

# Industrie 4.0 und mögliche Auswirkungen auf die Produktions- und Prozesstechnik

S. Ripperger\*

Mit den Schlagworten „Integrated Industry“, „Digitalisierung“ und „Industrie 4.0“ wird eine erwartete Entwicklung gekennzeichnet, nach der die klassischen Industrien mit der zugehörigen Produktions- und Anlagentechnik vor einem revolutionären Umbruch stehen. Die in Ansätzen bereits genutzte Kommunikations- und Informationstechnik soll die dazu notwendige Infrastruktur, das Prozess-Knowhow und die „eingebetteten Systeme“ liefern. Im folgenden Beitrag werden in diesem Zusammenhang mögliche Entwicklungen auf den Gebieten der Produktions- und Prozesstechnik aufgezeigt. Akteure, welche die Industrie 4.0 in Deutschland vorantreiben, werden vorgestellt und eingeführte Begriffe erklärt.

## 1. Einleitung

2013 wurde auf der Hannover Messe unter den Schlagworten „Integrated Industry“ die zunehmende Vernetzung in den Industriebereichen durch die Kommunikations- und Informationstechnik (KIT) in den Mittelpunkt gerückt. Die Veranstaltung war ein Treiber für die zuvor in der Forschung als Zukunftsprojekt formulierte „vierte industrielle Revolution“, die auch unter der Bezeichnung „Industrie 4.0“ bekannt wurde. Es wird erwartet, dass sie die „Dritte industrielle Revolution“ ablöst, welche durch den Einsatz der Elektronik und der Informationstechnik (IT) seit den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts eine weitgehende Automatisierung der Produktion ermöglichte. Man erwartet, dass mit der vierten industriellen Revolution bzw. der Industrie 4.0 durch den Einsatz „Cyber-physischer Systeme“ und das „Internet der Dinge“ die heute klassischen Industrien mit der zugehörigen Produktions- und Anlagentechnik revolutioniert werden.

2013 war die Beschreibung der zu erwartenden Entwicklungen noch diffus und eine breite öffentliche Diskussion über die neuen Möglichkeiten wurde erst angestoßen. Die Industrieverbände BITKOM, VDMA und ZVEI haben zur Weiterentwicklung im gleichen Jahr die „Plattform Industrie 4.0“ eröffnet und ein gemeinsames Informationsportal im Internet eingerichtet. Auf der Hannover Messe 2015 wurde dieses erweitert. Sie wird nun auch von der Politik, der Wissenschaft und den Gewerkschaften getragen. Die Bundesregierung will dadurch die Chancen der Digitalisierung in der Wirtschaft fördern.

\* Prof. Dr.-Ing. Siegfried Ripperger  
Information and Engineering Services (IES) GmbH  
Luxstr. 1, 67655 Kaiserslautern  
Tel.: 0177-605-1291  
E-Mail: [www.ies-services.eu](http://www.ies-services.eu)

Heute nach vielen Tagungen, Kongressen und Kommentaren zur Thematik zeichnet sich ein etwas konkreteres Bild ab, so dass auch über die Auswirkungen der Industrie 4.0 auf die Prozess- und Verfahrenstechnik spekuliert werden kann. Zunächst soll jedoch der derzeitige Stand der Technik kurz umrissen werden.

## 2. Stand der Technik

Die Prozess- und Verfahrenstechnik, die zur Produktion zahlreicher Güter und zum Umweltschutz genutzt wird, weist heute bereits einen hohen Automatisierungsgrad auf. Die Technik auf Basis speicherprogrammierbarer Steuerungen (SPS) und konventionellen Mess-, Steuer- und Regelgeräten trägt dazu bei, dass Prozesse sicher, zuverlässig und entsprechend der Zielsetzung möglichst im optimalen Bereich der Prozessparameter betrieben werden. Beim Einsatz stehen u. a. folgende Aspekte im Fokus:

### Betriebssicherheit

Bei verfahrenstechnischen Anlagen muss heute eine hohe Verfügbarkeit und Effizienz gewährleistet werden. Das rechtzeitige Erkennen von Unregelmäßigkeiten ist dabei ein Schlüssel, um Fehler und Unterbrechungen zu vermeiden. Die Erfassung, Anzeige und/oder Protokollierung für die Betriebssicherheit relevanter Größen, die Signalisierung bei einer Grenzwertüberschreitung und ggf. eine Notabschaltung sind Stand der Technik.

### Prozessstabilität

Die Mess- und Regeltechnik sorgt heute für die Aufrechterhaltung von Sollabläufen sowie eine Minimierung der Auswirkungen von Störungen.

