daten.

Viele dieser Bausteine sind praxistauglich vorhanden, aber noch den Anforderungen einer Smart Factory anzupassen und im Gesamtsystem einer digitalisierten Fabrik zu orchestrieren. Hier steht die Fertigungsindustrie insgesamt in der Anfangsphase.

Wo stehen wir heute bei der Realisierung der Smart Factory?

Die zunehmende Digitalisierung zur Smart Factory wird schrittweise zur Industrie 4.0 als nächste Stufe der Industrialisierung führen. Über die Schnelligkeit, mit der dieser Prozess abläuft, gibt es unterschiedliche Ansichten. Während über die Entwicklungsgeschwindigkeit fleißig spekuliert werden darf, wäre es zunächst von Interesse, wie sich der gegenwärtige Stand der Digitalisierung in verschiedenen Industrien darstellt.

DIGITAL READINESS DER FERTIGUNGSINDUSTRIE UND ANDERER BRANCHEN

Die Digital Readiness wird derzeit immer häufiger von den verschiedensten Institutionen und Unternehmen abgefragt oder gemessen; eine dieser Studien hatte auch speziell die Fertigungsindustrie (Manufacturing) im Blick: Die Messung der Reifegrade der Digitalisierung in verschiedenen Branchen in zwei Dimensionen zeigt, dass die Fertigungsindustrie im Vergleich zu anderen Branchen zurückliegt. In gewisser Weise ist

diese schlechte relative Positionierung nahezu zwangsläufig. Denn manche Vergleichsindustrien (Versicherungsbranche, Banking, Reisebranche) sind per se datengetriebene Branchen; Telekommunikation und Hightech sind in ihrer Struktur oft digital. Es bleibt also bei den Branchen mit großem Anlagenpark, wie Fertigung oder Energieerzeugung, die digitalen Nachholbedarf aufweisen.

Die Fertigungsindustrie ist somit Nachzügler in der Karawane der Branchen auf dem Weg zur Industrie 4.0. Ursächlich hierfür ist eine Reihe von Hemmnissen, teils allgemeiner Art, teils besonders auf die Fertigungsindustrie gemünzt. Ein Indiz für den Reifegrad ist auch die Nutzung der Cloud als Mittel zur Bewältigung von Massendaten, Echtzeitdaten und Datenanalytik sowie als Basis für Applikationen. Eine VDMA-Umfrage deutet auf einen großen Aufholbedarf bei der Nutzung von Cloud Services in der Fertigungsindustrie (Abb. 11).

NUTZUNG VON CLOUD-DIENSTLEISTUNGEN

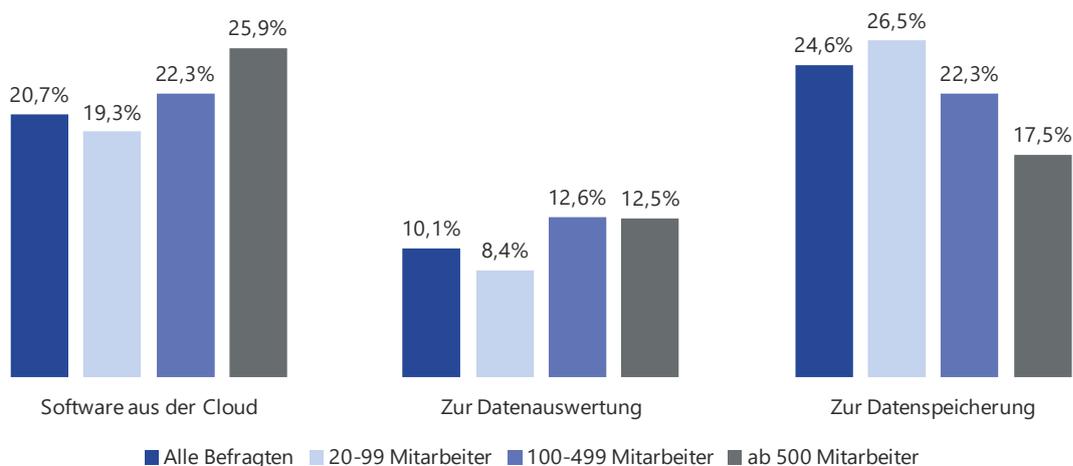


Abbildung 11: Nutzung von Cloud-Dienstleistungen, n = 266, Quellen: VDMA-Mitgliederbefragung, 2015; IW-Zukunftspanel 2015; 26. Befragungswelle, VDMA Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik, Industrie-4.0-Readiness, 2015



WARUM IST DAS SO?

Digitalisierungshemmnisse in der Fertigungsindustrie sind zahlreich, im Folgenden die wichtigsten:

- Unternehmen schrecken vor der Kritikalität der Eingriffe in laufende und komplexe Produktionssysteme zurück, da sie teure Produktionsausfälle befürchten.
- Investitionen in Form von Fertigungsstraßen und Maschinen müssen sich im Laufe ihrer planmäßigen Lebensdauer erst amortisieren, bevor neue Investitionen erfolgen. Deshalb werden Verbesserungen in der Fertigungsindustrie vielfach in Form von kleinen, inkrementellen Lösungen bevorzugt.
- Die Unternehmen haben mit großem Aufwand die Produktionssysteme an SAP angebunden – schon wegen der komplexen Logistik und der Sicherstellung des Just-in-time-Materialflusses. Oft bestehen

monolithische Produktionssysteme, erweitert um Sonderlösungen, die schwierig zu verändern sind.

- Unterschiedliche Kulturen der beteiligten Akteure aus Produktion und IT spielen ebenfalls eine Rolle: Werksleiter, IT, Logistiker und Automatisierungstechniker treffen mit verschiedenen Weltbildern, Ausbildungen und Arbeitsmethoden aufeinander.

Aufgrund dieser Vielzahl an Behinderungsfaktoren fokussiert sich die Fertigungsindustrie bei Digitalisierungsprojekten gerne auf einen Green Field Approach, also auf komplett neue Smart Factories. Altfabriken werden nur in kleinen evolutionären Schritten geändert. Etliche weitere Digitalisierungshemmnisse lassen sich aus verschiedenen Quellen extrahieren (Abb. 12).

Technische Faktoren	Akzeptanz- und Vertrauensprobleme	Klassische Innovationsprobleme
Nicht ausreichende Breitbandversorgung und -Infrastruktur	Keine Zielvorstellung des Managements zur Digitalisierung	Unsicherheiten bezüglich des wirtschaftlichen Erfolges
Probleme der Integration der gesamten Wertschöpfungskette	Fehlende gesamtheitliche Strategie	Notwendige Modernisierung von IT und Maschinen
Mangelnde Industriestandards an den Schnittstellen	Allgemeine Unklarheit und Zögerlichkeit	Vorzeitige Modernisierung von Maschinen und Anlagenpark
Fehlenden einheitliche Normen und Standards	Zu hohe Komplexität des Themas	Hohe Investitionskosten im Vergleich zu erwarteten Erträgen
Fehlendes Fachwissen bzw. fehlende Fachkräfte	Angst vor Spionage bzw. Missbrauch von Kundendaten	
Keine Cyber-Physical Systeme im breiten Einsatz (unintelligente Werkstücke und Maschinen)	Sicherheitsbedenken	
Zur Digitalisierung ungeeigneter Maschinenpark	Datensicherheit	
Ungeeignete IT Struktur	Keine Unternehmenskultur für Smart-Factory-Konzepte	
Vielzahl an proprietären Insellösungen im Unternehmen	Interne Akzeptanz der Belegschaft	
Schwierige Vernetzung von Produktions- und Office- Software	Widerstand in der Belegschaft	
Kein Datenaustausch über Systeme hinweg	Unternehmensinterne Bürokratie und Regularien	
Mangelnde Datenqualität	Ungeklärte Rechtsfragen	
Schwieriger Datenaustausch über alle Systeme hinweg	Befürchtung negativer Beschäftigungswirkungen und wachsender Ungleichheit	
Unzureichende IT- und Datensicherheit		

Abbildung 12: Digitalisierungshindernisse bei der Realisierung der Smart Factory, Nach: Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und VDMA Stiftung

Vernetzung und Datenmanagement gewinnen an Relevanz

Ein wesentlicher Bestandteil der digitalen Transformation in der Produktion ist die Vernetzung und Digitalisierung von Unternehmensprozessen. Laut der Lünendonk-Studie „Der Weg zur Industrie 4.0 – Wie Verantwortliche aus den Bereichen SCM und Produktion den Status quo beurteilen“ ergibt sich bei den befragten Führungskräften bei der Frage nach der Vernetzung von Unternehmensprozessen sowie mit externen Partnern ein zweigeteiltes Bild. In 48 Prozent der analysier-

ten Unternehmen hat bisher „kaum eine Vernetzung“ stattgefunden. Nur 8 Prozent der untersuchten Unternehmen berichten von einer fortgeschrittenen Vernetzung von Unternehmensprozessen und externen Partnern.

Die Ergebnisse der Studie verdeutlichen, dass sich Industrieunternehmen erst langsam der Digitalisierung öffnen und die notwendigen Veränderungs- und Anpassungsprojekte angehen.

NOCH VIEL OPTIMIERUNGSBEDARF BEI DER VERNETZUNG VON UNTERNEHMENSPROZESSEN

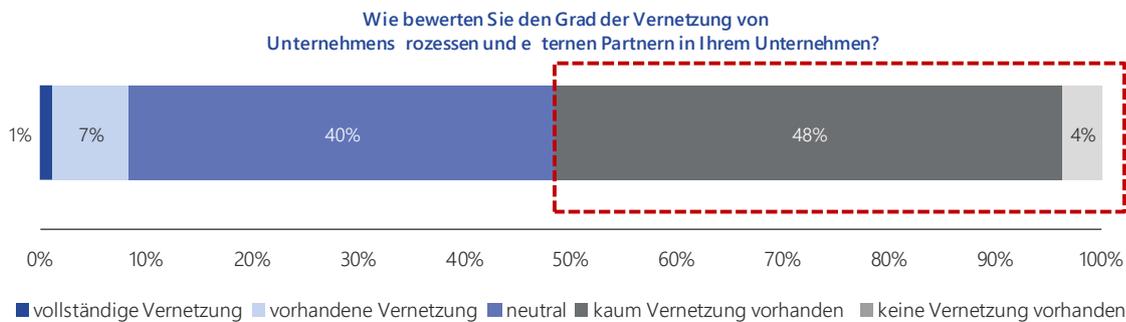


Abbildung 13: Frage: Wie bewerten Sie den Grad der Vernetzung von Unternehmensprozessen und externen Partnern in Ihrem Unternehmen? n = 84, Quelle: Lünendonk®-Whitepaper Der Weg zur Industrie 4.0 – Wie Verantwortliche aus den Bereichen SCM und Produktion den Status quo beurteilen“.

