

# SMART FACTORY 2020

# ZWISCHENSTAND AUF DEM WEG ZUR INTELLIGENTEN FABRIK





## DER WEG VON DER KLASSISCHEN FABRIK HIN ZUR SMART FACTORY BEGANN BEREITS VOR EINIGEN JAHRZEHNEN.

Robotik, Prozessautomatisierung, Sensorik, ERP- und MES-Systeme haben den Weg für das bereitet, was wir heute als vierte industrielle Revolution bezeichnen. Und doch haben erst die digitalen und intelligenten Technologien, die uns seit wenigen Jahren zur Verfügung stehen, diesen Wandel dramatisch beschleunigt. Die Erfahrungen der letzten Jahre belegen jedoch, dass technologische Sprünge allein noch keine erfolgreiche Transformation garantieren. Erst das Zusammenspiel der Technologien mit Prozessen und Strukturen, vor allem aber die Neuinterpretation und Weiterentwicklung von Rollen, Kompetenzen und Kultur kann für nachhaltige Veränderungen sorgen. Welche Ansätze, Strategien und Lösungen haben sich in der Praxis bewährt? Zeit für einen Zwischenstand.

### JENSEITS DES LINEAREN PRODUKTIONSPROZESSE NEU GESTALTEN

Das Potenzial der Smart Factory zeigt sich insbesondere in Projekten, die den Dreiklang aus Technologie, Prozess und Kultur konsequent verfolgen und ganzheitliche Konzepte umsetzen. Wirft man einen Blick auf die Gewinner des Industrie

4.0 Awards vergangener Jahre, so erweist sich dieser ganzheitliche Ansatz als der wesentliche Hebel für den Erfolg. Die beeindruckenden Ergebnisse werden zusätzlich befeuert durch den zunehmenden Reifegrad und die Performance-Explosion in vielen Technologien bei gleichzeitig rapide sinkenden Kosten. Ein aktuelles Beispiel dafür bietet die Factory 56 von Mercedes. Der Automobilkonzern zeigt in seiner Autofabrik

der Zukunft wie sich die Technologien konkret in der Produktion manifestieren. So durchläuft das Auto nicht in traditionell serieller Anordnung verschiedene Stationen – sondern die Transportsysteme bewegen sich zwischen den verschiedenen Inseln und sorgen für völlig neu konzipierte Fertigungsschritte. Per RFID sind die Komponenten der Transportsysteme nachverfolgbar. Sämtliche Anlagen und Maschinen

## PROJEKTERGEBNISSE DER GEWINNER DES INDUSTRIE 4.0 AWARDS

<b>PRODUCTIVITY</b> 	<b>OEE</b>	<b>+ 35%</b>
	<b>OUTPUT PER FTE</b>	<b>+ 70%</b>
	<b>SCRAP REDUCTION</b>	<b>- 55%</b>
	<b>ENERGY COST</b>	<b>- 7,5%</b>
<b>AGILITY</b> 	<b>LEAD TIME</b>	<b>- 33%</b>
	<b>INVENTORY REDUCTION</b>	<b>- 48%</b>
	<b>TIME2MARKET REDUCTION</b>	<b>- 28%</b>
	<b>CHANGE OVER TIME</b>	<b>- 30%</b>

sind über ein eigenes 5G-Netzwerk verbunden und ermöglichen eine Verknüpfung der Daten sowie die ständige Ortung von Produkten in der jeweiligen Montagelinie. Smart AGVs, automatisch gesteuerte Vehikel, transportieren eigenständig Material und Werkzeuge und halten sich dabei nicht an festgelegte Routen: Die vernetzten und mit Sensorik ausgestatteten Fahrzeuge, die mit ihrer Umgebung – Menschen, Maschinen, oder Zwischenlager – interagieren, sind in der Lage, im Transportnetzwerk die Wege optimal zu planen und die Effizienz wesentlich zu verbessern.

### AR-WEARABLES VERNETZTE AUGEN

Eine weitere Technologie, die sich in Produktionsumgebungen bereits vielfach bewährt hat, sind smarte Augmented Reality (AR) Brillen oder vergleichbare Wearables.