### Prozessoptimierung

Zur Aufrechterhaltung von optimalen Sollabläufen, werden gemessene Signalverläufe (analog oder digital) in

Echtzeit an einen Prozessrechner übertragen und in Verbindung mit den Parametern eines Prozessmodells ausgewertet. Hierzu werden zahlreiche Prozessparameter, wie z. B. Volumenstrom, Temperatur, Druck, Leifähigkeit, pH-Wert, Trübung, Füllstand, online bzw. inline in den notwendigen Messbereichen erfasst, dargestellt und verarbeitet. Für eine Reihe anderer Parameter fehlt jedoch noch eine inline- bzw. onlinefähige Messtechnik. Hierzu gehören z. B. Nano-Partikelgehalt, Mikroorganismen, komplexe gelöste Stoffe (z. B. Hormone und Medikamentenrückstände bei der Wasseraufbereitung). Solche Parameter sind u. a. für die Kontrolle von Separationsprozessen von Bedeutung. Sie werden oft mit aufwendigen Labormethoden ermittelt.

Die heutige Automatisierung beschränkt sich meist auf einen verfahrenstechnischen Prozess, der in Form einer verfahrenstechnischen Anlage realisiert wurde. Dabei werden Daten über ein fest verkabeltes System überwiegend analog (4 ...20 mA-Technik) übertragen. Diese Systeme sind robust, betriebssicher und einfach zu warten.

## 3. Mögliche Entwicklungen in der Prozess- und der zugehörigen Produktionstechnik

Die zukünftige Entwicklung wird in einer weiteren Vernetzung der Produktion über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg bestehen. Dabei kann eine stärkere Vernetzung über mehrere Produktionsprozesse (horizontal) sowie über Prozessebenen (vertikal) hinweg erwartet werden. Diese Vernetzung ermöglicht eine integrierte Datenerfassung, -analyse und grafische Darstellung in Echtzeit. Bei zusätzlicher Berücksichtigung von Daten aus Geschäftsprozessen werden die Produktionsprozesse und die zugehörigen Betriebe transparent, was bedeutet,



dass von jedem Ort und zu beliebiger Zeit auf die aktuellen Daten zugegriffen werden kann. Es besteht dann die Möglichkeit, dass die Prozessketten von der Beschaffung bis zum Kunden in Echtzeit abgebildet werden können. Das ermöglicht z. B. eine Supply-Chain-Optimierung über eine Vorausberechnung der Bedarfssituation und der weltweit abgestimmten Produktion, Konfektionierung und Distribution der Produkte. Dadurch kann die Auslastung von Anlagen erhöht und die Lagerhaltung reduziert werden, woraus sich Kostenvorteile ergeben.

Eine Basis für diese Vernetzung ist die Kommunikations- und Informationstechnik. Sie ermöglicht, dass daraus ein Internet der Dinge, Dienste und Daten entsteht, das dann zur Steuerung hoch-komplexer Prozesse genutzt werden kann. Hinzu kommen die Automatisierungstechnik und die Messtechnik als weitere Kerntechnologien auf dem Weg zur „Industrie 4.0“.

**3.1 Prozessteuerung und -regelung**

Die Steuerung und Regelung verfahrenstechnischer Anlagen basiert auf Parametern, die im Prozess gemessen und überwacht werden. Viele verfahrenstechnische Prozesse werden im Verbund betrieben. Dabei werden z. B. im Zusammenhang mit der Produktionsplanung

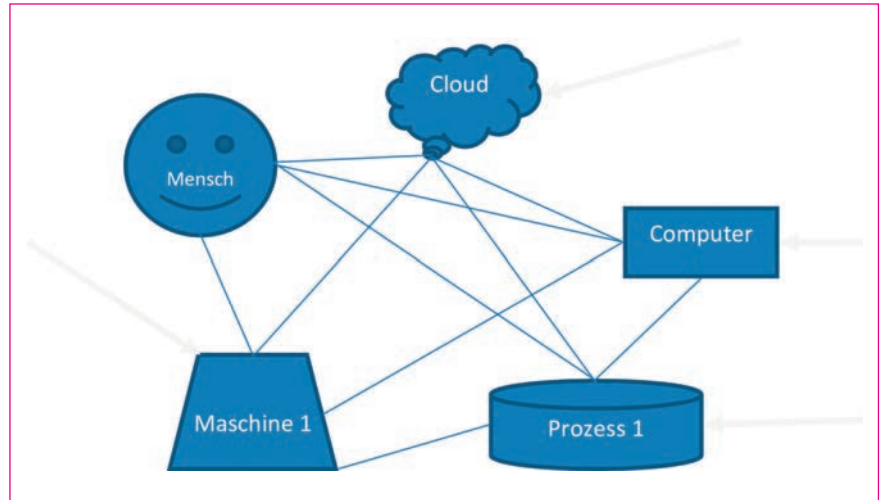


Abb. 1: Vernetztes System im Sinne der Industrie 4.0

Daten berücksichtigt, die in anderen Betrieben anfallen. Bereits heute werden Daten modellbasiert ausgewertet, um optimale Betriebszustände bzw. Produktionsabläufe zu ermitteln. Dabei können Sensordaten, die innerhalb der Prozesse ermittelt werden, mit einbezogen werden, so dass Abweichungen vom Optimum schnell erkannt werden.