Daten als Produktionsfaktor

Laut Meinung zahlreicher Experten sind Daten der neue Rohstoff und damit als neuer Produktionsfaktor zentraler Bestandteil von Digitalisierungsstrategien. Dabei wirken Daten in zwei Richtungen. Zum einen sind Geschäftsmodelle ohne Informationen über Kundenbedürfnisse und -verhalten oder Prozesse nicht möglich. Zum anderen entstehen durch das zunehmende Aufkommen neuer Produkte, die mit Sensoren und Messgeräten ausgestattet sind, immer größere Datenmassen. Unternehmen haben es folglich mit immer mehr Datenmengen zu tun. Daraus resultieren für die entsprechenden Unternehmen auch neue Herausforderungen hinsichtlich Speicherung und Strukturierung dieser großen Datenmengen. Zudem haben viele Unternehmen noch große Probleme, wichtige Kundeninformationen und Materialstammdaten für

unterschiedliche Unternehmensanwendungen wie ERP oder CRM Systeme zentral zu pflegen und anderen Systemen bereitzustellen. In vielen Unternehmen gibt es folglich den einzigen Single Point of Truth (SPoT) noch nicht.

An dieser Stelle setzt Stammdatenmanagement an, welches einen kritischen Erfolgsfaktor bei der erfolgreichen Realisation von Digitalisierungsprojekten darstellt, da es dort häufig an einer erfolgreichen Integration der Daten scheitert. Aufgrund dessen überraschen die Antworten der befragten Personen hinsichtlich ihrer Einschätzung des Status quo zum Thema Stammdatenmanagement sowie der generellen Datenqualität nicht. Insgesamt 65 Prozent der befragten Personen sehen in beiden Bereichen eine „große“ oder sogar „sehr große“ Herausforderung für ihr jeweiliges Unter-



nehmen. 24 Prozent äußern sich neutral und sehen somit weder eine große, noch eine geringe Herausforderung. Lediglich für insgesamt 11 Prozent stellen das Thema Datenmanagement und -qualität keine Herausforderung dar.

Die Ergebnisse verdeutlichen den hohen Optimierungsbedarf, der hier bei den analysierten Unternehmen besteht – gerade vor dem Hintergrund, dass bei

zukünftigen, im Zuge von Industrie 4.0 beziehungsweise fortschreitender Digitalisierung entstehenden Geschäftsmodellen die Datenmenge um ein vielfaches höher sein wird als zum jetzigen Zeitpunkt. Unternehmen, die in der Lage sind, diese anfallenden Datenmengen sinnvoll zu strukturieren, zu pflegen und zu interpretieren, werden gegenüber der Konkurrenz Wettbewerbsvorteile erzielen können und somit erfolgreicher am Markt agieren.

STAMMDATENMANAGEMENT UND DATENQUALITÄT STELLEN VIELE UNTERNEHMEN VOR PROBLEME

Wie bewerten Sie die Themen „Stammdatenmanagement“ und „Datenqualität“ in Ihrem Unternehmen?

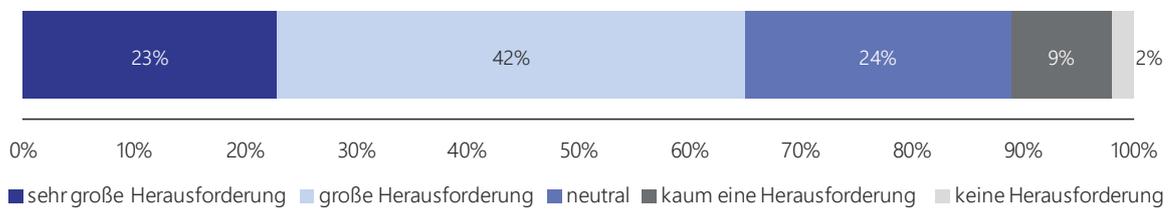


Abbildung 14: Frage: Wie bewerten Sie die Themen „Stammdatenmanagement“ und „Datenqualität“ in Ihrem Unternehmen? n = 86, Quelle: Lünendonk®-Whitepaper Der Weg zur Industrie 4.0 – Wie Verantwortliche aus den Bereichen SCM und Produktion den Status quo beurteilen“.

BEISPIELE SMARTY-FACTORY-PROJEKTE 2016

Trotz aller Hemmnisse gibt es inzwischen aber auch optimistisch stimmende Beispiele für die Realisierung von Smart Factory oder zumindest entsprechende Konzepte. Dabei handelt es sich um Demonstrations- oder Musteranlagen, aber auch um bereits vollproduzierende Betriebe.

Virtuelle Werkzeugmaschinen: Gildemeister Drehmaschinen GmbH, Bielefeld

Entwicklung intelligenter Planung zur Arbeitsvorbereitung und für eine optimale Maschinenauslastung durch virtuelle Werkzeugmaschinen. Durch digitale Simulation können unterschiedliche Produktionsprozesse getestet und die Arbeitsvorbereitung vereinfacht werden. Ziel ist die Entwicklung einer Dienstleistungsplattform, mit der auf Basis von virtuellen Werkzeugmaschinen die Arbeitsvorbereitung digitalisiert wird.

Warmwalzwerk: ThyssenKrupp, Hohenlimburg

Im Warmbandwerk Hoesch-Hohenlimburg ist eine Industrie-4.0-Lösung im Einsatz. Digital vernetzt sind

die Prozesse des Lieferanten, des Warmwalzwerks sowie der Kunden. Das Vormaterial für Warmband sind Stahlblöcke (Brammen), deren Produktion vom Warmbandwerk aus etwa 80 Kilometer Entfernung gesteuert wird. Kunden können beim Warmbandwerk bis zum Vortag Einfluss auf die Herstellung nehmen.

Neben dem direkten Einbuchen von Aufträgen in das System des Produzenten und der offenen Information über den internen Produktionsprozess legt in 65 Prozent der Aufträge der Kunde selbst fest, wann sein Material gewalzt wird. Für die Produktion und Logistik des Warmwalzwerks erfordert das die Integration von kaufmännischen, administrativen und technischen Daten. Die Vorteile: Platz und Kosten für die Lagerung von Vormaterial und Produkten werden gespart und das früher dort gebundene Kapital wird frei für produktivere Zwecke.

Chipfabrik: Globalfoundries, Dresden

In den Chipfabriken von Globalfoundries werden die Siliziumscheiben („Wafer“), auf denen die Chips produ-

ziert werden, in einer Art Hightecheisenbahn durch die hoch automatisierten Reinräume gefahren. Diese Transportwagen (FOUPs) fassen jeweils 25 Wafer. Roboter be- und entladen sie. Die elektronischen Laufzettel der Wafer informieren die Maschinen beim Beladen, welche Fertigungsschritte der einzelne Wafer als nächstes braucht. Dabei besitzen diese Transportwagen eine „Eigenintelligenz“: An ihnen sind kleine Elektronikmodule angebracht, die es dem Zentralrechner erlauben, die FOUPs zu erkennen und bei Bedarf zwischenzuparken, um Zusammenstöße zu vermeiden oder besonders eilige Chip-Produktionsaufträge vorzuziehen.

Siemens: Elektronikwerk, Amberg

Im Elektronikwerk Amberg von Siemens kommunizieren Produkte mit Maschinen und sämtliche Prozesse sind IT-optimiert und -gesteuert – bei minimaler Fehlerquote. Die Fertigung funktioniert weitgehend automatisiert. 75 Prozent der Wertschöpfungskette bewältigen Maschinen und Computer eigenständig; ein Viertel der Arbeit wird von Menschen erledigt. Nur zu Fertigungsbeginn wird das Ausgangsteil, eine unbestückte Leiterplatte, von menschlicher Hand berührt – ein Mitarbeiter legt es in die Produktionsstraße. Von nun an läuft alles maschinengesteuert.

Smart Electronic Factory: Limtronics, Limburg

Die Smart Electronic Factory ist eine Demonstrationsplattform für Industrie 4.0, die in der realen Elektronikfabrik von Limtronik implementiert ist. Realisiert wird das Projekt von einem Industrie-4.0-Konsortium aus mittelständischen und internationalen Unternehmen. Auch universitäre Forschungseinrichtungen wie die Technische Hochschule Mittelhessen (THM) beteiligen sich hieran. Ziel ist, die Anforderungen der Industrie 4.0 mittelfristig im Branchensegment Elektronik umzusetzen und auf weitere Branchen zu adaptieren.

SEW Schaufenster Industrie 4.0: SEW-Eurodrive, Graben-Neudorf

Im Rahmen des Projekts „Schaufenster Industrie 4.0“ im Werk Graben-Neudorf bei Karlsruhe erleben

Mitarbeiter in der Produktion und Montage schon heute, wie sich die Digitalisierung auf ihre Arbeitsumgebung auswirkt. Mobile Montageassistenten sind via WLAN verbunden und werden zu einem Cyber-Physical System. Selbstfahrende Werkbänke begleiten und führen den Monteur durch sämtliche Arbeitsschritte in der Montagezelle.

Musteranlage: Festo Didactic, Denkendorf

Das Geheimnis dieser Musteranlage zeigt sich erst, wenn ein Mitarbeiter sein Smartphone auf einen Sensor oberhalb des kleinen Fließbands richtet. Unmittelbar danach tauchen Produktionsdaten auf dem Bildschirm auf: wie viele Teile wann bearbeitet wurden, welchen Ausschuss es gab – und mehr. Es gibt bei dieser Anlage keinen zentralen Leitrechner mehr, die Maschine und die Teile steuern sich selbst. Der Mensch überwacht das Ganze mit mobilen Geräten, statt an einem fest angebrachten Schaltpult zu stehen. Die Musteranlage demonstriert einen kompletten Prozess, wie die Fertigung in einer Fabrik künftig einmal aussehen wird. Von der Materialentnahme aus dem Hochlager über die Bearbeitung bis zur Fertigstellung: Alles steuert sich selbst. Auch Hackerangriffe und Fragen der Softwaresicherheit können daran untersucht werden.

Modellfabriken

An mehreren Standorten in Deutschland und in anderen Ländern werden weitere Konzepte für die Fabrik der Zukunft getestet. Dazu gehören Modellfabriken des „Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz“ (DFKI) in Saarbrücken und Kaiserslautern oder das der Fraunhofer-Gesellschaft in Chemnitz und Berlin.

Diese Beispiele zeigen bereits Ergebnisse der technischen Umsetzung von Elementen der Smart Factory. Oft wird in Handlungsanweisungen zur Verwirklichung ausschließlich der technische Transformationsaspekt behandelt. Er ist grundlegend, aber steht nicht isoliert.



Managementaufgaben zur Realisierung der Smart Factory

Die Realisierung der Smart Factory ist Neuland. Für alle. Einen Gesamtfahrplan für die notwendige eigene Transformation zu entwerfen, bleibt dem einzelnen Unternehmen vorbehalten. Allein die Aufzählung aller Managementaufgaben würde den Rahmen dieses Whitepapers sprengen, denn Smart Factory ist nicht allein die digitale Verschmelzung von IT und Produktionsanlagen, sondern vor allem ein Wandel der gesamten Unternehmenskultur.

