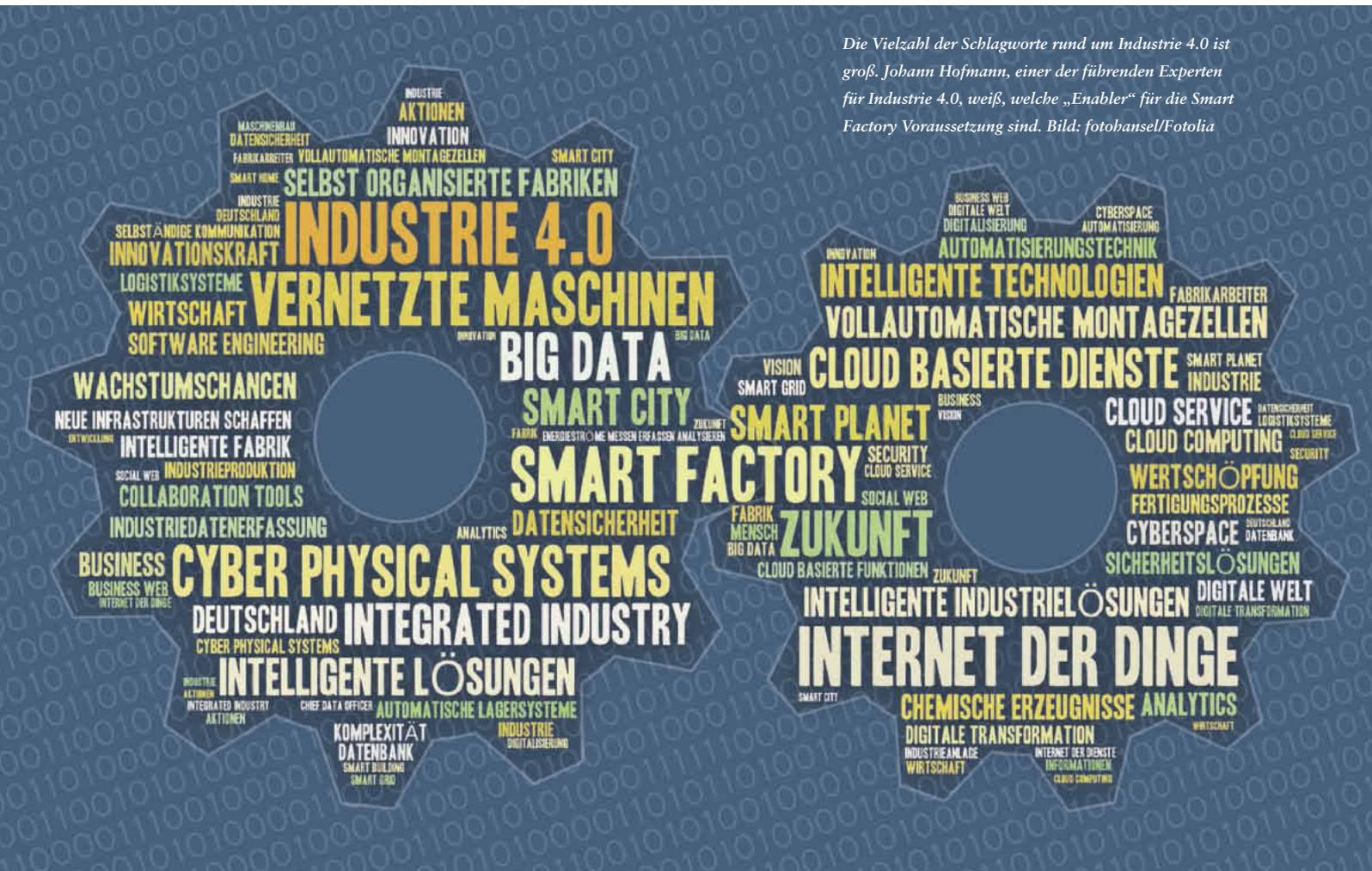


Die Vielzahl der Schlagworte rund um Industrie 4.0 ist groß. Johann Hofmann, einer der führenden Experten für Industrie 4.0, weiß, welche „Enabler“ für die Smart Factory Voraussetzung sind. Bild: fotohansel/Fotolia



Welche Aspekte und Technologien machen die vierte industrielle Revolution möglich?