Im Zusammenhang mit der „Industrie 4.0“ können solche mathematische Modelle erweitert werden, sodass die mehr Zustands-

und Störgrößen berücksichtigt werden. Durch die Einbindung von Daten aus Geschäftsprozessen (z. B. Auftrags-, Absatz-, Beschaffungs- und Logistikdaten) können die Prozesse besser als bisher an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden. Das ermöglicht im Fall von Produktionsanlagen eine bessere Planung der Anlagenauslastung, der Produktion möglicher Produktvarianten und der zugehörigen Mengen und Auslieferungstermine. Die eingebetteten Systeme erlauben eine

[www.paco-online.com](http://www.paco-online.com)  
[www.heta.com](http://www.heta.com)

# P A C O Gruppe

## Ästhetik der Präzision

Schönheit kann manchmal unsichtbar sein. Wenn ein technischer Prozess in einem Behälter perfekt abläuft, weil alle Komponenten und Funktionen zu einer optimalen Qualität des Prozesses insgesamt führen, dann ist das Ästhetik in Perfektion. Hier wird Beides sichtbar.



Mehr Informationen: Tel. +49 6663 978 – 0 Fax + 49 6663 91 91 16  
PAUL GmbH & Co. P.O. Box 1220 36396 Steinau a. d. Straße Germany



Auftragsüberwachung in Echtzeit und eine Prognose ob geplante Ziele erreicht werden.

Aufgrund der gestiegenen Anforderungen der Kunden nimmt bei vielen Produktionsprozessen die Bedeutung von Standardprodukten ab. Dagegen nehmen individuelle Produkte, die für ganz bestimmte Kunden oder Anwendungen entwickelt wurden, zu. Infolge der größeren Produktpalette muss auch die Flexibilität der Produktion und der zugehörigen Prozesse erhöht werden. Gerade für eine Industrie, die Produktionsprozesse mit hohen Durchsätzen in möglichst kontinuierlich betriebenen Anlagen produziert, stellt diese Entwicklung eine große Herausforderung dar.

Schnelle technische Veränderungen verkürzen zudem den wirtschaftlichen Lebenszyklus von Produkten. Daher müssen neue oder verbesserte Produkte in kürzeren Zeiten entwickelt und die Produktionsprozesse entsprechend angepasst werden. Zudem erhöhen sich aufgrund der zunehmender Kleinserien bzw. kleiner Chargengrößen der Anteil der Kosten pro Einheit für Entwicklungen und Umrüstungen. Es muss daher damit gerechnet werden, dass der Gewinnbeitrag eines Produktes während seiner wirtschaftlichen Lebensdauer schneller abnimmt als früher. Das Thema Kosten rückt daher verstärkt in den Vordergrund. Auch diese Entwicklungen haben zur Folge, dass die Aufgaben in den Unternehmen spezifischer, vielfältiger und komplexer werden.

Nach der Meinung vieler Experten werden die Entwicklungen im Rahmen der „Industrie 4.0“ mit dazu beitragen, dass die komplexer werdenden Geschäftsprozesse im Spannungsfeld der Kundenanforderungen, der Produktentwicklung und der Produktion sicher und wirtschaftlich optimal beherrscht werden.

### 3.2 Verbesserte bzw. erweiterte Sensor- und Messtechnik

Eine Voraussetzung für eine optimale Steuerung und Regelung verfahrenstechnischer Prozesse ist eine schnelle und genaue Erhebung relevanter Daten im Prozess. Dabei kann es sich um Daten zu chemischen Abläufen und Reaktionen oder um Zustandsgrößen komplexer, disperser Stoffsysteme handeln. Viele der eigentlichen Zielgrößen (z. B. Konzentrationen stofflicher Verbindungen, Partikelgrößen bzw. Partikelgrößenverteilungen sowie Stoffeigenschaften) können heute noch nicht im Prozess inline oder online erfasst werden, da die hierzu notwendigen Messgeräte nicht zur Verfügung stehen. Auf diesem Gebiet zeichnet sich ein Nachholbedarf ab, der teilweise dadurch gelöst werden kann, dass bekannte Labormethoden auf die Belange einer Inline- oder Online-Prozessmesstechnik weiterentwickelt werden.