Zu den zukünftigen Aufgaben des Managements bei der Konzeption und Realisierung einer Smart Factory gehört die Ausrichtung des gesamten Ökosystems aus Technik, Mensch und Organisation. Wir möchten im Folgenden drei Bereiche aufgreifen:

- grundsätzliche Veränderungen in und zwischen Engineering und IT
- Security & Safety in der Smart Factory
- Organisation, Kultur und Workforce

ENGINEERING UND IT? – MARRY ME!

Hochzeit – so bezeichnet die Automobilindustrie die Verbindung von vormontiertem Chassis und Wagenkarosserie im letzten Drittel der Fertigungsstraße. Eine Hochzeit ist auch erforderlich zwischen Engineering und Shopfloor-IT und der Unternehmens-IT. Sonst wird es nichts mit der Smart Factory.

Die IT muss eine Datenverarbeitungsinfrastruktur mit schnellem Breitbandnetz und gegebenenfalls mit Cloud-Technologien, eine moderne und virtualisierte IT-Landschaft durch Standardisierung und Konsolidierung der IT-Systeme zur Verfügung stellen. Elementar für die Realisierung einer Smart Factory ist die Vernetzung aller Komponenten und Systeme im Werk.

Auflösung der klassischen Automatisierungspyramide

In der traditionellen Fabrik gibt es mit Manufacturing Execution Systems (MES), Enterprise Resource Planning (ERP) und Product Lifecycle Management (PLM) drei Hauptsysteme mit unterschiedlichen Planungs- und Ausführungsprozessen. Bei dieser klassischen Automatisierungspyramide verläuft die Kommunikation hierarchisch über festgelegte statische Knotenpunkte, Strukturen und Protokolle. Echtzeitkritische Prozesse auf der untersten Ebene sind von organisatorischen Daten auf der obersten Ebene getrennt (Abb. 15).

In der vertikalen Integration der Smart Factory muss die produktionsnahe IT (F&E, Interne Logistik, Produktion) mit der kaufmännischen IT (ERP, PLM, BI, CRM etc.) vernetzt werden. Diese Auflösung der bisherigen Struktur bedeutet nicht, dass die einzelnen Systeme der verschiedenen Ebenen überflüssig werden, sondern vielmehr, dass sich die Ebenen nahtlos verbinden. Der Schwerpunkt der Optimierung der Fabrik durch Manufacturing Executive Systems (MES) bleibt in der Smart Factory erhalten, während ERP-Systeme hingegen für die globale, unternehmensübergreifende Realisierung und Steuerung der Produktion und deren Prozesse gelten.

Die unterschiedliche Integration der einzelnen Systeme erfordert, einzelne Funktionalitäten als Dienste zu kapseln und diese – möglicherweise in der Cloud – als flexibles Netzwerk anzubieten. Dazu sind Migrationsstrategien zur Integration neuer und alter Technologie erforderlich.

DIE SMART FACTORY LÖST DIE HIERARCHISCHE AUTOMATISIERUNGSPYRAMIDE AUF

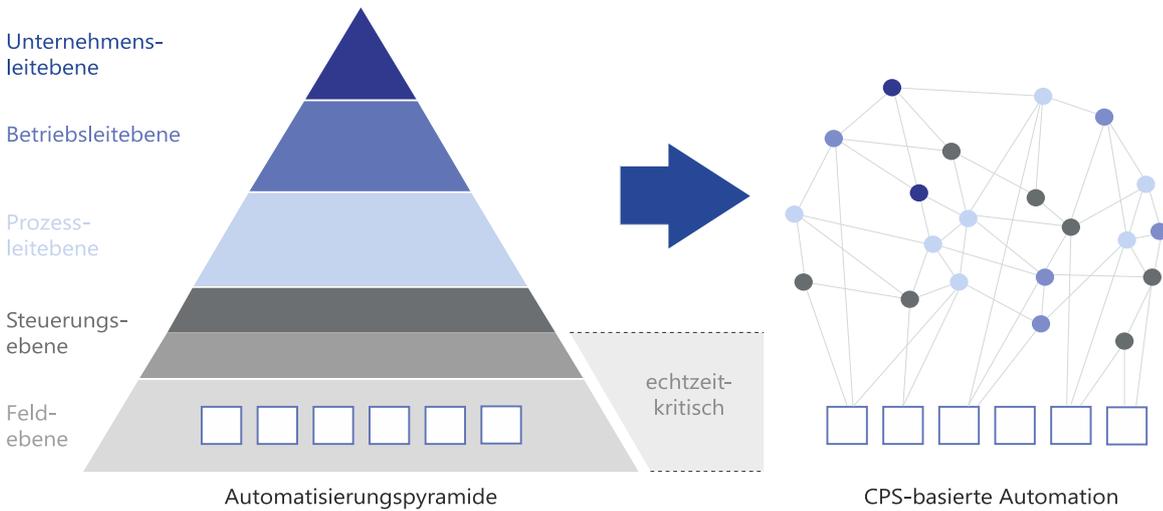


Abbildung 15: Auflösung der hierarchischen Automatisierungspyramide

Quelle: DGQ – Deutsche Gesellschaft für Qualität, Industrie 4.0 – Die vierte industrielle Revolution

Die ergänzende Seite der Medaille:

Horizontale Vernetzung mit Lieferanten und Kunden

Grundgedanke der vernetzten horizontalen Wertschöpfungskette ist die Verbindung aller internen und externen Wertschöpfungspartner vom Lieferanten bis zum Kunden, bis zum gesamten Partnernetzwerk. Basis für die Zusammenarbeit innerhalb der Smart Factory ist eine standardisierte IT-Infrastruktur, um industrielle Objekte aller Art untereinander zu vernetzen. Eine geeignete Plattform ist eine offene, modulare und skalierbare Infrastruktur, auf der industrielle Dienste entwickelt und betrieben werden.

Die Plattform sollte eine einfache Integration von unterschiedlichen Devices und Businessanwendungen

sowie eine nahtlose Integration in bestehende IT-Systeme ermöglichen.

Andere Fragen betreffen den Server, Speicherplatz und eventuell die Virtualisierung. Bleiben diese Infrastrukturkomponenten im eigenen Datacenter oder lagert die Smart Factory Services in die Cloud aus? Notwendig ist eine grundlegende Revolutionierung der bestehenden Systeme; ob es mit Systemmodernisierungen getan ist, das bleibt in vielen Fällen zweifelhaft. Auch die zu veranschlagende Zeitdauer der Transformation zu einer Smart Factory dürfte je nach Ausgangslage und Projekt des Unternehmens verschieden sein: Hier sollten realistische Erwartungen herrschen, wenn man sich vor Augen führt, dass komplexe IT-Projekte durchaus über mehrere Jahre laufen können.

Anforderungen an eine Smart-Factory-Plattform

Technologische Umsetzung

Flexibel	Serviceorientierte Architektur, modularer Aufbau, Wiederverwendung vorhandener Services
Skalierbar	Skalierbarkeit der Plattform, gegebenenfalls über die Cloud
Hochverfügbar	Redundanz und Ausfallsicherheit der Plattform für sicheren und stabilen Betrieb
Sicher	Drei-Schicht-Architektur sowie Hosting und Betrieb in geeigneten Rechenzentren

Abbildung 16: Anforderungen an IT-Systeme in der Smart Factory

Quelle: Deutsche Telekom AG, INDUSTRIE 4.0 – MANAGING THE DIGITAL INDUSTRIAL ECOSYSTEM, 2015



Die Neupositionierung der IT

Die Aufgaben der IT werden erweitert: Eine Ende-zu-Ende-Verknüpfung der physischen Produktion und der vielfältigen IT-Systeme für Produktion, Unternehmenssteuerung etc. muss von ihr mitverantwortet und sichergestellt werden. Für die Smart Factory müssen die einzelnen Digitalisierungsinitiativen der Fachbereiche (Produktion, Logistik, R&D) aufeinander abgestimmt und koordiniert werden. Dazu sind Organisationsstrukturen zu schaffen, damit Engineering und Shopfloor, Fachbereiche und IT besser zusammenarbeiten können.

Das vor einigen Jahren schwierig erscheinende Hype-Thema „Business-IT-Alignment“ erscheint dagegen nun klein: Jetzt muss die digital gesteuerte Produktion mit den digital basierten kaufmännischen Systemen „aligned“ werden – und die Arbeitsweise der IT-Abteilung in Produktionsunternehmen gleich mit. Dabei treffen verschiedene Welten aufeinander: Ingenieur und Softwareentwickler; beide müssen den anderen und seine Welt jeweils besser verstehen lernen.

Das führt, aus dem Blickwinkel der IT betrachtet, zu simplen, pragmatischen Forderungen:

- CIOs müssen frühzeitig in die Planung der Smart Factory eingebunden werden. Die interne IT-Abteilung muss dazu personell und organisatorisch als Treiber der Digitalisierung aufgerüstet werden.
- Dies bedeutet auch, der IT entsprechende Budgets zur Verfügung zu stellen, um grundlegend Neues zu schaffen. Wenn man sich die ungleiche Verteilung der IT-Budgets in der Vergangenheit auf Maintenance (run the business – viel) und Neuerungen (change the business – wenig) vergegenwärtigt, ist leicht zu erkennen, dass viel Investitionsbedarf in diesem speziellen Gebiet auf die Unternehmen zukommt.
- Andere pragmatische Konsequenzen werden sein, dass das IT-Projektmanagement nun Vorhaben betreut, die sich unmittelbar auf die Produktion auswirken beziehungsweise diese erst ermöglichen. Die Projekte werden komplexer durch die Einbindung der Produktionsebene und ihre Verbindung mit den

kaufmännischen Systemen; das Projektmanagement wird kritischer, da unmittelbar Produktion und Umsatz an diesen Projekten hängen.

- Auch die Entwicklungsmethoden für neue Software für die Produktion und die kaufmännische Steuerung ändern sich. Es sind noch mehr Fachbeteiligte als in der Vergangenheit an den einzelnen Projekten beteiligt, die Domänen des Wissens sind noch verschiedener und die Zusammenhänge komplexer. Dennoch müssen die Projekte wegen Umsatz- und Kostendruck schnell und agil ausgeführt werden. Neue Methoden der Projektsteuerung für die Softwareentwicklung werden erforderlich.

Eine Vernetzung über den Kernwertschöpfungsprozess hinaus bedeutet auch ein erhöhtes Risiko in Bezug auf Fehleranfälligkeit und IT-Security im Hinblick auf den Schutz von außen. IT-Architekten und Sicherheitsexperten müssen die Anwendungen als sichere End-to-End-Architektur konzipieren.

SECURITY UND SAFETY IN DER SMART FACTORY: IST STUXNET ÜBERALL?