Zwölf „Enabler“ für die smarte Fabrik

Industrie 4.0 | Unter dem Begriff Industrie 4.0 sammeln sich Hoffnungen und Herausforderungen für die Produktion und Geschäftsmodelle der Zukunft. Die Vielzahl der vorkommenden Schlagwörter führt aber oft zu Verunsicherung. Experte Johann Hofmann erklärt die zwölf wichtigsten Begriffe.

Der Begriff Industrie 4.0 stammt ursprünglich aus einem ausgerufenen Zukunftsprojekt der High-Tech-Strategie der Bundesregierung. Sie hat zum Ziel, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie nachhaltig zu sichern. Durch diese zukunftsweisende Initiative soll gesichert werden, dass Deutschland international weiterhin eine führende wirtschaftliche Rolle einnimmt. Die zukünftig noch stärker erforderliche Individualisierung von Erzeugnissen wird durch eine flexible und schlanke Produktion ermöglicht.

In der Wertschöpfungskette der Industrie 4.0 verzahnen sich produzierende Unternehmen, deren Geschäftspartner, relevante Zulieferer und potenzielle Kunden für eine größtmögliche Wertschöpfung. Einzelne Komponenten von Industrie 4.0-Technologien werden bereits heute vereinzelt in Unternehmen eingesetzt, es fehlt aber an flächendeckender Ausbreitung und Standards für deren Verwendung.

Die Anzeichen der Industrie 4.0 können schlichtweg übersehen werden, obwohl dies die erste industrielle Revolution ist, die noch während ihres Ablaufs als Solche benannt wurde. Dennoch erfordern diese Voraussetzungen einen Wandel in der Produktion, eine durchgehende und übergreifende Vernetzung, die durch eine neue Form des Internets im Zuge der Industrie 4.0 erreicht werden könnte. Durch diese neue Digitalisierung verändert sich die Gesellschaft tiefgreifend.

Der Kern dieser modernen vierten industriellen Revolution besteht in der systemübergreifenden, globalen Vernetzung von Menschen, Anlagen und Produkten sowie der selbstständigen und dezentralen Organisation und Steuerung von Produktionseinheiten. Als Kern der Industrie 4.0 fungiert die smarte Fabrik, die sich klar von früheren Fabriken unterscheidet. Durch die nahezu nahtlose Verschmelzung von realer und virtueller Welt können Anlagen und Werkzeuge einer Fertigung nahezu in Echtzeit mit individuell wechselnden Produktansprüchen koordiniert werden. ●

Johann Hofmann
Leiter ValueFactoring,
Maschinenfabrik Reinhausen

www.johannhofmann.info

1. Interdisziplinarität

Der Begriff „Interdisziplinarität“ bezeichnet die Verbindung und Kombination von voneinander unabhängigen (wissenschaftlichen) Fachrichtungen und deren Methoden, Ansätzen oder Denkrichtungen. Verschiedene Lösungsstrategien werden hier für ein bestmögliches Ergebnis miteinander verknüpft.



Bild: michaeljung/
Fotolia

Das kann zu neuen Denkweisen und Lösungswegen für Problemstellungen führen. Gerade in Zeiten einer beginnenden vierten industriellen Revolution lassen sich viele Synergien zwischen einzelnen Fachdisziplinen nutzen.

Abseits der wissenschaftlichen Perspektive lässt sich ein konkretes Beispiel im Berufsbild des Mechatronikers finden. Vor einigen Jahren hat sich dieser aus den jeweiligen Ausbildungsberufen des Schlossers und des Elektrikers, ergänzt durch Steuerungstechnik und Regelungstechnik sowie der Informationstechnik entwickelt.