Die schnelle Erfassung von Daten im Prozess ist nur der erste Schritt. Der Datenaustausch über Prozessgrenzen hinweg und ihre Auswertung im Sinne einer Prozessoptimierung ist der zweite Schritt. Dabei werden nicht nur Sensordaten, sondern auch Produkteigenschaften, Daten zu Anlagenkomponenten wie Pumpen und Antrieben sowie Daten von Geschäftsprozessen berücksichtigt. Auf dieser Basis können z. B. mögliche Anlagenausfälle frühzeitig erkannt, geeignete Maßnahmen zur Instandhaltung eingeleitet und Prozessabläufe quasi automatisch optimiert werden. Innerhalb einer digitalen Produktion sind Sensoren vernetzt und ihre Daten werden im Verbund mit anderen Informationen erfasst und ausgewertet.

### 3.3 Modularisierung

Innerhalb der Anlagentechnik nimmt die Modularisierung immer mehr an Bedeutung zu. Sie beinhaltet validierte Anlagenmodule für wiederkehrende Prozessstufen, wie z. B. Erhitzen bzw. Kühlen, Pumpen, Mischen, Filtrieren, Zentrifugieren oder ganze Funktionseinheiten, wie Systeme zur Wasseraufbereitung oder zur CIP-Reinigung. Die einzelnen Module bestehen aus vorgefertigten Funktionseinheiten (Units oder Skids) und werden so ausgelegt und gestaltet, dass sie nach dem Baukastenprinzip kombinierbar sind. In den Funktionseinheiten werden mittels Sensoren Daten erhoben und der Gesamtprozess über Stellglieder (Aktoren) gesteuert. Industrie 4.0 erfordert die durchgängige Vernetzung all dieser Komponenten. Standardisierte Schnittstellen zwischen den einzelnen Modulen sind daher eine Voraussetzung für Industrie 4.0-Ansätze. Die Vorteile der Modularisierung werden sich jedoch erst voll entfalten, wenn dazu auch eine angepasste modulare Software angeboten wird, welche auf die Geräte der einzelnen Module und die Schnittstellen zwischen den Modulen abgestimmt ist. Die Modularisierung ist meist gleichzeitig auch mit einer Standardisierung verbunden, wodurch sich innerbetrieblich technische und wirtschaftliche Vorteile bei der Angebotsabwicklung, dem Engineering, der Dokumentation, der Montage, der Automatisierung sowie dem Einkauf und die Bevorratung von Bauteile ergeben.

### 3.4 Papierlose Dokumentation

Im Zusammenhang mit der Errichtung einer verfahrenstechnischen Anlage werden eine Reihe von Plänen, Dokumenten und Anleitungen heute bereits überwiegend digital erstellt und erfasst. Viele Unterlagen müssen aufgrund gesetzlicher Bestimmungen erstellt werden, wie z. B. CE-Konformitätserklärungen, ATEX-Zertifikate oder Werkstoffzeugnisse. Hinzu kommen schriftliche Unterlagen zur

Bedienung, Wartung und Instandsetzung. Einige der Unterlagen werden im Laufe der Zeit ergänzt oder entsprechend den Änderungen und Umbauten geändert. Im Rahmen der Industrie 4.0 zeichnet sich ab, dass Dokumente, die im Laufe eines Lebenszyklus einer Anlage digital erstellt und erfasst werden, intelligent miteinander verknüpft werden, so dass man je nach Bedarf schnell darauf zurückgreifen kann. Anbieter von Komponenten und Dienstleistungen müssen damit rechnen, dass sie mehr als bisher den Anforderungen der papierlosen Dokumentation gerecht werden.

### 3.5 Fernüberwachung und After Sales Services

Eine optimale Wartung und Instandhaltung technischer Anlagen gewährleistet eine hohe Betriebssicherheit und verhindert zuverlässig Verluste durch Schäden und Stillstandzeiten. Viele Lieferanten überlassen die Wartung nach der Lieferung und Abnahme einer Anlage dem Kunden. Dabei kennt der Lieferant die Anforderungen an die Wartung der Anlage meist besser als der Kunde. Daher kann ein auf die Bedürfnisse einer Anlage abgestimmtes Serviceangebot durch den Anlagenlieferanten für beide nützlich sein. Es gewährleistet dem Betreiber eine hohe Anlagenverfügbarkeit und eine Planung der Instandhaltungskosten. Der Anlagenlieferant kann die mit einer Störung verbundenen Imageverluste vermeiden, und die Erfahrungen beim Anwender für Weiter- bzw. Neuentwicklung nutzen und gleichzeitig eine hohe Kundenbindung erreichen.