Grenzen fallen – der Sicherheitsaufwand steigt

Die traditionellen Grenzen zwischen der Unternehmens-IT und Industrial Control Systems (ICS) gibt es in der Smart Factory nicht mehr. Die Vernetzungsfunktion übernimmt weitgehend die Informations- und Kommunikationstechnologie. Die Angriffsflächen in der Informationstechnologie werden durch komplexere Software und kompliziertere Zusammenhänge zwischen Protokollen, Diensten und Infrastrukturen zahlreicher. Unternehmen müssen dafür sorgen, dass die Fertigungssteuerungssoftware einerseits in ihrer Anbindung an Internetanwendungen und andererseits in ihren Verknüpfungen an die Unternehmenssteuerungssysteme sicher ausgelegt wird gegen Angriffe von außen, gegen missbräuchliche Benutzung von innen und gegen Fehler, die sich aus der Komplexität der Verbindungen ergeben können.

Hinzu kommen die Absicherung der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation und der möglicherweise in eine Cloud ausgelagerten Daten oder Anwendungen.



Wie kann die digitale Fabrik betriebs- und angriffssicher werden?

Safety beziehungsweise Betriebssicherheit: Maschinen, Produktionsanlagen, Werkstücke und Produkte dürfen Menschen und die Umgebung nicht gefährden. Voraussetzungen für die Betriebssicherheit sind eine funktionale Sicherheit (Functional Safety) und eine hohe Zuverlässigkeit (Reliability). Die Sicherstellung ist komplex, denn in der Fertigung einer Fabrik sind oft verteilte IT-Architekturen eingesetzt, an die hohe Anforderungen der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit gestellt werden: Sie müssen 24 Stunden am Tag jede Woche über eine Lebenszeit von 20 Jahren zuverlässig funktionieren – ohne Unterbrechungen der Produktion.

Security: Weiterhin soll das System Smart Factory selbst vor Missbrauch und unbefugtem Zugriff von außen geschützt sein (Zugangsschutz, Angriffs-, Daten-, Informationssicherheit). Die Sicherung der Smart Factory muss Industriespionage antizipieren, Manipulationen an digitalen Systemen und Sabotage verhindern und den Datenschutz für Geschäftspartner und Mitarbeiter sicherstellen. Geschützt werden müssen zudem Prozess-Know-how und Intellectual Property.

Ein weiterer Aspekt der Smart Factory an der Schnittstelle von Safety und Security liegt in der Sicherung von Smartphones, Tablets und den auf ihnen laufenden mobilen Anwendungen (Apps). Solche „Industrial Apps“ haben Schnittstellen zu Manufacturing-Execution-Systemen (MES) und zum Enterprise Resource Planning (ERP). Sie werden in der Smart Factory als Human Machine Interfaces für die Steuerung genutzt und müssen zusätzlich geschützt sein.

Erweiterte Rolle der IT-Security

Durch die Vernetzung aller IT-Komponenten im Unternehmen erweitern sich das Aufgabengebiet für und die Anforderungen an die IT-Sicherheit. Betriebssysteme, Anwendungssoftware und Hardwarekomponenten werden in den Aufgabenbereich der IT-Security-

Verantwortlichen fallen, die für ein übergreifendes und einheitliches IT-Security-Management sorgen müssen. Sie werden IT-Sicherheitskonzepte entwickeln, die das Zusammenspiel dieser hochvernetzten Komponenten sichern: in der Kommunikation miteinander – aber auch in der Kommunikation mit anderen Beteiligten der digitalen Wertschöpfungskette (Lieferanten, Logistiker, Distributeure, Kunden). Sicherheit in der Smart Factory ist die Sicherheit des Gesamtsystems! Für ein durchgängiges Security-Konzept von den Geschäftsprozessen bis zu den Maschinen- und Werkstücksensoren müssen verschiedene Lösungen eingesetzt werden, oft von verschiedenen Anbietern. Das überfordert möglicherweise Fertigungsunternehmen und selbst einzelne Security-Fachanbieter und erfordert möglicherweise einen Integrator, der die Safety- und Security-Anforderungen in der Smart Factory, aber auch die verfügbaren Produkte und Lösungen am Markt kennt.

KULTUR, ORGANISATION UND DER FAKTOR ARBEIT: KOMMT DIE ROBOTERFABRIK?

Es sind nicht nur die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte, die bei der Verwirklichung der Smart Factory eine Rolle spielen. Es sind auch die Arbeitskräfte und deren Ausbildung und Fertigkeiten, die der Aufmerksamkeit des Managements bedürfen.

Anpassung der Organisation und der Zusammenarbeit für die Smart Factory

Die Smart Factory erfordert einen Umbau der Unternehmensorganisation und eine neue Art der Zusammenarbeit. In der Smart Factory steigt der Vernetzungsgrad zwischen den betrieblichen Funktionen. Entwicklung, Engineering und Produktion und viele weitere Bereiche müssen sich enger abstimmen. Die Verknüpfung von Informationstechnologie und Internettechnologien mit Produktionstechnologien mündet in eine lückenlose Kommunikation. Echtzeitinformativen, agile, selbststeuernde Prozesse werden die Rolle der Menschen in der Smart Factory verändern.



Durch die erhöhte Flexibilität von Produktionsanlagen und Wertschöpfungsstrukturen steigen ihre Komplexität und auch die Anforderungen an die Blue-Collar-Worker. Durch die Verlagerung von Entscheidungen aus der Managementebene in die produktionsnahen Bereiche müssen Ausbildungs- und Studieninhalte angepasst werden – auch für White-Collar-Worker. Der Wandel durch Digitalisierung in der industriellen Produktion wird die Arbeitsabläufe und die Anforderungen an die Qualifikationen beider Mitarbeitergruppen verändern.

Change Management

Aus der neuen – digitalen – Technik und aus veränderten Abläufen resultieren neue Anforderungen, insbesondere auch im Hinblick auf die Ausbildung, und neue Berufsbilder. Die Einführung von Technologieänderungen wird ein gutes Veränderungsmanagement erfordern, um Akzeptanz in der Belegschaft zu erzielen. Die Smart Factory beginnt mit dem Training und der Vermittlung von neuen und zusätzlichen Fähigkeiten – vor allem im Bereich der IT – und zwar auf dem Shopfloor beim Arbeiter.

Zudem muss eine Innovationskultur geschaffen werden, in der Know-how aus dem Maschinenbau, der Elektrotechnik und der klassischen IT zusammengeführt wird und Mitarbeiter zu einem gemeinsamen Team geformt werden. Dazu müssen die Mitarbeiter grundsätzlich anders ausgebildet werden und man muss ihnen eine ganz neue Herangehensweise an Probleme vermitteln.

Die Unternehmenskultur wiederum verändere der Konzern durch Ausprobieren: „Wir lassen uns auf die Möglichkeiten ein, die die Technik bietet, und probieren neue Geschäftsmodelle aus. Dazu schaffen wir in allen Geschäftsbereichen Pilotprojekte, die die Chancen von Industrie 4.0 demonstrieren und als Orientierung dienen. Wir binden außerdem unsere Top-Führungskräfte gezielt in diese Entwicklung ein und machen die Beispiele im Unternehmen bekannt.“

„Sicher bildet Technologie die Basis, die Veränderung ist jedoch viel umfassender. Sie erfordert einen Kulturwandel in Unternehmen, vor allem die Fähigkeit der flexiblen Zusammenarbeit über Organisationsgrenzen hinweg, oft über das eigene Unternehmen hinaus, die Nutzung von großen Datenmengen, ein ständiges Hinterfragen der Geschäftsmodelle, um auch künftig den Kundenzugang und die Kundenbindung zu verteidigen.“

Heinrich Hiesinger, Thyssen-Krupp, FAZ, 21.1.2016

Veränderte Anforderungen an Mitarbeiter

Neue und geänderte Aufgaben kommen auf die Mitarbeiter zu. Arbeitsmuster verändern sich. Die Nutzung von Mobile Devices wird alltäglich. Intelligente Human-to-Machine-Assistenzsysteme mit multimodalen und bedienungsfreundlichen Benutzerschnittstellen unterstützen die Beschäftigten in der Smart Factory. Sie werden viele traditionelle Berufe und die Nachfrage nach Qualifikationen verändern.

Befragungen im Maschinenbau zu erforderlichen und vorhandenen Kompetenzen der Mitarbeiter für die Smart Factory ergeben eine Reihe von Schlüsselbereichen, die mehr oder weniger gut abgedeckt sind. Schwachpunkte bei der Ausbildung und den Fertigkeiten der Mitarbeiter sind vor allen Dingen die Anwendung von Kollaborationssoftware, die Anwendung von Assistenzsystemen und die Datenanalyse. Aber auch bei Fähigkeiten wie dem Systemdenken oder dem Prozessverständnis der Automatisierungstechnik zeigt eine VDMA-Mitgliederbefragung in 250 Unternehmen gravierende Schwächen.

Auf betrieblicher Ebene werden Arbeitsorganisation, lebenslanges Lernen und Laufbahnmodelle, Teamzusammensetzungen und Wissensmanagement folglich eine noch wichtigere Rolle als bisher spielen.

Wahrscheinlich wird die Einführung neuer Technologien eine Neudefinition des Begriffes Arbeit nach sich ziehen und auch gesellschaftliche Veränderungen auslösen. Die Anforderungen an die Qualifikation der

Mitarbeiter im Unternehmen werden sich dramatisch ändern.

Eine Prognos-Studie zur Arbeitslandschaft 2040 prognostiziert die Veränderungen der nachgefragten Qualifikationsprofile innerhalb der nächsten 25 Jahre: Für die Einrichtung und Überwachung von Maschinen werden in der digitalisierten Welt eher höhere Qualifikationen benötigt; die Nachfrage nach ungelernten, gelernten oder sogar qualifiziert ausgebildeten Arbeitskräften geht um bis zu einem Fünftel zurück. Ähnliches gilt für die fabrikkaffinen Tätigkeiten des Fertigungs beziehungsweise des Be- und Verarbeitens und für fahrzeugführende oder packende Tätigkeiten.

Folgt daraus nun zwingend die menschenleere Fabrik? Nein, nicht zwangsläufig. Leerer wird es aber schon. Die Smart Factory funktioniert nur durch vernetzte Kommunikation, die neue Herausforderungen mit sich

bringt und neue Standards in der Netzwerkkommunikation setzt. Dadurch wird die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine anders. So werden viele neue Arbeitsplätze entstehen, die sich an die veränderten Umstände anpassen. Vor allem wird es zu einer Umschichtung in Richtung IT-Tätigkeiten kommen.

„Das eigentliche Zeitalter von Industrie 4.0 haben wir noch vor uns – Wir erwarten, dass die Entwicklung dahin in etwa 15 Jahren abgeschlossen sein wird. Viele der offenen Fragen sind identifiziert worden, allein es fehlen noch Antworten und mitunter auch die Treiber, die danach suchen. Auch das ist ein Grund dafür, dass Industrie 4.0 nicht plötzlich „fertig“ sein wird. Da liegen schon noch einige Jahre harter Arbeit vor allen Beteiligten.“

Prof. Dr. Siegfried Russwurm, Technikvorstand der Siemens AG



Action Planning für das Management: Worauf es bei der Transformation zur Smart Factory ankommt

Da die Anzahl der bisher realisierten oder als Prototyp gebauten Smart Factories überschaubar ist, lassen sich ohne konkreten Projektbezug nur generische Ratschläge für die Gestaltung der Transformation beziehungsweise des Übergangs zur Smart Factory geben. Die Unternehmensleitung sollte vor allem ausreichend IT-Affinität und Prozessverständnis für eine Digitalisierungsstrategie und Ausdauer für eine Transformation von traditionellen Unternehmen über eine Zeitspanne von sieben bis 15 Jahre einplanen. Denn so lange kann es dauern, bis ein Unternehmen mit mehreren Betrieben und einer herkömmlichen Infrastruktur auf ein Smart-Factory-Niveau gehoben werden kann.