*Insbesondere in der Intralogistik führt der Einsatz von AR-Wearables zu deutlichen Effizienzgewinnen.*

Relevante Informationen zum Produktionsprozess, oder zur Wartung und Umrüstung von Maschinen werden auf dem Display angezeigt. Gleichzeitig werden Daten über

eingebaute Kameras gesammelt und verteilt – der Blick des Mitarbeiters auf die Produktionslandschaft kann geteilt und dem gesamten Verbund zur Verfügung gestellt werden. Insbesondere in der Intralogistik führt der Einsatz solcher Geräte zu deutlichen Vereinfachungen und Effizienzgewinnen. Etwa dadurch, dass der Mitarbeiter im Warenlager die benötigten Teile oder Werkzeuge in der für die Produktion optimierten Reihenfolge abholt und zum Einsatzort bringt. So werden unnötige Strecken und Zeitverluste vermieden.

Die Voraussetzung dafür schaffen Maschinen und Produktionsinseln, die den Bedarf frühzeitig und präzise diagnostizieren und in die Factory Cloud übertragen, sowie Teile und Werkzeuge, deren Standort jederzeit erkennbar ist. Weitere Einsatzfelder der Technologie ergeben sich beispielsweise in der Fernwartung: So kann der verantwortliche Experte aufgrund der von den Maschinen übertragenen Daten kritische Situationen erkennen, durch die Brille den Mitarbeiter vor Ort die Situation erfassen, und diese unter Einsatz digitaler Hinweise befähigen, die Anlage zu warten.