In einigen Bereichen übernehmen die Lieferanten einen Rund-um die Uhr Service. Es spricht vieles dafür, dass solche Serviceleistungen unter dem Dach der „Industrie 4.0“ zunehmen werden. In diesem Zusammenhang wird der Fernüberwachung von Anlagen und der darauf aufbauenden diagnostischen Datenanalyse eine größere Bedeutung zukommen. Die Informationstechnologie und der Maschinen- und Anlagenbau wachsen dabei zusammen. Die mit der „Industrie 4.0“ entstehende eingebetteten Systeme und drahtgebundene oder drahtlose Kommunikationsnetze können auch zur Überwachung weit entfernter Anlagen genutzt werden. Daten der Mess-, Steuer- und Regeltechnik und spezieller Sensoren werden z. B. per Mobilfunk drahtlos zu einem zentralen Server gesendet. Der Zugriff auf die Daten des Servers kann mittels internetfähiger Endgeräte (z.B. Tablets) erfolgen. Dabei können die Daten z. B. in Sinne eines Diagnosesystems ausgewertet werden. Bei Abweichungen von Sollwerten kann der Anlagenlieferant dem Kunden Handlungsanleitungen vor-

schlagen oder Maßnahmen ergreifen, um einen ordnungsgemäßen Weiterbetrieb der Anlage zu sichern.

### 3.6 Cloud-Services

Anlagenlieferanten können im Zusammenhang mit einer Fernüberwachung und einer Datenanalyse auch Cloud-Services anbieten. Damit können für die Nutzer die Kosten der Datenspeicherung gesenkt und die immer größeren Mengen von Anlagendaten bedarfsgerecht ausgewertet werden. General Electric (GE) hat einen solchen Service unter der Bezeichnung „Prefix-Cloud“ speziell für die industrielle Datenanalyse entwickelt. Die Plattform erfasst und analysiert Industrie-Daten und will die lokale Datenerfassung und -verarbeitung ergänzen. Dazu erfasst ein vorkonfigurierter Industrie-PC Prozessdaten und schickt diese kennzahlengerecht aufbereitet in die Cloud. In der Cloud können dann weitere festgelegte Parameter berechnet und hinterlegt werden. Über den Webbrowser auf dem PC oder mobile Endgeräte kann dann auf die visualisierten Daten zugegriffen werden. Solche Lösungen erlauben es einen oder mehrere Produktionsprozesse zu überwachen und zu beurteilen. Ferner können dabei auch Daten von Zulieferern, vom Service und vom Vertrieb berücksichtigt werden. Es entsteht dadurch ein „intelligentes“ System, das es ermöglicht, eine zunächst unüberschaubare Zahl von Daten in einem bestimmten Kontext zu betrachten und zu analysieren.

Trotz der genannten Vorteile entwickelt sich der Markt für Cloud-Services langsam. Viele mögliche Anwender machen sich Sorgen bezüglich der Datensicherheit. Die Deutsche Telekom ist für ein europäisches Gütesiegel, das gewährleisten soll, dass die Daten in der EU gespeichert und die strengeren europäischen Datenschutz- und Datensicherheitsrichtlinien eingehalten werden. Das vor fünf Jahren eingeführte Gütesiegel der Euro-Cloud gibt den Standort des Rechenzentrums an, es macht jedoch keine Angaben darüber, welches Recht z. B. bei US-Unternehmen zur Anwendung kommt. Bei Tochtergesellschaften von US-Unternehmen, die auch dieses Gütesiegel führen, kann z. B. amerikanisches Recht angewendet werden.

### 3.7 Mobile Assistenzsysteme

Mobile Endgeräte, wie z. B. Smartphones und Tablets, werden im privaten Bereich intensiv genutzt, während die Einbeziehung dieser Technik in das Umfeld verfahrenstechnischer Prozesse noch in den Anfängen steht. Mit mobilen Endgeräten können Informationen und Daten in einer hohen Qualität und mit einer hohen Geschwindigkeit abgerufen werden. Damit ergeben sich für

Überwachungs-, Steuerungs- und Schulungsmaßnahmen im Bereich der Prozesstechnik neue Möglichkeiten. Im Zusammenhang mit der Industrie 4.0 ist die zunehmende Nutzung dieser Systeme denkbar.

Die Siemens Software Comos WebView, Version 2.0, ermöglicht z. B. ein ganzheitliches Anlagenmanagement bei der Planung und dem Betrieb über touchfähige Endgeräte. Ein Nutzer kann damit webbasiert Zugriff auf Leistungskennzahlen, Reports sowie Dokumentationen zu einer Anlage erhalten.

Mit mobilen Assistenzsystemen können Arbeitsabläufe, die sich nicht automatisieren lassen, z. B. durch eine Bedienerführung im System unterstützt und kontrolliert werden. Es können damit auch Aufträge erteilt und eine bessere Abstimmung von Arbeitsabläufen erreicht werden. Sie können auch eine zusätzliche Fernunterstützung bieten und dazu dienen, die Mensch-Maschine-Interaktionen verbessern. So ist es denkbar, dass z. B. 3D-Datenbrillen und Tablet-PCs bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten dazu genutzt werden dem Personal wichtige Unterlagen, wie z. B. Ersatzteillisten, Baupläne oder Bauanleitungen, bereit zu stellen.