Zwei Voraussetzungen sind zwingend: IT ist die Seele der Transformation; die IT-Kompetenz sollte daher auch im Vorstand vorhanden sein – CIOs im Top-Management sind bei Digitalisierungsprojekten unverzichtbar. Zudem: Im Zuge einer digitalen Transformation wird die Steuerung einer Vielzahl von beteiligten Technologiepartnern und IT-Dienstleistern erforderlich. Großskalierbares Projektmanagement ist daher eine Fähigkeit, ohne die es nicht geht.

ACTION ITEMS FÜR DIE TRANSFORMATION ZUR SMART FACTORY

Ein ganzheitliches Zielbild entwerfen

Eine ganzheitliche Sichtweise ist bereits bei der Transformation einer einzelnen Betriebsstätte in eine Smart Factory notwendig. Die Komplexität erhöht sich, wenn verschiedene Betriebsstätten in Bezug auf Produktionsmittel, Arbeitsabläufe und Produkte transformiert werden sollen. Im Grunde ist dann die Simulation

durch eine Digital Factory mit Echtzeitdaten notwendig, um eine Gesamtplanung durchführen zu können.

Die Transformationsstrategie entwickeln und revolvierend verfeinern

Verfügt das Unternehmen über die Bausteine für die Transformation in eine Smart Factory – oder über die Kenntnis der entsprechenden Provider, die ihm dabei weiterhelfen – sollte es eine klare Strategie und Planung entwickeln, wie und in welchen Bereichen die digitale Transformation umgesetzt werden soll. Während der Umsetzung sollte ständig überprüft werden, ob die durchgeführten Maßnahmen noch dem Ziel entsprechen und die eingesetzten Technologien noch auf der Höhe der Zeit und der Konkurrenz ist.

Festlegung der Prioritäten für Organisation und Change Management

Die Vernetzung von Maschinen, Applikationen und Abläufen ergibt nur Sinn, wenn die Belegschaft und die Organisation untereinander auch vernetzt sind. Eine Fertigung, die sich weitgehend dynamisch selbst steuert, erfordert eine ebenso dynamische und anpassungsfähige Organisation und Belegschaft. Die Komplexität besteht darin, dass alles miteinander vernetzt ist und Veränderungen sich simultan in der ganzen Organisation auswirken.

Ein erster Schritt des Managements ist, die Belegschaft und das Mittelmanagement auf Aufgaben einzustimmen, die über ihre bisherigen Rollen hinausgehen. Die Anforderungen der Veränderung müssen skizziert und die Belegschaft muss mit diesen Anforderungen allmählich vertraut gemacht werden.



Erst dann kann das Unternehmen damit beginnen, Produktionsprozesse und IT-Systeme miteinander zu verbinden und die Belegschaft mit den neuen Methoden und Abläufen der Arbeit vertraut zu machen.

Inseln vermeiden – in der IT und auch bei den Arbeitsabläufen

Insellösungen waren auch in der bisherigen IT-Landschaft in der Regel keine gute Option; ihre Verbindung miteinander, die Integration mit den anderen Systemen, hat Unternehmen eine Menge Lehrgeld gekostet. Quasi per Definition sind Insellösungen der Smart Factory schon gar nicht mehr vorzusehen. Dennoch finden sich in den alten Betriebsstrukturen, in den Organisationen und in der technischen Ausstattung der Betriebe viele Insellösungen oder Einzelanwendungen; dies ist kontraproduktiv für eine dynamische, schnelle Fertigungsumgebung.

Produktionsunternehmen werden zudem Organisationsmodelle suchen müssen, die ein Zusammenarbeiten ohne Grenzen der Hierarchie, der Funktion und der Rollen von Arbeitnehmern ermöglichen und diese Zusammenarbeit so organisieren, dass die Kommunikation zwischen den Beteiligten sichergestellt ist. Ein wesentlicher Aspekt dabei ist es zu regeln, welche Informationen für welchen Akteur zu welchem Zeitpunkt zur Verfügung stehen müssen.

Innovation steht im Mittelpunkt – jedenfalls in der Transformationsphase

Auch wenn später mit einer Losgrößenfertigung herunter bis zu einer (1) produzierten Einheit der Abnehmer beziehungsweise Kunde im Mittelpunkt stehen wird, so ist es in der Phase des Übergangs die Innovation. Viele produktions- und IT-technische Neuerungen müssen erdacht, erprobt, eingeführt und erlernt werden. Sowohl die Belegschaft, wie auch die Prozesse erreichen durch Trial and Error in der Erprobungsphase ein höheres Niveau der digitalen Zusammenarbeit.

Prioritäten setzen: Zehn vorgeschlagene Maßnahmen

Natürlich ist alle Theorie grau und Ratschläge sind wohlfeil. Dennoch gibt es eine Liste von Handlungsanweisungen, die eine gewisse Struktur in die Planung einer Transformation zur Smart Factory bringen können:

Maßnahme 1: Einrichtung von Simulationsplattformen zum Entwerfen der Smart Factory, hier Technik und die Organisation

Maßnahme 2: Entwicklung oder Beschaffung einer Toolbox für Software und IT-Architektur für Produktionsunternehmen

Maßnahme 3: Berücksichtigung des menschlichen Faktors und seiner Anforderungen an die Gestaltung von Software zur Optimierung der Smart Factory sowie an die User Interfaces

Maßnahme 4: Verfügbarkeit von branchenspezifischen Produktions- und Energie-Steuerungssystemen sichern für die Sammlung der notwendigen Daten und die Steuerung

Maßnahme 5: Konsistente, effiziente branchenspezifische Datenverarbeitungsmethoden entwickeln oder bereitstellen

Maßnahme 6: Entwicklung eines verlässlichen Datensammlungssystems über das gesamte produzierende Unternehmen hinweg (Sensordaten, Datennavigation, Datenauswertung, User Interfaces) zur unternehmensübergreifenden Integration, gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Schnittstellen zu Lieferanten, Logistikern und Abnehmern

Maßnahme 7: Optimierung der Supply Chain auf der Basis verbindlicher Daten und Bewertungen

Maßnahme 8: Entwicklung einer offenen Plattform (Software und Hardware), um sowohl kleine und mittlere Lieferanten als auch große Hersteller nahtlos einzubinden

Maßnahme 9: Integration von Produkt- und Produktionsmodellen sowie Ausbildung und Training in den Abläufen der Smart Factory

Maßnahme 10: Ausweitung von Ausbildung und Training für die Belegschaft, um die für die Smart Factory benötigte Workforce zu formen



Übergangsszenarien zur Smart Factory

NOTWENDIGE INVESTITIONEN IN DIE SMART FACTORY

Nicht nur nebenbei: Natürlich muss das „Business“ der IT ausreichend Mittel und Ressourcen zur Verfügung stellen, um Strukturen für die Smart Factory zu schaffen. Dies bedeutet nichts anderes, als dass die Finanzmittel für die Investitionen und Veränderungen zur Verwirklichung der Smart Factory im laufenden Geschäft erwirtschaftet werden müssen. Es impliziert auch, dass die Altinvestitionen in die Informations- und Produktionstechnologie und in Fertigungsstraßen betriebswirtschaftlich abgeschrieben sein sollten, bevor die Smart Factory in Angriff genommen werden kann. Dem Top Management muss dabei bewusst sein, dass Innovationen zunächst Geld kosten, bevor sie sich amortisieren.

Während viel von den möglichen Erträgen, den zusätzlichen Umsätzen und den Kosteneinsparungen durch eine Smart Factory zu lesen ist, gibt es zu den notwendigen Investitionen und Aufwendungen noch wenige

konkrete Aussagen. Eine Studie der Unternehmensberatung Strategy& unter 235 Industrieunternehmen in Deutschland hat hochgerechnet, dass bis 2020 jährlich 40 Milliarden Euro in Industrie-4.0-Anwendungen investiert werden. Diese Investitionen entsprechen durchschnittlich 3,3 Prozent des Jahresumsatzes oder fast 50 Prozent der geplanten neuen Ausrüstungsinvestitionen, bezogen auf die gesamte deutsche Industrie (Abbildung 17).

Diese Beträge werden entlang der gesamten Wertschöpfungskette eingesetzt. Die hochgerechneten Werte beziehen sich daher neben der Produktion/Fertigung – als unserem primären Betrachtungsbereich der Smart Factory – auch auf die Wertschöpfungsstufen Supply Chain, Produktentwicklung/Engineering, Planung, Service und Vertrieb. Dennoch gibt diese Hochrechnung für die deutsche produzierende Industrie einen der derzeit aussagekräftigsten Anhaltspunkte für die notwendigen Anstrengungen zur Verwirklichung einer Smart Factory.

DIE UNTERNEHMEN WERDEN IN DEN NÄCHSTEN FÜNF JAHREN 3,3% IHRES JAHRESUMSATZES IN INDUSTRIE 4.0 INVESTIEREN

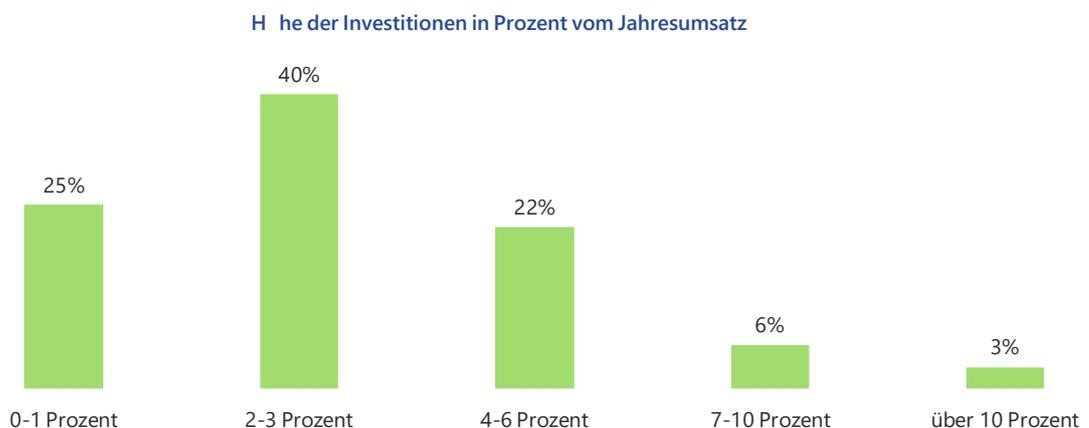


Abbildung 17: Durchschnittliche jährliche Investitionen in Industrie-4.0-Anwendungen. Anteil der befragten Unternehmen in Prozent
Quelle: Strategy&, Industrie 4.0: Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution, 2014

EXTERNE HILFE BEI UMSETZUNG?