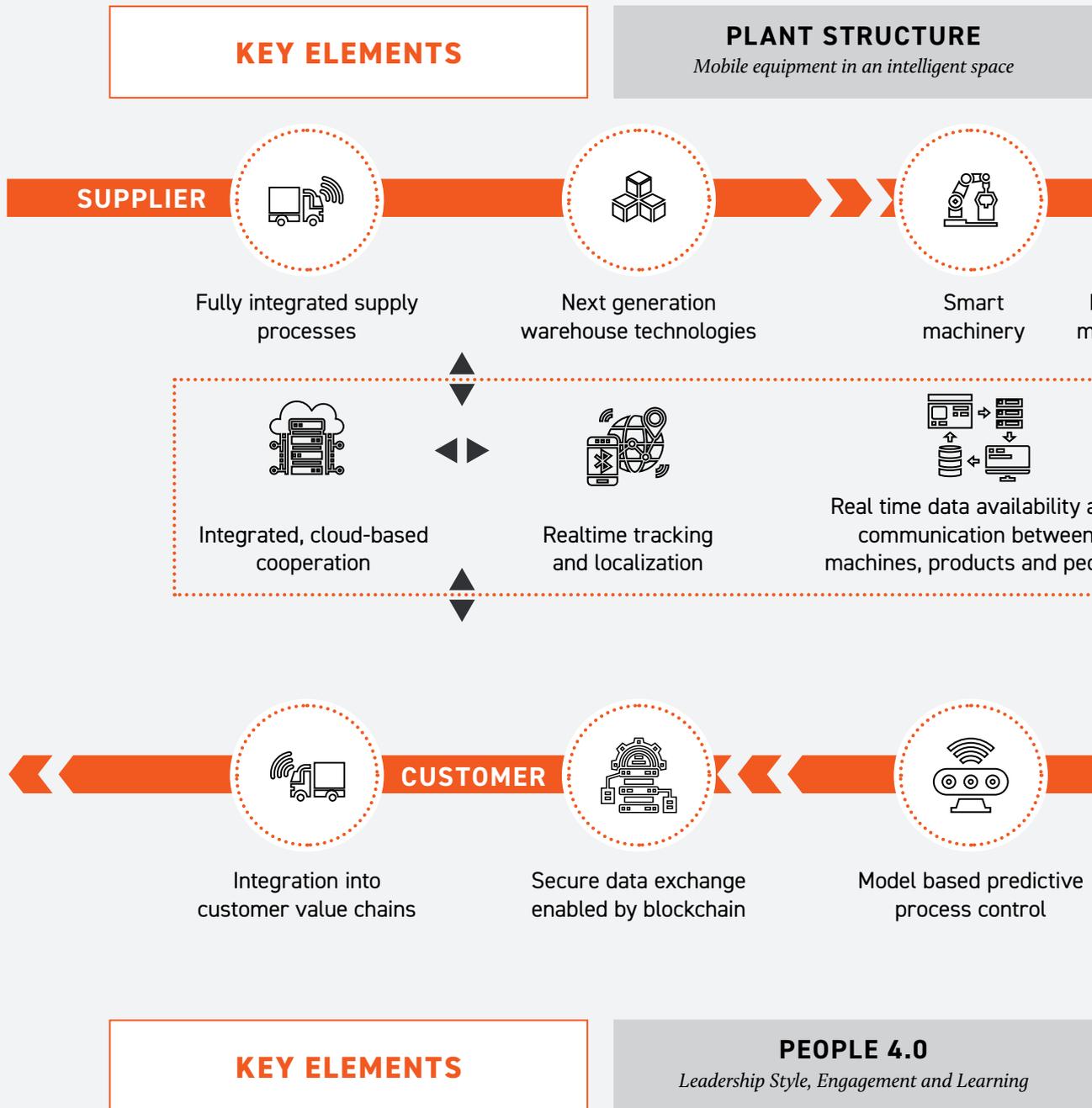
### DIGITALE ZWILLINGE WILLKOMMEN IM CYBER-PHYSICAL SPACE

Zu den digitalen Technologien mit einem besonders großen Veränderungspotenzial im Hinblick auf die Smart Factory zählt der Digital Twin Ansatz. Dieser „digitale Schatten“ von Produkten, Anlagen oder Workflows eröffnet völlig neue Möglich-

keiten für die Planung und den Betrieb industrieller Prozesse. Die hochpräzise und dynamische digitale Repräsentation eines physischen Modells eröffnet spannende Potenziale. Dazu zählen insbesondere eine deutliche Verkürzung der time-to-market und die Reduktion der Entwicklungs- und Industrialisierungskosten, die Steigerung der Performance in der gesamten Supply Chain sowie eine höhere Effizienz bei Wartungs- und Serviceprozessen. Darüber hinaus schafft ein digitaler Zwilling auch die Voraussetzungen für den Aufbau neuer Service- und Geschäftsmodelle, etwa durch auf Betriebsdaten basierende Pay-per-Use-Ansätze. In der Praxis haben sich bereits unterschiedliche Arten des digitalen Zwillings etabliert, die sich entlang des Produktlebenszyklus anordnen:

- **Digital Product Twin:** 3D-Produktmodelle, die für Simulationen, Validierung und digitales Prototyping eingesetzt werden.
- **Digital Factory Twin:** 3D-Simulation von Prozessen, Materialflüssen oder Anlagen, die Bestandteil ganzheitlicher Produktionsplanung sind.
- **Digital Process Twin:** Datenmodelle von Prozessen, die für das Echtzeit-Monitoring, Prozessoptimierung und Prädiktion genutzt werden.
- **Digital Service Twin:** Datenmodelle von Endprodukten, die die Basis für Echtzeit-Monitoring, Predictive Maintenance und die Optimierung des Betriebs bilden.