2. Soziale Medien

Social Media, auch soziale Medien genannt, unterscheiden sich von traditionellen Medien wie Fernsehen oder Zeitungen durch die Art der Kommunikation. Diese erfolgt einfach und interaktiv auf digitalem Weg. Die aktuell bekanntesten Beispiele von Social-Media-Diensten sind Anbieter wie Facebook, Xing oder Whatsapp. Der große Vorteil von sozialen Medien ist die einfache Art des Informationsaustauschs zwischen den Anwendern und mitunter auch Geräten. Social Media unterstützt einen globalen Unternehmensauftritt mit hoher Zugänglichkeit, ermöglicht Multimedialität und größtmögliche Aktualität. Vernet-



Bild: kbuntu/Fotolia

zung, die nötig ist für Industrie 4.0. Der entscheidende Unterschied zu den übrigen Medien ist die Möglichkeit des Empfängers, auf jede Information sofort zu antworten.

3. Mobile Computing

Mobile Computing gewinnt immer mehr an Bedeutung. Es umfasst die Computer-Arbeit von Menschen an einem transportablen Gerät und beinhaltet mobile Kommunikation sowie Hardware und Software. Der orts- und zeitunabhängige Zugriff auf betriebliche Daten und Anwendungen, der möglichst einfach und intuitiv erfolgen sollte, wird zum Standard für alle Unternehmen werden. Eingeschränkt wird diese Entwicklung beispielsweise noch von den teilweise vergleichsweise niedrigen Übertragungsraten von mobilem Internet, gängigen Sicherheitsstandards oder dem Energieverbrauch der Geräte, der mit ihrer Akkulaufzeit einher geht. Mobile Computing der nächsten Generation wird von Google Glass beschriftet. Google Glass ist der Markenname eines am Kopf getragenen Miniaturcomputers. Er ist auf einem Brillenrahmen montiert und blendet Informationen in das Sichtfeld ein. Diese Informationen können kombiniert werden mit dem aufgenommenen Bild, das eine in Blickrichtung des Trägers integrierte Digitalkamera live liefert. Dazu können Daten aus dem Internet unmittelbar bezogen und versendet werden.

4. Virtualisierung

Virtualisierung ist eine aus der Informatik entlehnte Bezeichnung. Eine virtuelle Ebene wird hier gebildet oder abstrahiert, losgelöst von real existierenden Ressourcen wie Maschinen, die es ermöglicht, vorhandene Ressourcen zu gliedern und für den Anwender transparent zu machen und optimal auszulasten.

Dieses Prinzip lässt sich auch auf die Fertigung übertragen. Im CNC-Umfeld ist die Virtualisierung der NC-Maschinen zu Simulationszwecken des NC-Programms vielerorts bereits im Einsatz. Virtualisierung kann auch als Echtzeitabbildung realer Fabrikprozesse im virtuellen Raum verstanden werden.

5. Smarte Objekte

Smarte Objekte können zum Beispiel Verpackungen, Gegenstände oder Werkstücke sein, die mit einem digitalen Gedächtnis in Form eines Datenspeichers ausgestattet sind. Dadurch wird die digitale Welt mit der physischen verknüpft. Voraussetzung dafür ist die eindeutige Identifizierbarkeit dieser Objekte. Dies geschieht beispielsweise mit Hilfe von Barcodes oder RFID-Chips, die von Scannern und Computern erfasst werden. Bildhaft ausgedrückt weiß der „intelligente“ Joghurtbecher von morgen, ob er mit Erdbeer- oder Haselnussjoghurt gefüllt werden muss.

6. Big Data

Die Datenhaltung wächst aufgrund der technischen Entwicklung und der des Internets, da es immer leichter wird, große Datenmengen zu sammeln, zu speichern und zu analysieren. Big Data bezeichnet dieses weltweit vorhandene Datenvolumen, das sich mit steigender Geschwindigkeit vervielfältigt und aus analogen sowie digitalen Quellen stammt. Der Mehrwert von Big Data für die Fertigung begründet sich darin, dass Daten, zum Automatisieren, Visualisieren und Analysieren der Prozesse verwendet werden können.



Bild: boscorelli / Fotolia

7. Analyse, Optimierung und Vorhersage

Die Komplexität wie auch die Menge der Daten dieser Welt streben einem Höchstwert zu. Deshalb wird es immer wichtiger, diese zu quantifizieren und zu analysieren. Durch statistische Methoden lassen sich aus bloßen Daten Informationen gewinnen. Das Herausfiltern einzelner wichtiger Informationen aus einer großen Datenmenge wird auch

als „Data Mining“ bezeichnet. Unter Big Data werden allerdings zunehmend unstrukturierte Daten gesammelt, die erst durch Heuristik und Mustererkennung zu neuartiger Erkenntnisgewinnung zur Optimierung der Prozesse weiterverarbeitet werden können.