Bei der KSB AG geht man noch einen Schritt weiter. Die App KSB Sonolyser macht aus einem Smartphone oder Tablet-PC ein Messgerät, indem die Geräuschfrequenz des Asynchronmotors aufgenommen und geprüft wird, ob Energieeinsparpotenziale vorhanden sind. Basierend auf der ermittelten Wellendrehzahl und der vom Anwender einzugebenden Leistungsdaten der Pumpe wird der Durchfluss der Pumpe mittels eines von KSB entwickelten Algorithmus geschätzt. Die App lässt sich nicht nur auf KSB-Pumpen anwenden und wird kostenlos bereitgestellt.

### 3.8 Soziale Medien

Mobile Endgeräte, wie Smartphones und Tablets, haben auch zu einer starken Verbreitung und Nutzung der Sozialen Medien geführt. Sie erlauben den Nutzern, dass sie untereinander einzeln oder in Gemeinschaft Informationen und mediale Inhalte austauschen. Mit Hilfe der Geräte und Systeme kann jeder mit jedem kommunizieren. Während heute noch die private Nutzung im Vordergrund steht, sind auch Anwendungen im Rahmen der Industrie 4.0 denkbar.

Ein aktuelles Beispiel ist die Einsatzplanungsapp „Schicht-Doodle“, das nach dem bekannten Planungstool im Internet benannt ist, und das es einfacher macht, einen gemeinsamen Termin mit mehreren Beteiligten zu finden. Beim „Schicht-Doodle“ geht es nicht um private



## Die bessere Alternative zu Kieselgur und Perlite

## Cellulose Filterhilfsmittel

- wirtschaftlicher
- umweltfreundlicher
- nachwachsende Rohstoffe
- Entsorgungsvorteile



für die  
Anschwemmfiltration

MESSE WFC 12  
Taipei

11.-15.04.16, Stand A1208

### System- und Technologie Partner



Applikationsservice



Dosier- und Förder-  
technik

J. RETTENMAIER & SÖHNE  
UMWELT + CO. KG



Fasern aus  
der Natur

Geschäftsbereich Filtration  
73494 Rosenberg (Germany)  
Tel: 07967 / 152 393

[www.jrsfiltration.de](http://www.jrsfiltration.de)

Termine, sondern um ein System zur flexiblen Gestaltung der Arbeitszeit. Die Mitarbeiter können dabei mit dem Smartphone entscheiden, ob sie sich zu einer angefragten Schicht melden wollen oder nicht. Das System wurde im Rahmen des Projektes „KapaflexCy“ (selbstorganisierte Kapazitätsflexibilität in Cyber-Physical-Systems) entwickelt, das aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird und an dem mehrerer Organisationen und Firmen beteiligt sind. Mit dem „Schicht-Doodle“ können Unternehmen

den Mitarbeiterinsatz gemeinsam mit den Mitarbeitern flexibel, kurzfristig und unternehmensübergreifend steuern. In der Prozesstechnik könnte damit die notwendige Flexibilisierung in Verbindung mit einer Revision, Instandhaltung, Modifikation oder Störung erreicht werden. Oft können in diesen Zusammenhängen nicht alle Arbeiten im Voraus geplant werden.

### 3.9 Allgemeine Entwicklung

Es wird erwartet, dass zukünftig verteilte Sensoren und sonstige Informationen liefernde Komponenten im Verbund mit

softwaretechnischen Komponenten und mechanischen und elektronischen Teilen über eine Dateninfrastruktur, wie z. B. das Internet, kommunizieren. Es entstehen dadurch sogenannte eingebettete Systeme, die es ermöglichen auch komplexe dezentrale Produktionsprozesse zu steuern und zu regeln, ohne dass der Mensch eingreifen muss. Ein anschauliches Beispiel ist das fahrerlose Auto, das GPS gesteuert ein vorgegebenes Ziel unter Berücksichtigung der unvorhersehbaren Situationen im Straßenverkehr ansteuert und findet. Die Systeme die solches bewirken, entstehen

## Erklärung benutzter Begriffe

### Big Data

Der Begriff „Big Data“ steht für die immense Datenflut, die in Verbindung mit automatisierten technischen Prozessen anfällt. Es wird erwartet, dass die pro Zeiteinheit ermittelte Datenmenge infolge der Entwicklung der „Industrie 4.0“ noch wesentlich größer wird. Zunehmend erkennt man in dieser Datenflut auch eine Ressource, die in Verbindung mit rechnergestützten Auswerteverfahren unterschiedliche Einblicke in reale komplexe Prozesse gewährleisten kann. Prozesse können ggf. auf dieser Basis besser an wechselnde Anforderungen angepasst und optimiert werden. Weiterhin können ggf. Tendenzen, Szenarien und Risiken einer zukünftigen Entwicklung ermittelt werden. Dabei spielt auch interdisziplinäre Auswertung von Daten und die Anwendung sogenannter Data-Mining-Algorithmen eine Rolle.