# DIE FABRIK DER ZUKUNFT IST VERNETZT, ADAPTIV, EFFIZIENT UND SKALIERBAR

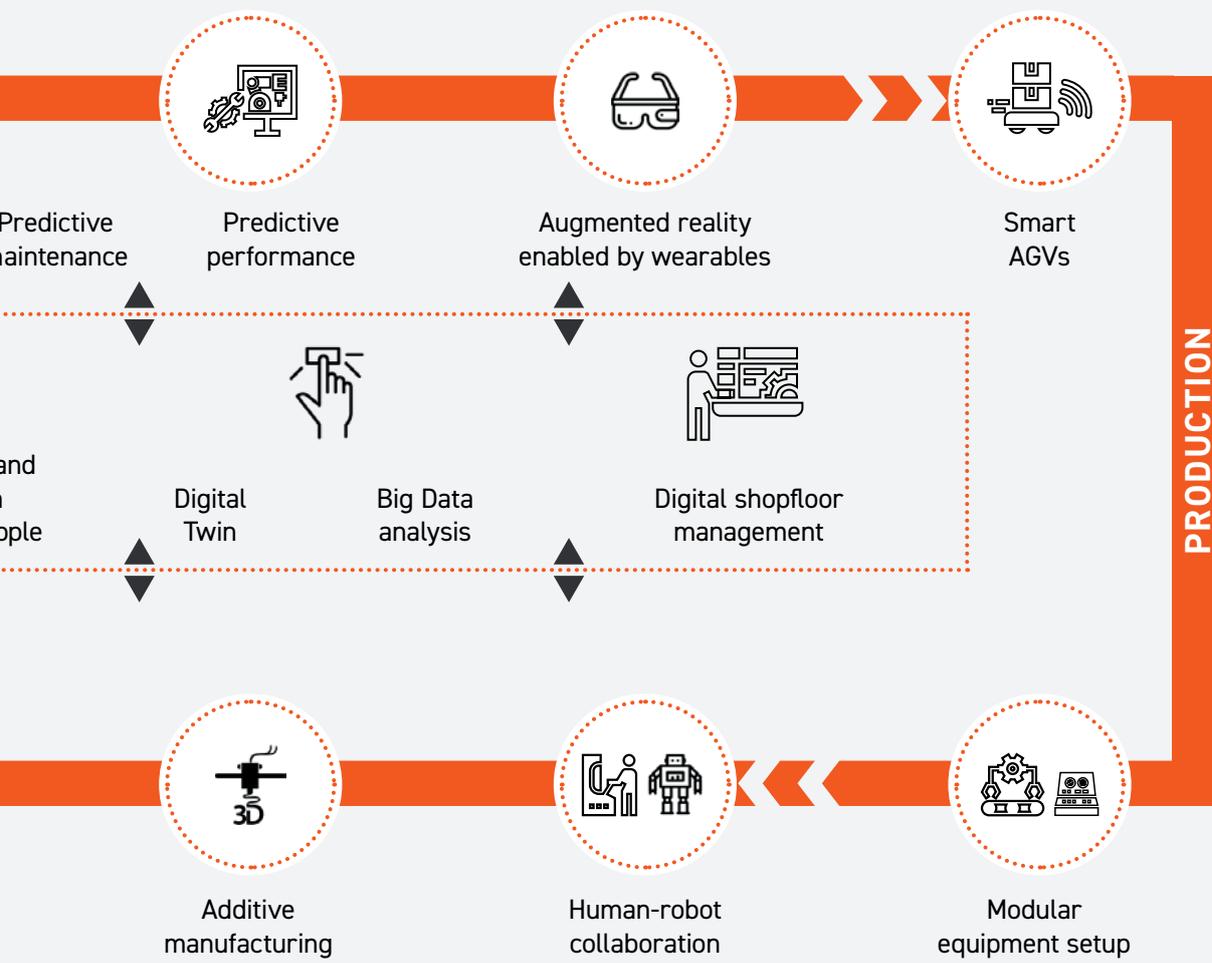


**PLANT DIGITIZATION**

*Consistent use of data in all factory areas*

**MANUFACTURING PROCESSES**

*Next level of Operational Excellence enabled by 4.0 technologies*

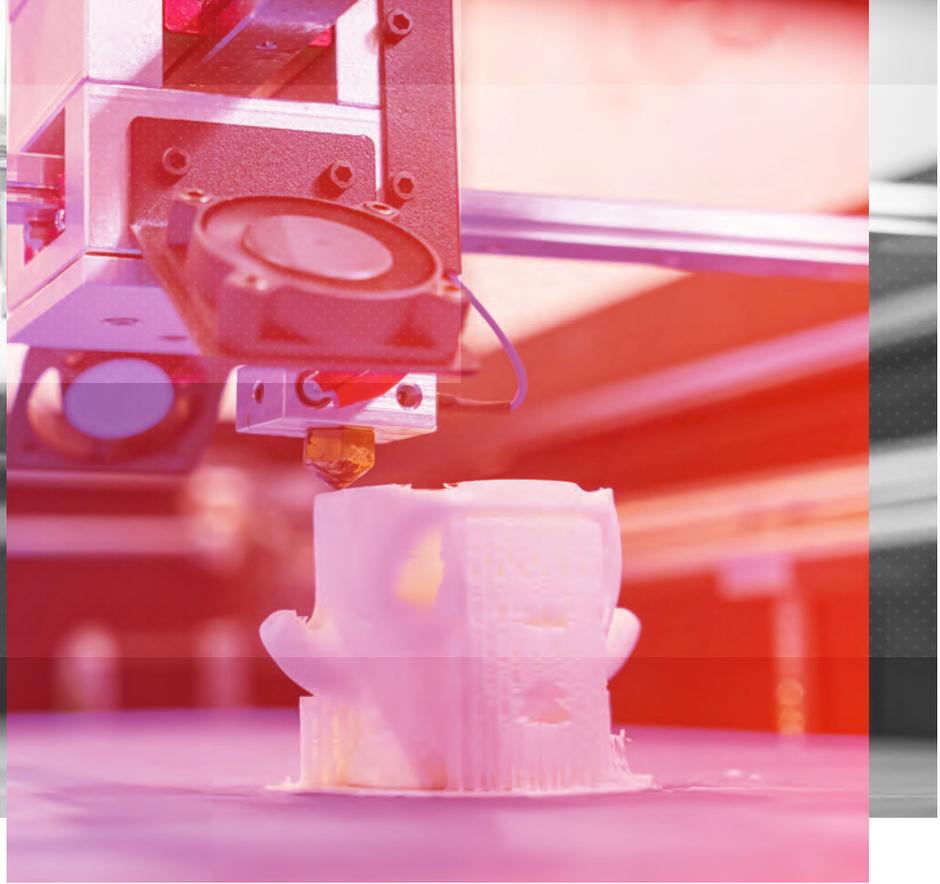


**ORGANIZATION**

*Build, operate and transfer digital center*

**SCALABLE IOT INFRASTRUCTURE**

*Connectivity, Interoperability, Horizontal & Vertical Integration, Central Data Lakes, Standardization*



Gerade das Konzept des digitalen Zwillings zeigt deutlich, dass die Nutzung der Technologie an zahlreiche Voraussetzungen gebunden ist. Diese sind einerseits technologischer Natur. So erfordert die Umsetzung dieser komplexen digitalen Modelle den gezielten Einsatz weiterer Technologien. Dazu zählen insbesondere die volle PLM-Integration (3D-CAD), Simulationstools, industrielle IoT und Asset Management Plattformen sowie der Einsatz von Sensorik und Konnektivität, um die notwendigen Daten zu generieren und verfügbar zu machen. Andererseits verändert der Einsatz von digitalen Zwillingen auch die etablierten Prozesse und lässt neue Schnittstellen und Kompetenzen entstehen. Erst wenn dieser Kontext bei einer Digital Twin Initiative berücksichtigt wird, lassen sich die beschriebenen Potenziale heben.

## COBOTS

### DIE ZUKUNFT DER KOLLABORATION

Eine direkte Veränderung für die Mitarbeiter in der Smart Factory manifestiert sich im Konzept des kollaborativen Roboters. Im Unterschied zu Industrierobotern dienen Cobots nicht als Ersatz, sondern als Ergänzung der menschlichen Arbeitskraft. Diese Form der Kollaboration von Mensch und Robotik nutzt etwa ABB in der Robot Factory in Shanghai. Die Roboter bewegen sich dort autonom zwischen den Stationen und ermöglichen eine größere, kundenspe-