Ein Schwerpunktthema bei der Verwirklichung der Smart Factory wird die Adaption und die Orchestrierung der Technikooptionen in Produktionsunternehmen sein. Verantwortliche für die Transformation sind derzeit unsicher, wie sie sich richtig vorbereiten. Welche Plattformen sollen sie einsetzen? Wie können sie flexible Grundlagen legen, um eine zukunftssichere Gestaltung der Technikbasis zu ermöglichen? Wie kann die operative Gestaltung der Grundlagen für die Smart Factory erfolgen, ohne in eine – technische – Sackgas-

se zu geraten? Wie können später neue technische Features sinnvoll eingebunden werden, um effektiv zu wirken?

Transformationsplanungen müssen erarbeitet werden und eine Auswahl der notwendigen Komponenten für die Smart Factory bei gegebenem Maschinenpark muss erfolgen – es sei denn, der Greenfield-Ansatz kommt zum Zuge. Die Zusammenhänge sind stets komplex (Abb. 18).

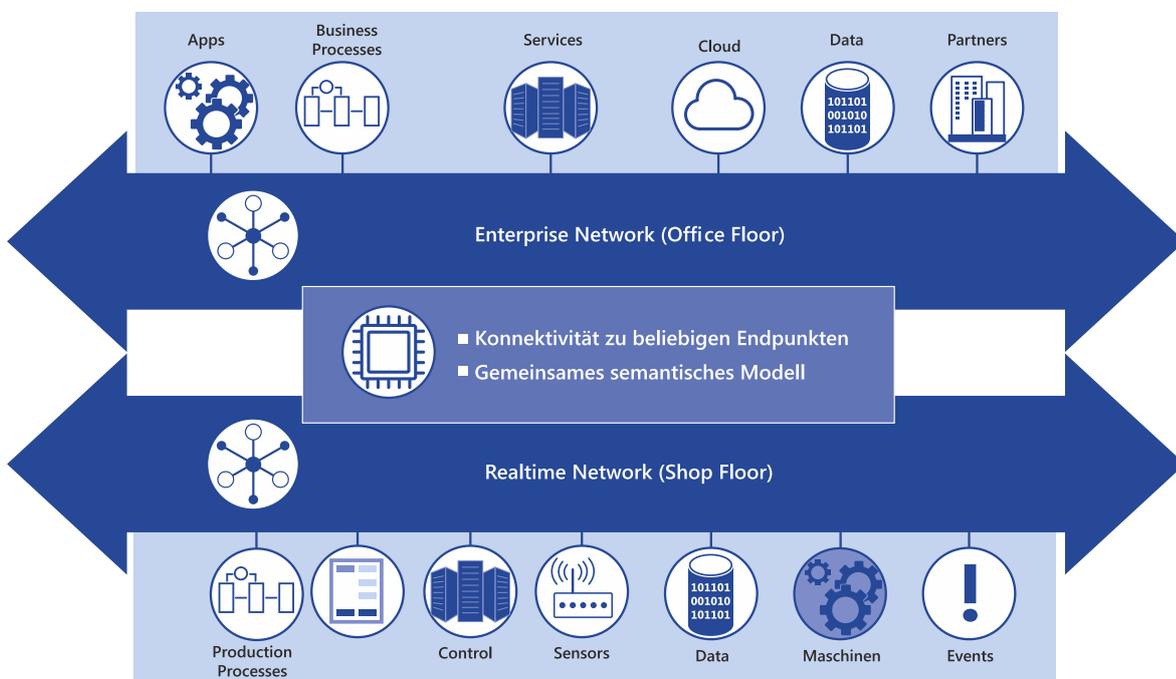


Abbildung 18: Gesamtbild Smart Factory: „Officefloor“ und „Shopfloor“

Quelle: Plattform Industrie 4.0 (2013-2015), ein Projekt der Verbände BITKOM e. V., VDMA e. V. und ZVEI e.V., Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0, 2015

Bei der Transformation von Produktionsunternehmen in eine Digital Factory und bei der Orchestrierung der technischen Bausteine werden die Unternehmen auf externe Hilfe angewiesen sein.

Produktionsanlagenhersteller, Netzwerktechnologieanbieter, IT-Service-Provider, Prozessberater, Anbieter von Automatisierungsleistungen und Robotik, IT-Berater, Hardwareanbieter, Applikationsanbieter, Security-Dienstleister.

In einer Umfrage unter 136 Unternehmen wurden in absteigender Reihenfolge der geschätzten Unterstützung als Anbieter genannt: Systemintegratoren,

Aufgrund der unterschiedlichen Ausgangssituationen der derzeitigen Betriebe wird es keine einheitli-



einheitliche Form der Einführung von Smart-Factory-Technologien geben.

Vielmehr spielt die individuelle Ausgangssituation in den Unternehmen und Branchen eine entscheidende Rolle bei der Bemessung des Umfangs und des Zeithorizonts für die Implementierung. Dies führt in der Übergangszeit zu einer heterogenen Landschaft von Unternehmen, die sich in verschiedenen Phasen des Umsetzungsprozesses befinden.

Ziel ist es langfristig, die Industrie 4.0, die über die Smart Factory hinausreicht und Produktionsstätten, Logistik, Zulieferer und Abnehmer vollständig miteinander vernetzt, zu verwirklichen. Dies ist jedoch noch ein langer Weg.

KLEINE ERFOLGE FÜHREN ZUM BIG BANG

In der aktuellen Phase bei Industrie 4.0 wird auf sehr viel auf dem experimentellen Ansatz in kleineren

Produktionsumgebungen entwickelt und probiert. Die Komplexität der industriellen Fertigung bedingt, dass ein bottom-up-Ansatz zielführender ist, als Industrie 4.0 top-down durchzusetzen.

Die Vielzahl erfolgreicher Beispiele für Industrie-4.0-Anwendungen zeigt, dass Erfolge am besten zu erzielen sind, wenn die Nutzer und vor allem das Top Management Erfolge sieht, also eine digitale Lösung in der Fertigung zu schnell wirksamen und sichtbaren Erfolgen führt. Wenn beispielsweise der Aufwand für das Engineering von Maschinen und Betriebsmitteln durch moderne PLM-Software reduziert werden kann oder in der Produktion der Ausschuss und die Fehlerquote signifikant gesenkt wird, wirken sich diese Erfolge sehr sichtbar auf das gesamte Unternehmen aus – auch mit dem durchaus wichtigen Effekt, dass der CFO für solche Projekte begeistert werden kann.





Glossar

Cyber-physische Systeme (CPS): „Cyber-Physical Systems (CPS) sind eine Verknüpfung von realen (physischen) Objekten und Prozessen mit informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze.“

Human Machine Interface (HMI): Die Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) oder das Man Machine Interface (MMI) ist die Benutzerschnittstelle. Der Facettenreichtum der HMI-Schnittstelle zeigt sich an den Beispielen Computer, Handy, Fernseher, Braille-Terminal oder numerische Steuerung, deren Benutzeroberflächen vollkommen unterschiedlich sind. Neben den visuellen HMI-Schnittstellen gibt es akustische. Um Barrierefreiheit zu gewährleisten, gibt es Benutzerschnittstellen mit Sprach-, Gesten- und auch mit Gedankensteuerung: Brain Computer Interfaces (BCI).

Horizontale Integration: Die horizontale Integration beschreibt in der Produktions- und Automatisierungstechnik die Zusammenführung verschiedener IT-Systeme zu einer durchgängigen Lösung. Sie betrifft die verschiedenen Prozessschritte der Produktion und Unternehmensplanung, zwischen denen ein Material-, Energie- und Informationsfluss verläuft, und findet sowohl innerhalb eines Unternehmens als auch über mehrere Unternehmen hinweg statt.

Industrie 4.0: Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, eine neue Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. Dieser Zyklus orientiert sich an den zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee über den Auftrag, die Entwicklung, Fertigung und Auslieferung eines Produkts an den End-

kunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen.

Internet der Dienste (Internet of Services): Teil des Internets, der Dienste und Funktionalitäten als granulare, webbasierte Softwarekomponenten abbildet. Provider stellen diese im Internet zur Verfügung und bieten die Nutzung auf Anforderung an. Über Internetdiensttechnologien sind die einzelnen Softwarebausteine beziehungsweise Dienstleistungen miteinander integrierbar. Unternehmen können die einzelnen Softwarekomponenten zu komplexen und dennoch flexiblen Lösungen orchestrieren (dienstorientierte Architektur). Das Internet entwickelt sich so zum Baukasten für IKT-Anwendungen, -Infrastrukturen und -Dienste.

Internet der Dinge (Internet of Things, IoT): Verknüpfung physischer Objekte (Dinge) mit einer virtuellen Repräsentation im Internet oder einer internetähnlichen Struktur. Die automatische Identifikation mittels RFID ist eine mögliche Ausprägung des Internets der Dinge; über Sensor- und Aktortechnologie kann diese Funktionalität um die Erfassung von Zuständen beziehungsweise die Ausführung von Aktionen erweitert werden.

Manufacturing Execution System (MES): Bildet die prozessnahe operierende Ebene eines mehrschichtigen Fertigungsmanagementsystems. Es ist direkt an die Systeme der Prozessautomatisierung angebunden. MES zeichnen sich im Gegensatz zu ERP-Systemen durch integrierte APS-Logiken aus, die eine präzisere und detailliertere Feinplanung und Steuerung erlauben, zudem eine bessere Echtzeitfähigkeit haben.

Smart Factory: Die intelligente, vernetzte Fabrik, die IKT zur Produktentwicklung, zum Engineering des Produk-



tionssysteme, zur Produktion, Logistik und Koordination der Schnittstellen zu den Kunden nutzt, um flexibler auf Anfragen zu reagieren. Die Smart Factory beherrscht Komplexität, ist weniger störanfällig und steigert die Effizienz in der Produktion. In der Smart Factory kommunizieren Menschen, Maschinen und Ressourcen so selbstverständlich miteinander wie in einem sozialen sozialen Netzwerk.

Vertikale Integration: Die vertikale Integration beschreibt in der Produktions- und Automatisierungstechnik die Integration verschiedener IT-Systeme auf den unterschiedlichen Hierarchieebenen der Produktion und Unternehmensplanung zu einer durchgängigen Lösung. Beispiele für solche Hierarchieebenen sind die Akteur- und Sensorebene, die Steuerungsebene oder die Produktionsleitebene.



Interview und Fachbeitrag zur Smart Factory

INTERVIEW MIT LUZ G. MAUCH UND DR. OLAF SAUER:
„SCHRITT FÜR SCHRITT SMARTER PRODUZIEREN“

FACHBEITRAG VON T-SYSTEMS INTERNATIONAL:
„DER INTELLIGENTE WEG ZUR SMART FACTORY“



INTERVIEW

Schritt für Schritt smarter produzieren



Luz G. Mauch
T-Systems International GmbH



Dr. Olaf Sauer
Fraunhofer Institut

Lünendonk sprach mit Luz G. Mauch von T-Systems und Dr. Olaf Sauer vom Fraunhofer Institut über die digitale Produktion und darüber wie Unternehmen sich auf den digitalen Wandel in der Fertigung am besten einstellen können, um digitale Technologien erfolgreich zu implementieren.