### Cyber-Physische Systeme (CPS, engl. Cyber-Physical Systems)

Cyber-Physische Systeme sind physische Gegenstände, die über das Internet miteinander verbunden sind und Daten austauschen sowie vorgegebene programmierte Steuerungsprozesse auslösen. Dazu gehören z. B. Systeme, die Planungsdaten aus Beschaffung oder dem Verkauf, mit Daten aus den zugehörigen weit verzweigten realen Produktionsprozessen zusammenführen, auswerten und darauf aufbauend auch Reaktionen auslösen. CPS wirken oft in Verbindung mit einer dezentralen Steuerung (engl. Embedded Systems).

### Embedded Systems

Der Begriff „Embedded Systems“, auf Deutsch „eingebettete Systeme“, beschreibt Computersysteme, die man nicht wahrnimmt, die jedoch wirken und uns in der Regel unterstützen oder schützen. Verwandte Begriffe sind „embedded microprocessors“, „embedded controller“, „embedded devices“. Es handelt sich dabei in der Regel um Systeme, die nicht der klassischen Datenverarbeitung und Computertechnik mit PCs zugeordnet werden (siehe z. B. [www.embedded.com](http://www.embedded.com)).

### Industrie 4.0

Industrie 4.0 ist ein Synonym für den Begriff „vierte industrielle Revolution“. Man beschreibt damit die erwarteten grundlegenden bzw. revolutionären Umwälzungen des industriellen Sektors durch den Einsatz „Cyber-Physischer Systeme“ und das Internet. Die Informations- und Kommunikationstechnik soll dazu die notwendige Infrastruktur, das Prozess-Knowhow und die eingebettete Systeme (engl. Embedded Systems) liefern. In den USA wird im Sinne der Industrie 4.0 auch von der „Connected Industry“ oder der „Industrial Renaissance“ gesprochen. In Frankreich wurde dafür der Begriff „Industrie de Future“ eingeführt.

### Industrielle Revolution

Prozess einer grundlegenden Umwälzung bzw. Umordnung im industriellen Bereich infolge technischer Entwicklungen. Die erste industrielle Revolution begann etwa Mitte des 18. Jahrhunderts in England mit der Mechanisierung von Arbeitsabläufen mit Wasser- und Dampfkraft und dem Beginn der Fertigung in Großbetrieben. Die zweite industrielle Revolution am Ende des 19. Jahrhunderts leitete die Massenfertigung von Produkten mit Hilfe der elektrischen Energie ein. Daran schloss sich die dritte

industrielle Revolution am Beginn der 60er Jahre des 20. Jahrhunderts an, die durch den Einsatz von Elektronik und der Informationstechnologie (IT) eine weitgehende Automatisierung der Produktion ermöglichte.

Man erwartet, dass durch den Einsatz „Cyber-Physischer Systeme“ und das Internet, die klassische Industrien nun wieder vor einer grundlegenden Umwälzung und Umordnung steht, die als vierte industrielle Revolution oder Industrie 4.0 bezeichnet wird.

### Internet der Dinge

Internet der Dinge (engl. Internet of Things; IoT) bezeichnet Produkte, die mit dem Internet verbunden sind und darüber kommunizieren. Miteinander kommunizierende Produkte bilden Cyber Physical Systems (CPS). In Verbindung mit Computern können die Daten gespeichert, abgerufen oder mittels Software ausgewertet werden.

### Integrated Industry

Der Begriff beschreibt den automatisierten Informationsaustausch in der Industrie durch eine elektronische Vernetzung. Grundlage dafür ist die moderne Informationstechnologie (IT). Sie ermöglicht z. B., dass Maschinen und Anlagen miteinander kommunizieren, sich selbsttätig überwachen sowie steuern oder regeln. Dadurch können Produktionsprozesse optimiert und Warnhinweise erzeugt werden. Integrated Industry beschreibt neben der zunehmenden technischen und elektronischen Vernetzung auch die damit notwendigerweise verbundene unternehmens- und branchenübergreifende Zusammenarbeit aller Teilbereiche in der Industrie.

Man geht davon aus, dass die zunehmende Vernetzung in der Industrie ein entscheidender Erfolgsfaktor im Wettbewerb der Unternehmen und der Volkswirtschaften ist. Die erwartete globale Vernetzung und ihre Folgen werden als vierte industrielle Revolution und „Industrie 4.0“ bezeichnet.

### Smart Factory

Der Begriff steht für eine „intelligente“ Fabrik. In der Smart Factory verknüpfen vernetzte „eingebettete Systeme“ und „Cyber Physical Systems (CPS)“, physische Gegenstände mit vorgegebenen programmierten Steuerungsprozessen. Die Steuerungsprozesse können als eingebettete Dienstleistungen aufgefasst werden. In einer Smart Factory sind Maschinen und Geräte untereinander vernetzt, speichern Daten und bilden eine eigene Logik ab. Maschinen und Geräte sind teilweise auch getagged, was bedeutet, dass zu den Maschinen und Geräten Informationen zum Beispiel über Hersteller, Produktnamen und Leistung hinterlegt sind. Dabei besitzen sie oft auch eine eigene Programmierschnittstelle, die (auch) via Internet angesprochen und gesteuert werden kann.