zifische Anpassung als bei linearen Produktionssystemen. Die 6-Achs Roboter arbeiten in der Regel ohne Schutzzaun. Um die Sicherheit der Mitarbeiter zu gewährleisten, benötigen Cobots hoch entwickelte Sicherheitsfunktionen: Durch eine eingebaute Sensorik können sie ihre Umgebung stets mit höchster Präzision scannen.

Die Sensoren sind über eine speicherprogrammierbare Steuerung (PLC) angebunden. Im Falle einer Berührung eines Menschen oder Gegenstands kommt der Cobot zum Stillstand. Programmierbare Schnittstellen bilden die technologische Voraussetzung und sorgen für zusätzliche Kompatibilität. Die Cobot-Technologie weist bereits heute einen hohen Reifegrad auf. In den kommenden Jahren wird es deshalb vor allem um die Frage gehen müssen, wie etablierte Formen der Organisation und der unmittelbaren Zusammenarbeit auf dem Shop Floor durch den Einsatz von Cobots weiterentwickelt werden können.

## ADDITIVE FERTIGUNG

### INDIVIDUALISIERUNG 4.0

Das Konzept der additiven Fertigung bewirkt große Veränderungen in der Produktionsmethodik. Im 3D-Druck wird, im Unterschied zu konventionellen Verfahren wie der Gusstechnik, Filamente und Pulver aus Kunststoff, Metall oder Keramik schichtweise aufgetragen. Ein klassisches Anwen-

dungsfeld der additiven Fertigung ist dabei die Herstellung von Prototypen. Doch auch die Produktion von Kleinstserien und sehr spezifischen, individuellen Teilen, kann mit dem 3D-Druck-Verfahren rentabel gestaltet werden. Darüber hinaus erlaubt die Technologie erhebliche Zeitgewinne und ermöglicht Konstruktionen, die mit herkömmlichen Verfahren nicht umsetzbar sind. Das Potenzial durch den exponentiellen Fortschritt im 3D-Druck ist beeindruckend und gewinnt in der produzierenden Industrie zunehmend an Bedeutung. Interessant dabei sind nicht nur die neuen produktionstechnischen Möglichkeiten.