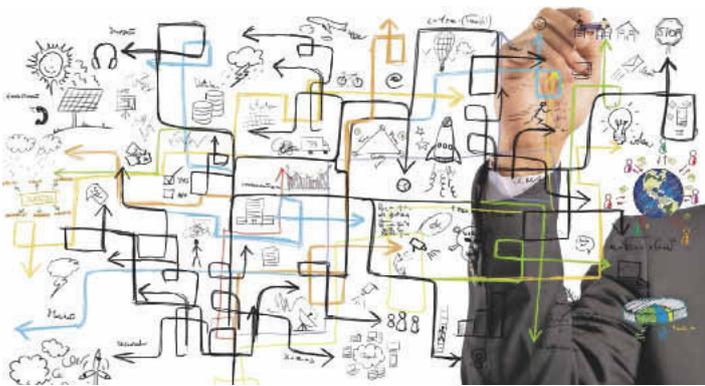


Bild: alphaspirit/Fotolia

8. Internet der Dinge

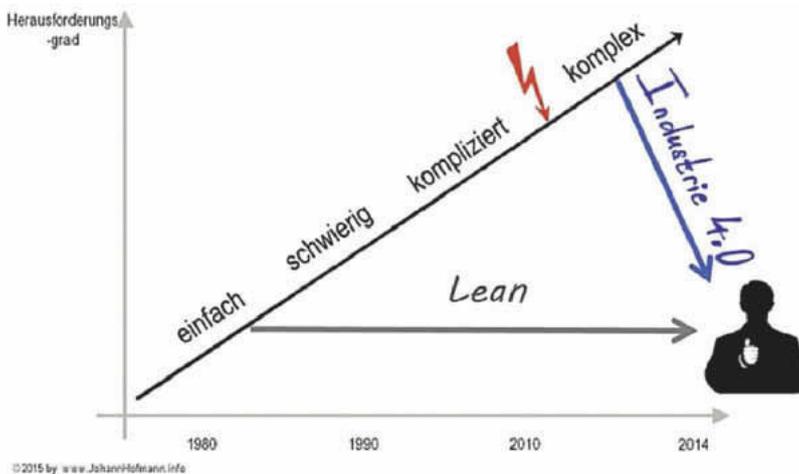
Das Internet hat sich vom Medium zum bloßen Informationsabruf zu einer interaktiven Verknüpfung – sowohl von Menschen als auch von Maschinen – gewandelt. Die Erweiterung des vorhandenen Internets zum Internet der Dinge ist die technische Vorstellung, Objekte jeglicher Art in ein universales digitales Netzwerk einzubinden. Hierzu werden diesen eigene „Identitäten“ zugeordnet, die wiederum miteinander verbunden werden. Dadurch wird eine universale Kommunikation, sowohl unter den Objekten als auch mit deren Umgebung, ermöglicht. So verschmilzt die physische Welt der Dinge nahtlos mit der virtuellen Welt der Daten. Ein mögliches Zukunftsszenario im Internet der Dinge ist, dass jedes verbaute Verschleißteil eine eigene IP besitzt und mit dem Internet verbunden ist. Einmal in Gebrauch, bleibt somit jedes Teil über das Internet lebenslang mit den Wartungseinheiten verbunden. Die größte Herausforderung für das Internet der Dinge stellt ein einheitlicher Kommunikationsstandard zwischen den Systemen dar.

9. Internet der Dienste

Hierbei handelt es sich um einen Teil des Internets, der Dienste und Funktionalitäten als webbasierte Dienstleistung anbietet. 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. Folgende Wechselwirkungen sind zukünftig vorstellbar:

- **Internet der Dinge:** Zukünftig sind alle Fahrzeuge automatisch mit dem Internet verbunden und melden sämtliche Betriebsdaten in eine Cloud-Datenbank. Zu den Betriebsdaten zählen zum Beispiel der Betriebszustand des Scheibenwischermotors (aus, ein, Intervall, schnell).
- **Internet der Dienste:** Sourcedienstleister, die keinerlei Ahnung von Meteorologie haben, machen daraus den besten regionalen Wetterbericht, denn es ja gab.
- **Neue Geschäftsmodelle:** Daraus entstehen neue Geschäftsmodelle, die wiederum als Katalysator für das Internet der Dinge und Dienste wirken.