LÜNENDONK: Warum sollten Fertigungsunternehmen gerade jetzt darüber nachdenken, ihre Produktion zu vernetzen und intelligent zu machen?

SAUER: Smart Factory gehört auf die Tagesordnung. Will die deutsche Industrie ihre Wertschöpfung weiterhin hochhalten, dann muss sie dieses Thema konsequent spielen, besonders im Mittelstand. Viele große Unternehmen arbeiten bereits mit Industrie-4.0-Technologien und probieren aus, was für sie sinnvoll und machbar ist.

MAUCH: Richtig. Es gibt immer mehr Pilotprojekte, die nun Schritt für Schritt in die Umsetzung kommen. Smart Factory steht vordergründig für effiziente Ablä-

ufe in der Lieferkette, Produktion und Logistik. Noch entscheidender aber ist, dass sich die Produkte verändern: Autos, Sportartikel, Haushaltsgeräte – wir bewegen uns weg von der industriellen Massenfertigung des 20. Jahrhunderts und hin zu einer kundenindividuellen Produktion mit Losgröße 1. Das ist ein gewaltiger Paradigmenwechsel: Künftig richtet sich die gesamte industrielle Wertschöpfung an den Konsumentenwünschen aus.

LÜNENDONK: Was sind die ersten wichtigen Schritte auf dem Weg zur Smart Factory?

SAUER: Die Frage ist genau richtig formuliert: Wir empfehlen ein schrittweises Vorgehen. Bevor ein Unternehmen in Richtung Smart Factory losläuft, sollte es seine Hausaufgaben machen und schlanke Produktionsprozesse einführen. Es ist sinnvoll, zuerst Lean-Production-Prinzipien zu etablieren, bevor man sich Gedanken über Sensorik, selbstfahrende Flurförderzeuge etc. macht. Bei einem Hersteller von Elektromotoren hat das Fraunhofer IOSB auf Basis einer schlanke Produktion mit modularen Anlagen eine individuell abgestimmte Roadmap für eine Smart Factory entwickelt. Danach folgte die Suche nach passenden Technologien, beispielsweise zur Kommunikation der Maschinenmodule untereinander, und dann startete das Umsetzungsprojekt.

MAUCH: Tatsächlich dürfen Geschäftsführer und Produktionsleiter nicht glauben, dass nur ein Hebel umgelegt werden muss und schon ist die Fabrik smart. In Transformationsprojekten müssen Unternehmen über den Tellerrand der Produktion hinausblicken. Vom Änderungsdienst in der Entwicklung über die Auftrags-



verwaltung im ERP bis zum Tracking & Tracing des Materialbestands – erst wenn eine Prozesskette durchgängig optimiert ist, kann die Smart Factory ihre Intelligenz voll ausspielen.

Die Basis legen IT-Standards, die zuverlässig funktionieren müssen: sichere und schnelle Netzwerke, Maschinenanbindung und Datenmanagement aus der Cloud sowie die Echtzeitanalyse großer Datenmengen, um eine vorausschauende Steuerung zu ermöglichen. Hier bietet T-Systems integrierte Lösungen aus hochsicheren Rechenzentren sowie ein einzigartiges Cloudökosystem aus standardisierten Plattformen und globalen Partnerschaften.

LÜNENDONK: Wie lassen sich die immensen Datenströme, die da anfallen, sinnvoll kanalisieren und auswerten?

SAUER: Am Fraunhofer IOSB setzen wir einen Schwerpunkt auf maschinelles Lernen. Eine Arbeitsgruppe erforscht schon länger Verfahren, mit denen sich in großen Datentöpfen Muster erkennen lassen, um damit einen optimalen Normalprozess zu beschreiben. Diese Prozesse kann man gegen bestehenden Fertigungsabläufe laufen lassen und so Anomalien aufspüren – ob die Anomalie aber tatsächlich aus einer Störung resultiert, können nur die Mitarbeiter beurteilen. So lässt sich die Prozessqualität nach und nach anheben. Bei einem Hersteller von Abfüllanlagen nutzen wir zielgerichtete Big-Data-Analysen, um Abgleiche auf Komponentenebene durchzuführen. Klingt stark technisch, aber in diesem und in anderen Projekten haben wir immer wieder festgestellt, dass auch eine smarte Produktion sehr wohl geschulte und erfahrene Mitarbeiter braucht, die die Situation in der Fabrik beurteilen und daraus Schlüsse ziehen können.

MAUCH: Eine Smart Factory wird immer nur so intelligent sein, wie es die Unternehmensprozesse zulassen. Ein möglicher Ansatz ist, Produktionsdaten feinkörnig herauszufiltern, zuzuordnen und für den jeweiligen Einsatzzweck nutzbar zu machen. Die Wertschöpfungsprozesse aber sind momentan noch zu komplex, um sie 1:1 in einer umfassenden Referenzplattform abzubilden. Es gibt zwar große Automobilzulieferer, die an einer solchen Gesamtplattform arbeiten. Wir sind aber davon überzeugt, dass das von unten nach oben wachsen sollte. Die Prozesskette der Smart Factory entwickelt sich über die miteinander verknüpften Anwendungsfälle. Externe Partner mit universellem Prozesswissen können helfen, die einzelnen Bereiche zusammenzuführen.

LÜNENDONK: Also ist die Smart Factory ein Integrations-thema?

MAUCH: Exakt. Lassen Sie mich das an einem anschaulichen Beispiel erläutern: dem vernetzten Fahrzeug. OEMs und Zulieferer hatten zunächst jeder für sich allein Kompetenzen aufgebaut und Technologien entwickelt. Später kamen ICT-Partner wie T-Systems hinzu, um diese Technologien zu integrieren und neue Prozesse zu definieren. So haben sich mehrere Ökosysteme etabliert, parallel zu Konsortien und Standardisierungsgremien auf deutscher, europäischer, weltweiter Ebene. Eine ähnliche Entwicklung beobachten wir bei der Smart Factory: Auch hier arbeiten viele Unternehmen daran, ihre Produktion zu digitalisieren. Am Ende aber müssen sich die einzelnen Bausteine, die jetzt gerade entstehen, zu einem stimmigen Gesamtbild zusammenfügen – nicht innerhalb isolierter Silos auf Firmenebene, sondern weit darüber hinaus.

LÜNENDONK: Herr Sauer, welche Rolle spielen Standards bei der Vernetzung der Produktion in Wertschöpfungsnetzen? Werden Daten und IT zum vierten Produktionsfaktor?

SAUER: Man muss unterscheiden zwischen dem, was kommuniziert wird, und dem, wie das geschieht. Für das „Wie“ gibt es schon gute Antworten, zum Beispiel den OPC UA-Standard, der gerade in Richtung Echtzeitfähigkeit aufgebohrt wird. Beim „Was“ besteht noch Diskussionsbedarf. In den letzten Jahren haben die verschiedenen Industriegremien durchaus gute Arbeit geleistet, da wurde nichts verschlafen. Einzig bei der kreativen Entwicklung von Geschäftsmodellen sind

uns die US-Amerikaner noch immer voraus. Wir müssen das, was in Deutschland an Standards erarbeitet wird, endlich in die Breite tragen und international durchsetzen. Dass IT als vierter Produktionsfaktor neben Arbeit, Boden und Kapital tritt, denke ich nicht. Einen Mangel an Fläche können Sie beispielsweise durch Kapital wettmachen und in ein Hochregal investieren statt in ein Bodenlager. Aber ob eine solche Substitution auch bei Daten und IT möglich ist – dahinter mache ich ein Fragezeichen. Klar, ohne Daten gibt es die Dienste nicht, die auf den Daten basieren. Insofern benötigt man die IT, aber nur in enger Symbiose mit den anderen drei Faktoren. IT als Selbstzweck nutzt niemandem.

LUZ G. MAUCH

Senior Vice President Automotive & Manufacturing Industry, T-Systems International GmbH

DR. OLAF SAUER

Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, Karlsruhe





Der intelligente Weg zur Smart Factory

Die Vision der Smart Factory ist die autonome, sich selbst steuernde, lernende Fabrik. Der Weg dahin ist aber so vielfältig, wie es die Unternehmen mit ihren gewachsenen Produktionsumgebungen sind. Es gibt nicht die Blaupause, der man nur folgen muss, um aus der Vision eine Realität erwachsen zu lassen. Vielmehr handelt es sich bei der Einführung der Smart Factory um ein schrittweises Vorgehen in Richtung einer immer stärker vernetzten, hoch flexiblen Produktionsumgebung.

Es gibt aber einige Aspekte, die jedes Unternehmen berücksichtigen sollte, um in vollem Umfang von der intelligenten Fertigung zu profitieren. So müssen sowohl unterschiedliche Basistechnologien als auch neue Prozesse implementiert und aufeinander abgestimmt werden. Aus IT-Sicht sind dies modulare und skalierbare IT-Architekturen als Voraussetzung für eine effiziente Einführung kommender Industrie-4.0-Standards und -Protokolle in Bezug auf M2M-Kommunikation, auf die Anbindung von Werkzeugen, Anlagen, Sensoren und Aktoren oder für die Bereitstellung von Massendaten aus der Fabrik und dem Feldbetrieb. Auch für hoch performante Infrastrukturlösungen, die Simulationskomponenten aus der Cloud mit der Fertigungssteuerung zu einer hoch verfügbaren Echtzeitplattform verbinden, ist eine flexible IT-Bebauung von entscheidender Bedeutung.

Aus Prozesssicht muss neben der Wirtschaftlichkeit auch die Akzeptanz der betroffenen Menschen für neue Arbeitsabläufe berücksichtigt werden. Das Umsetzungsrisiko kann durch Echtzeitsimulation und die Fokussierung auf Teilprozesse wie die voraus-

schauende Wartung, die Einführung von Wearables und Augmented Reality oder Änderungen in der Einplanung von Aufträgen und der Materialversorgung minimiert werden.

Ein weiterer Schritt ist die unternehmensübergreifende Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Ressourcen. Deshalb müssen Hersteller wie Zulieferpartner bereit sein, die Produktion neu zu denken und Hand an eingespielte Logistik- und Fertigungsabläufe zu legen. Dabei steht ihnen T-Systems mit einem umfassenden Serviceportfolio und einem breiten Praxiswissen zur Seite. Speziell in der Automobil- und Manufacturingbranche verfügt die Telekom-Tochter über eine umfassende Prozess- und IT-Kompetenz, die aus vielen Kundenprojekten gewonnen wurde: Aktuell arbeiten 160 Fabriken und mehr als 200 Produktlinien in 20 Ländern mit unternehmenskritischen MES-Lösungen, deren Betrieb T-Systems rund um die Uhr sicherstellt.