Auch neue Geschäftsmodelle, etwa durch neue Formen der Auftragsfertigung und Individualisierung, lassen sich entwickeln. Und nicht zuletzt bildet die Technologie auch einen Puffer gegen Engpässe in der Lieferkette. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen jedoch, dass nicht nur die Beherrschung der 3D-Druck-Technologie selbst, sondern auch umfassendes Prozess- und Software-Knowhow notwendig sind, um diese Potenziale zu heben.

## BLOCKCHAIN

### WENN MASCHINEN MITEINANDER VERTRÄGE SCHLIESSEN

Tiefgehende Veränderungen in der Smart Factory finden sich auch in der Kommunikation zwischen Unternehmen wieder.

Der Austausch von prozessrelevanten Informationen und Dokumenten über traditionelle EDI-Lösungen stößt aus unterschiedlichen Gründen an seine Grenzen. Zum einen verursacht eine Integration der IT zwischen den Wertschöpfungspartnern hohe Harmonisierungsaufwände. Zum anderen ist mit dem derzeitigen Status quo der Technologien eine volle digitale Integration der IT-Welten enorm kostspielig.

Einen Ausweg bietet die Blockchain-Technologie und ihre Kernanwendung, die Smart Contracts. Dabei handelt es sich um programmierbare Skripte, die für einen automatisierten Ablauf von Businesslogiken über die Unternehmensgrenzen sorgen, Partnerinteraktionen kontrollieren und fälschungssicher dokumentieren und Datenzugriffsrechte verwalten. Der Einsatz schnell implementierbarer und skalierbarer Smart Contracts senkt dadurch die Kosten des Datenaustauschs und optimiert das Tracking und den Datentransfer, etwa in der Auftragserfassung und schafft die Basis für neue, Token-basierte Geschäftsmodelle wie beispielsweise Pay-per-Use. Die ersten belastbaren Erfahrungen, die mit dem Einsatz der Blockchain-Technologie gesammelt wurden, zeigen auch, dass Smart Contracts nicht nur zwischen den einzelnen Partnern in der Supply Chain Nutzen stiften können. Immer mehr Unternehmen entdecken wertvolle Einsatzmöglichkeiten auch innerhalb der eigenen Produktionslandschaft.

## RTLS SMART SPACES FÜR DIE SMART FACTORY

Damit Warenbewegungen in Lagerhallen zuverlässig und mit kurzer Latenzzeit geortet werden können, ist eine Echtzeit-Lokalisierung notwendig. Gewährleistet wird sie über Real-time Tracking und Localization Systems (RTLS). Die Software, deren Zugriff über lokale ERP- und MES-Systeme erfolgt, analysiert und visualisiert dynamische Daten. Dadurch ist die zentimetergenaue Lokalisierung von Objekten jederzeit möglich. Geofencing, das RFID oder GPS zur Ortsbestimmung nutzt, bildet dafür die technologische Basis. Vollautomatische Buchungen, eine vollständige Transparenz von Assets sowie weniger Linienstopps aufgrund besserer Materialverfügbarkeit sind nur einige Vorteile, die RTLS bietet. Auf diese Weise entsteht eine neue Ebene der Sichtbarkeit und Kontrolle, was RTLS die zu einem wesentlichen Baustein der Smart Factory macht.