10. Assistenzsysteme



Der in der Grafik dargestellte, linear steigende Herausforderungsgrad hat einen entscheidenden Bruch zwischen kompliziert und komplex: Komplizierte Probleme sind vorhersehbar, beherrschbar und automatisierbar, wenn man genug Wissen darüber hat. Komplizierte Probleme kann man berechnen; sie lassen sich somit alleine durch IT lösen. Komplexe Probleme sind zwar beeinflussbar, aber ohne die Folgen vorherzusehen – also nicht berechnen- oder beherrschbar. Exakte Planung für ein komplexes System ist de facto pure Illusion.

Lean und Industrie 4.0 nutzen deshalb unterschiedliche Stoßrichtungen, um der ständig wachsenden Herausforderung Herr zu werden. Lean verwendet Methoden und Verfahrensweisen zur effizienten und einfachen Gestaltung von Arbeitsprozessen. Das heißt, dass Lean die Steigerung der Herausforderung für den Menschen nicht zulässt. Bei den heute vorliegenden Hochleistungsprozessen stoßen jedoch sowohl der Lean-Lösungsansatz als auch der Mensch immer häufiger an ihre Grenzen: Umso wichtiger ist es, dass zuerst alle verfügbaren Lean-Methoden erfolgreich umgesetzt wurden. Darauf aufbauend können nun Bausteine von Industrie 4.0 zum Einsatz kommen. Industrie 4.0 lässt die steigende Komplexität vollständig zu und reduziert durch Assistenzsysteme die wirkende, bei dem Menschen ankommende Komplexität auf ein beherrschbares Maß.

Ein modernes Assistenzsystem im Sinne von Industrie 4.0 arbeitet zusätzlich als MES. Es fungiert als Bindeglied zwischen ERP-System und dem Shopfloor (vertikale Integration) sowie zwischen den einzelnen den Fertigungsprozess ausführenden Einheiten im Shopfloor (horizontale Integration).

Mit Hilfe des Bausteins „Assistenzsystem“ wird es möglich, eine beherrschbare Prozesskomplexität ohne Abstriche in der Prozessleistung und -robustheit zu managen. Intelligente, browserfähige Assistenzsysteme mit integriertem Multidolmetscher wirken im Verborgenen und haben Zugriff auf alle Maschinen, Anlagen und Softwaresysteme, wobei das Internet beziehungsweise Intranet als Kommunikationsmedium fungiert.



Bilder: Johann Hofmann, Maschinenfabrik Reinhausen

Instandsetzung und vorbeugende Wartung rotierender Maschinen – vom Servomotor bis hin zum Generator

- © 24 Stunden Service: 0911 9552-150
- © Thermographische Analyse
- © Maschinenprüfung nach VDE 0113-1
- © Modernisierung und Retrofit
- © Lagerverkauf von Motoren und Stromrichtern
- © Hol- und Lieferdienst

11. Cyber-Physical Systems

Cyber-Physical Systems (CPS), auch cyber-physische Systeme genannt, sind Systeme, bei denen Computer oder Teile von diesen mit physisch vorhandenen Geräten kommunizieren und diese steuern. Oft werden sie auch als „Embedded Systems“, also eingebettete Systeme, bezeichnet. Intelligente industrielle Assistenzsysteme mit Direktzugriff auf alle Anlagen und integriertem „Multi-Dolmetscher“ sind die Basis von cyber-physischen Systemen. Dies gibt Raum für eine völlig neue Planung von Fertigungsanlagen. Als Kommunikationsmedium wird das Internet beziehungsweise das Intranet verwendet. Unter CPS versteht man auch industrielle Anwendungen, die dadurch Nutzen erzeugen, dass sie Daten, die in verschiedenen Teilsystemen entstehen, auf einer höheren Ebene intelligent zu Informationen verdichten.