Der Aufbau einer Smart Factory sollte mit einer präzisen Positionsbestimmung beginnen. Wie weit ist ein Unternehmen in der Digitalisierung und in welchem Bereich sollte es starten? Hierbei kann der „Digital Navigator“ von T-Systems unterstützen. Dieses Werkzeug zur Entwicklung einer kundenspezifischen digitalen Strategie setzt die vorhandenen Fähigkeiten in ein Verhältnis zu den Zielen der digitalen Transformation. Auf Basis einer systematischen Bewertungsmethode bestimmt der Digital Navigator den Grad der Digitalisierung und gibt Empfehlungen zur Umsetzung entlang der Domänen Mitarbeiter, Prozesse und Technologie.



Bei einer digitalen Transformation kommen Unternehmen zudem nicht umhin, sich mit Cloudcomputing auseinanderzusetzen. Nur so lässt sich der volle Nutzen einer Smart Factory ausschöpfen. Für eine Cloudinfrastruktur bietet T-Systems unterschiedliche Betriebsformen an, die zuverlässig und sicher sind. Sie werden in deutschen Rechenzentren gehostet, die den strengen nationalen Datenschutzrichtlinien folgen; erfahrene Experten entwickeln maßgeschneiderte Sicherheitskonzepte mit durchgängiger End-to-End-Security.

Auch wenn die Smart Factory in letzter Konsequenz eine revolutionäre Veränderung der Produktionsprozesse bedeuten wird, ist der Weg dahin evolutionär. Die Smart Factory entsteht Schritt für Schritt, indem bereits digitalisierte Prozesse übernommen und neue Bestandteile integriert werden. Damit einher geht das Auflösen des Silodenkens zwischen Abteilungen und Unternehmenseinheiten. Die Transformationsteams haben nicht allein einzelne Prozessabschnitte, sondern auch vor- und nachgelagerte Schnittstellen im Blick, die ein End-to-End-Zusammenspiel aller Abläufe ermöglichen. Denn eine durchgängige Integration funktioniert nur dann, wenn von der Maschinenebene bis zur Cloud alle Layer integriert sind. Bidirektionale Echtzeitschnittstellen über die erforderlichen Systemebenen hinweg – beispielsweise zwischen MES-, ERP-

oder PLM-Systemen – eröffnen schließlich eine ganz neue integrierte Steuerung von Produktion, Produktentwicklung und Betriebswirtschaft.

Die Vorteile der Smart Factory im Überblick:

- **Transparenz auf allen Ebenen:** Prozesse werden von der Produktionsstraße bis in die Managementetage durchgängig erfasst und analysierbar.
- **Vorausschauende Steuerung:** Die Analyse großer Datenmengen in Echtzeit ermöglicht es, schnell und flexibel auf Veränderungen zu reagieren.
- **Produktionsanlagen und Logistiksysteme steuern sich** dank eines deutlich erhöhten Automatisierungsgrads weitgehend selbsttätig.
- **Individualisierte Produkte** sind auch in der Serienfertigung wirtschaftlich herstellbar (Losgröße 1).
- **Flexible Wertschöpfungsnetze** mit internationalen Partnern treten an die Stelle sequenzieller Lieferketten.
- **Hersteller und Zulieferer** können werksübergreifend ihre Produktivität steigern und die Innovationsgeschwindigkeit erhöhen.

T-Systems International GmbH

Mit einer weltumspannenden Infrastruktur aus Rechenzentren und Netzen betreibt T-Systems Informations- und Kommunikationstechnik (engl. kurz ICT) für multinationale Konzerne und öffentliche Institutionen. Auf dieser Basis bietet die Deutsche Telekom Groß- und Geschäftskunden integrierte Lösungen für die vernetzte Wirtschaft und Gesellschaft. Mit Niederlassungen in über 20 Ländern und globaler Lieferfähigkeit betreut T-Systems Unternehmen aus allen Branchen

STARKER PARTNER FÜR DIE DIGITALE TRANSFORMATION

Der IT- und Telekommunikationsmarkt wandelt sich dramatisch: Geschäftsprozesse in Unternehmen laufen heute digital und weltweit vernetzt ab. Eine unternehmensübergreifende Vernetzung aller Ressourcen im Wertschöpfungsprozess liefert die Grundlage, um interne Abläufe zu verbessern. Sie hilft dabei, neue Geschäftsfelder zu erschließen – mit Angeboten und Services, an die zu Beginn des Jahrzehnts kaum jemand gedacht hat.

T-Systems unterstützt die digitale Transformation der Unternehmen und die Vernetzung der gesamten Wertschöpfungskette mit sicheren, dynamischen Services und Schlüsseltechnologien wie Big Data, Cloud, M2M, Security und Collaboration. Dass sich die Transformation lohnt, belegen zahlreiche Studien, unter anderem vom renommierten Massachusetts Institute of Technology: Digital aufgestellte Unternehmen erzielen einen höheren Umsatz, sind profitabler und mehr wert.

INDUSTRIE 4.0 – PRODUKTION DER ZUKUNFT

Maschinen, Werkstücke, Betriebsmittel erhalten zunehmend eigene Intelligenz, Warenwirtschaft und Produktionssteuerung, Lieferanten und Anlagen „reden“ miteinander. So entstehen intelligente Fabriken: Smart Factories mit neuartigen Prozessen, höherer Produktionsqualität und Flexibilität. Die Basis für eine erfolgreiche Industrie 4.0 sind nicht nur End-to-End-Lösungen, die die einzelnen Komponenten und Technologien integrieren, sondern auch zuverlässige Kommunikationsdienste und Datensicherheit. Mit IoT-Plattformen sorgt T-Systems gleichermaßen für die Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit von Produktions- und Unternehmensdaten.

CLOUD IM FOKUS

T-Systems bietet die gesamte Palette klassischer IT-Dienstleistungen und Cloud-Lösungen in unterschiedlichen Betriebsformen an. Bereits seit zehn Jahren gehören das Outsourcing und der Betrieb von IT-Systemen in eigenen zertifizierten Hochsicherheitsrechenzentren zum Kerngeschäft von T-Systems. Durch die umfassende Erfahrung im Cloud-Geschäft hat sich T-Systems in den vergangenen Jahren das Vertrauen zahlreicher namhafter Unternehmen erarbeitet. Konzerne wie Shell, Daimler und die spanische Post setzen heute auf die Kompetenz des Cloud-Pioniers und beziehen Anwendungen, Rechen- und Speicherleistung aus dem Netz. Auch der Stahlriese



ThyssenKrupp vertraut auf die Cloud-Kompetenz von T-Systems und wird künftig seine PC-Arbeitsplätze aus der Telekom-Cloud beziehen.

KAMPF GEGEN CYBER-ANGRIFFE

Ob Cloud Computing, mobile Lösungen oder Datenanalysen – all diese Technologien stellen völlig neue Anforderungen an die IT-Sicherheit. Dazu kommt, dass Cyberattacken auf Unternehmensnetze und IT-Systeme immer ausgefeilter werden und sich inzwischen zu einer massiven Bedrohung für die Wirtschaft entwickelt haben. Datenschutz und Datensicherheit sind daher bei allen technischen Entwicklungen ein entscheidendes Erfolgskriterium. T-Systems und der gesamte Telekom-Konzern setzen alles daran, die eigenen IT-Systeme und Netze sowie die Daten von Unternehmens- und Privatkunden gegen jegliche Angriffe aus dem Netz zu schützen sowie neue Sicherheitslösungen für die Kunden zu entwickeln und kontinuierlich an neue Anforderungen anzupassen.

KONTAKT

T-Systems International GmbH
Hans-Georg Lander
Telefon: +49 0171-575 4885
E-Mail: Hans-Georg.Lander@t-systems.com
Internet: www.t-systems.de



Lünendonk GmbH

Die Lünendonk GmbH, Gesellschaft für Information und Kommunikation (Mindelheim), untersucht und berät europaweit Unternehmen aus der Informationstechnik-, Beratungs- und Dienstleistungsbranche. Mit dem Konzept Kompetenz³ bietet Lünendonk unabhängige Marktforschung, Marktanalyse und Marktberatung aus einer Hand. Der Geschäftsbereich Marktanalysen betreut seit 1983 die als Marktbarometer geltenden Lünendonk®-Listen und -Studien sowie das gesamte Marktbeobachtungsprogramm.

Die Lünendonk®-Studien gehören als Teil des Leistungsportfolios der Lünendonk GmbH zum „Strategic Data Research“ (SDR). In Verbindung mit den Leistungen in den Portfolioelementen „Strategic Roadmap Requirements“ (SRR) und „Strategic Transformation Services“ (STS) ist Lünendonk in der Lage, ihre Beratungskunden von der Entwicklung der strategischen Fragen über die Gewinnung und Analyse der erforderlichen Informationen bis hin zur Aktivierung der Ergebnisse im operativen Tagesgeschäft zu unterstützen.

KONTAKT

Lünendonk GmbH –
Gesellschaft für Information und Kommunikation
Mario Zillmann
Anschrift: Maximilianstraße 40, 87719 Mindelheim
Telefon: +49 8261 73140-0 Telefax: +49 8261 73140-66
E-Mail: zillmann@lunenendok.de
Internet: www.lunenendok.de



ÜBER LÜNENDONK

Seit 1983 ist die Lünendonk GmbH spezialisiert auf systematische Marktforschung, Branchen- und Unternehmensanalysen sowie Marktberatung für Informationstechnik-, Beratungs- und weitere hoch qualifizierte Dienstleistungsunternehmen. Der Geschäftsbereich Marktforschung betreut die seit Jahrzehnten als Marktbarometer geltenden Lünendonk®-Listen und -Studien sowie das gesamte Marktbeobachtungsprogramm. Die Lünendonk®-Studien gehören als Teil des Leistungsportfolios der Lünendonk GmbH zum „Strategic Data Research“ (SDR). In Verbindung mit den Leistungen in den Portfolio-Elementen „Strategic Roadmap Requirements“ (SRR) und „Strategic Transformation Services“ (STS) ist die Lünendonk GmbH in der Lage, ihre Kunden von der Entwicklung strategischer Fragen über die Gewinnung und Analyse der erforderlichen Informationen bis hin zur Aktivierung der Ergebnisse im operativen Tagesgeschäft zu unterstützen.

Managementberatung

Informations- und
Kommunikations-Technik

Wirtschaftsprüfung /
Steuerberatung

Technologie-Beratung /
Engineering Services

Zeitarbeit /
Personaldienstleistungen

Facility Management /
Industrieservice



IMPRESSUM

Herausgeber:
Lünendonk GmbH
Maximilianstraße 40
87719 Mindelheim

Autor:
Mario Zillmann, Lünendonk GmbH

Fotos: www.fotolia.com

Telefon: +49 (0) 82 61 731 40 - 0
Telefax: +49 (0) 82 61 731 40 - 66
E-Mail: info@lunenendonk.de

Copyright © 2016 Lünendonk GmbH, Mindelheim
Alle Rechte vorbehalten

Erfahren Sie mehr unter

<http://www.lunenendonk.de>