## PREDICTIVE MAINTENANCE MAXIMIERTE OEE

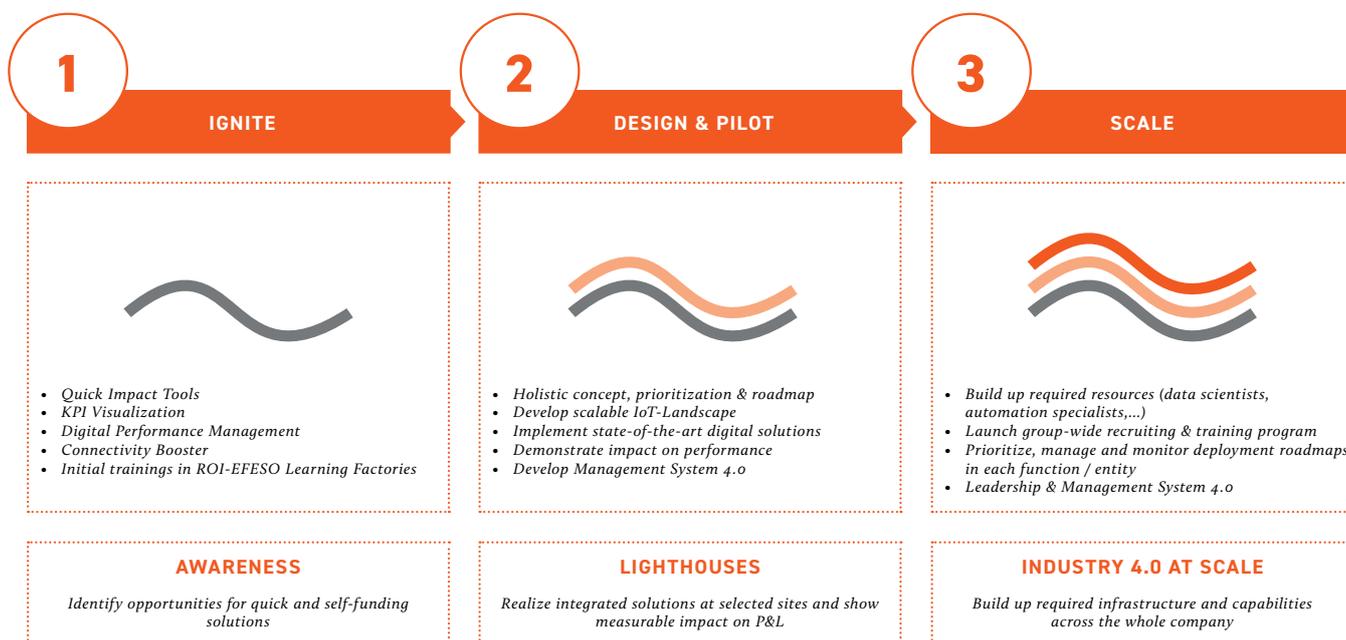
Mit dem Ziel, Störungen vorherzusagen und durch entsprechende Maßnahmen zu verhindern, ist Predictive Maintenance zu einer Kernkomponente der Industrie 4.0 und zu einer der am meisten beachteten Elemente

in der Smart Factory geworden. Der Aufbau eines effektiven Predictive Maintenance Systems erfordert jedoch die Sammlung, Konsolidierung und Korrelierung enormer Datenmengen – insbesondere Zustands- und Prozessdaten von Maschinen und Anlagen. Einen Wert im Wartungsbereich erhalten diese Daten dann, wenn sie mit Data Analytics Lösungen wie z.B. RapidMiner analysiert und zur Vermeidung kritischer Zustände eingesetzt werden. So lassen sich im Idealfall Maschinenausfälle weitgehend verhindern, was für eine verlängerte Lebensdauer der Anlagen, eine massive Verbesserung der OEE und eine höhere Stabilität und Planungssicherheit in der Produktion sorgt.

## DIGITAL SHOPFLOOR MANAGEMENT VERSTÄRKTE KOMMUNIKATION

Die Veränderungen in der Smart Factory sind jedoch nicht nur durch neue Technologien geprägt. Vielmehr stehen diese in einer wechselseitigen Beziehung zu Strukturen und Prozessen, die sich ebenfalls wandeln müssen. Veränderte Workflows und Organisationsformen, etwa die bereits erwähnte Abkehr von der Linienfertigung, werden durch neue Technologien ermöglicht. Ein gutes Beispiel liefert Dürr. Der Maschinen- und Anlagenbauer hat sich von der traditionellen Linienführung gelöst und gliedert die Automobillackierung in Boxen und

## IN DREI SCHRITTEN ZUR SMART FACTORY



kurze Prozessabschnitte. Andererseits erfordern aber auch neue Technologien veränderte Rahmenbedingungen, um ihr Potenzial zu entfalten. So sorgen beispielsweise die Digitalisierung des Shopfloor Managements und ein digitales Schichtbuch für eine Neugestaltung traditioneller Kommunikationsabläufe. So werden alle relevanten Prozess- und Zustandsinformationen direkt an den Quellen – etwa an den Maschinen oder Produktionsabschnitten – gesammelt, visualisiert und allen Stakeholdern zur Verfügung gestellt.