Das Fraunhofer IIS definiert CPS im engeren Sinne wie folgt: „Bei 'Cyber-Physical Sys-

tems' handelt es sich um verteilte, miteinander vernetzte und in Echtzeit kommunizierende, eingebettete Systeme, welche mittels Sensoren die Prozesse der realen, physischen Welt überwachen und durch Aktuatoren steuernd beziehungsweise regulierend auf diese einwirken. Sie zeichnen sich zudem häufig durch eine hohe Adaptabilität und die Fähigkeit zur Bewältigung komplexer Datenstrukturen aus.“

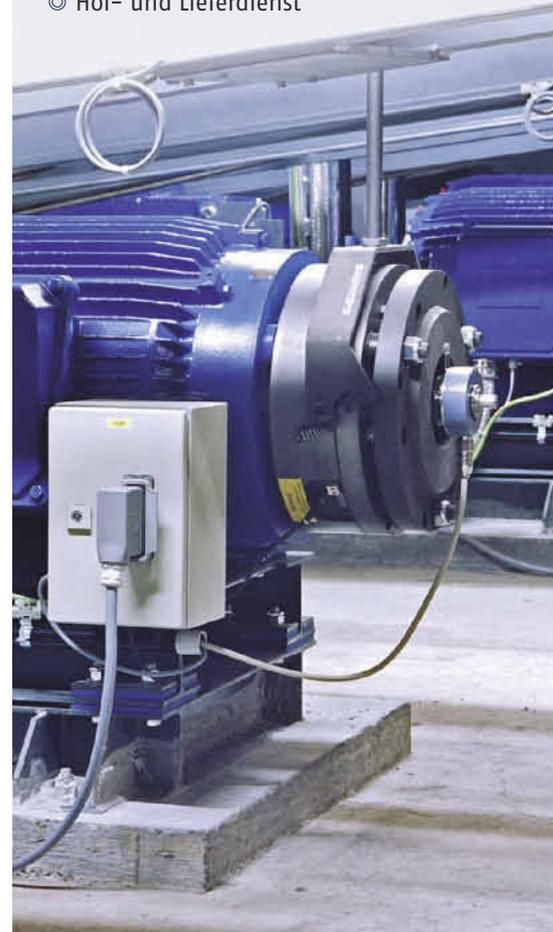
Das intelligente Werkstück navigiert selbstständig durch die Supply Chain und steuert seine Anwendung selbst. Der Rohling „sagt“, was zu tun ist. Dies ist nur ein Anwendungsszenario von CPS, und ob sich diese Technologie im Umfeld der CNC-Maschinen durchsetzt, steht noch aus.

Als Basistechnologie für CPS ist ein Assistenzsystem in Form einer Datendrehscheibe notwendig. Sonst navigiert das intelligente Werkstück zwar selbstständig durch die Fertigung, aber ohne ausreichende Führung.

12. Smart Factory

Die Vorstellung der Smart Factory verwirklicht ein neues Verständnis der Internetnutzung für die Produktion. So bezeichnet die Smart Factory den Wandel zu einer widerstandsfähigeren (resilienten) Fabrik, in der Mensch, Maschine und Bauteil kommunizieren und nur das gefertigt wird, was tatsächlich benötigt wird. Der Fertigungsprozess verläuft hier dezentral, wird also durch die herzustellenden Produkte selbst gelenkt (Cyber-Physical Systems). Die Roh- und Halbfertigerzeugnisse sowie Produkte einer Fertigung sind nun intelligente und vernetzte Informationsträger, die mit ihrer Umgebung, Menschen und Anlagen kommunizieren.

Menschen, Maschinen und Ressourcen eines Unternehmens sind hier in ein Netzwerk integriert und arbeiten Hand in Hand. Mit Hilfe von Assistenzsystemen wird es in Zukunft möglich sein, eine beherrschbare Prozesskomplexität ohne Abstriche in der Prozessleistung und Prozessrobustheit zu managen. In der Smart Factory wird dank der Echtzeitsteuerung durch das Internet der Dinge eine bessere Energie- und Ressourceneffizienz und eine höhere Produktivität realisiert, was immense Vorteile sind, die Industrie 4.0 Unternehmen bietet.




**BAUMÜLLER
SERVICES**

www.baumueller-services.com



be in motion