Die im analogen Shopfloor Management dominierende Informationskaskade wird verkürzt, Informationsdefizite und Missverständnisse auf ein Minimum reduziert. Die Mitarbeiter erhalten dadurch mehr Raum für Problemlösungsprozesse und können auch leistungsstarke Analysetools und KI-Lösungen heranziehen. Die Vorteile liegen auf der Hand. Die Risiken allerdings auch. Denn die Digitalisierung des Shopfloor Managements bedeutet auch einen tiefgreifenden Eingriff in die eingespielten, von informellen Best Practices und dem gegenseitigen Vertrauen der Teammitglieder stabilisierten Prozesse. Erfolgt dieser Eingriff ohne intensive kommunikative Begleitung und erreicht nicht das Commitment des Teams, scheitert das Projekt. Die Technologie trägt sich nicht selbst – auch das ist eine Erfahrung, die in den letzten Jahren in der Smart Factory gesammelt wurde.

## THE DIGITAL GAP

### FÜHRUNGSHerausforderungen IN DER SMART FACTORY

Die Realisierung der Smart Factory bringt jedoch auch tiefgreifende Einschnitte in etablierte Routinen, aber auch Welt- und Rollenbilder. Der hohe Grad der – auch unternehmensübergreifenden – Vernetzung und Interdependenz, die permanente Beschleunigung der Prozesse und Zyklen und ein stetiger organisatorischer und techno-

logischer Wandel prägen die intelligente Fabrik. Damit liefert sie so Antworten auf die Herausforderungen globaler Märkte andererseits erzeugt diese Dynamik aber auch einen Bruch zu dem Erfahrungswissen, dem Selbstverständnis und den Lernstrategien der Mitarbeiter. Dieser Bruch wird für die Unternehmensführung zu einer fundamentalen Herausforderung, der es auf drei Ebenen zu begegnen gilt. Einerseits schaffen intelligente Technologien und die Fülle verfügbarer Daten und Analysemethoden auch neue Ansätze der Komplexität zu begegnen. Durch tiefere Einsichten in Produktionsabläufe und eine End-2-End-Transparenz der gesamten Supply Chain lassen sich Komplexität und Ambiguität reduzieren. Dadurch können Entscheidungen schneller und präziser getroffen werden. Wissen wird strukturiert und zielgenau verteilt, Abstimmungen vereinfacht und Lernprozesse unterstützt.

Gleichzeitig verlangen die hohe Geschwindigkeit und Veränderungsdynamik auch nach veränderten Organisationsformen. Agile und dezentrale Strukturen und Kommunikationsplattformen schaffen den Rahmen, um neue Planungs- und Produktionsansätze optimal umzusetzen. Vor allem aber wird eine offene Kommunikations- und Führungskultur zu einem kritischen Faktor: Den Wandel zu erklären, Ängste und Unsicherheiten abzubauen, Motivationspotenziale zu heben und Freiräume für Experimente und Improvisation zu öffnen, wird zu einer zentralen Führungsaufgabe in der Smart Factory.

## DER WEG ZUR SMART FACTORY

### MIT DEN MÄRKTEN MITLAUFEN KÖNNEN

Die Best Practices zeigen, dass eine nachhaltige Transformation hin zu einer Smart Factory ein klares und strukturiertes Vorgehen erfordert, das auf drei Säulen basiert.

So gilt es zunächst Aufmerksamkeit und übergreifendes Commitment für den Wandel zu schaffen. Idealerweise erfolgt das über schnelle, sichtbare und messbare Anfangserfolge und andererseits über die Sicherstellung eines gemeinsamen Grundverständnisses der Themen und Ziele. In der zweiten Phase werden Leuchtturmprojekte in einzelnen Werken realisiert, um einen relevanten Impact auf die Profitabilität des Unternehmens zu demonstrieren und Erfahrungen zu sammeln. Damit sind die Voraussetzungen geschaffen, um schließlich Infrastruktur und Ressourcen für einen umfassenden Roll-out aufzubauen und den erfolgreichen Business Case im gesamten Produktionsnetzwerk zu skalieren.

Die Reise ist an diesem Punkt jedoch nicht abgeschlossen, wie die besonders erfolgreichen Initiativen der letzten Jahre klar vor Augen führen – im Gegenteil. Die Transformation hin zu einer Smart Factory ver setzt Unternehmen in die Lage, mit den Märkten „mitzulaufen“. Die ständige Adaption möglichst effektiv und friktionsfrei zu gestalten wird zu einer industriellen Kernaufgabe und zu einem Differenzierungsmerkmal im Wettbewerb. Es ist deshalb nicht überraschend, dass es gerade die Industrie 4.0-Champions sind, die ihre eigenen Best Practices am schnellsten hinterfragen.