Der Zusatz „Smart“ wird in diesem Sinne auch auf andere Einheiten angewendet. Beispiele hierfür sind Smart Product, Smart Building, Smart Home. Der Anteil an Elektronik und Software wird bei dieser Art von Einheiten mit eingebetteten Dienstleistungen ständig steigen.

### SPS

Speicherprogrammierbare Steuerungen, die in vielen Anlagen lokale Steuerungs- und Regelungsaufgaben übernehmen. Die internationale Norm IEC 61131 beinhaltet Grundlagen zur SPS.



aus der Vernetzung eingebetteter Systeme durch drahtgebundene oder drahtlose Kommunikationsnetze.

Man kann sich auch vorstellen, dass große, weit verteilte, komplexe Systeme entstehen, die sich hoch dynamisch an die jeweiligen Erfordernisse selbsttätig anpassen. Dabei kann es sich zum Beispiel um selbsttätig arbeitende Systeme zur Energie- und Wasserversorgung, zur Verkehrsregelung oder um die bedarfsgerechte Steuerung einer verfahrenstechnischen Produktionsanlage handeln. Auch die militärischen Frühwarn- und Verteidigungssysteme basieren auf cyberphysischen Systemen.

Im Fall eines Produktionsbetriebes gebraucht man in solchen Zusammenhängen die Begriffe „intelligente Fabrik“ bzw. „Smart Factory“. In einer „intelligenten Fabrik“ unterstützen z. B. Informations- und Kommunikationstechniken die Mitarbeiter. Maschinen und Anlagen sind vernetzt, kommunizieren untereinander und organisieren sich weitgehend eigenständig, um Produktionsaufträge durchzuführen.

#### 4. Cyber-Sicherheit

Mit der zunehmenden Integration der Kommunikations- und Informationstechnik in die Prozesstechnik, etwa im Zusammenhang mit einer Big Data-Analytik oder Cloud-basierten Plattformen, wird auch die Cyber-Sicherheit wichtiger denn je. Sie ist eine Voraussetzung für die Entwicklung der Industrie 4.0. Das Gesetz zur „Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme“ (kurz: IT-Sicherheitsgesetz), das am 25. Juli 2015 in Kraft getreten ist, ist ein erster Schritt

des Gesetzgebers, um die Sicherheit von IT-Systemen mit einer „hohen Bedeutung für das Allgemeinwesen“ in Deutschland zu gewährleisten. Es betrifft Betreiber „kritischer Infrastrukturen“, wie sie z. B. Energie- und Wasserversorger betreiben, und die bereits heute über das Internet kontrolliert und gesteuert werden. Die Betreiber müssen nun eine Reihe gesetzlicher Auflagen erfüllen, um die Sicherheit ihrer IT-Systeme zu gewährleisten (siehe separate Notiz).

Es kann erwartet werden, dass mit der Entwicklung der Industrie 4.0 auch eine wesentliche Erweiterung technologieorientierter IT-Dienstleistungen verbunden ist. Dazu gehören auch die Dienstleistungen zur Cyber-Sicherheit und zu den damit verbundenen Wartungsoptionen. Die Entwicklung von Systemen und Programmen zur Erkennung und Abwehr von Bedrohungen aus dem Netz werden wesentlich die Entwicklungen zur Industrie 4.0 mit bestimmen.

#### 5. Voraussetzungen für eine schnelle Entwicklungen

Eine wesentliche Voraussetzung für Industrie 4.0 ist ein flächendeckendes und sicheres Breitbandnetz mit hoher Verbindungsstabilität und geringen Latenzzeiten. Hier ist auch die Politik gefordert, dass diese Voraussetzung geschaffen wird. Sie muss auch einen gesetzlichen Rahmen schaffen, der einen adäquaten Umgang mit der wachsenden Datenmenge innerhalb und außerhalb der Unternehmen gewährleistet. Eine Harmonisierung der unterschiedlichen nationalen Datenschutzrichtlinien ist für die geplante Entwicklung

über die Grenzen hinweg unerlässlich. Weiterhin müssen Standards und einheitliche Schnittstellen für den digitalen Datenaustausch festgelegt werden.

Im Zusammenhang mit verfahrenstechnischen Prozessen wird oft nach dem Slogan „never change a running system“ gehandelt. Der Slogan wird verständlich, wenn man bedenkt, dass mit den bestehenden Systemen ein hoher Sicherheits- und Zuverlässigkeitsstandard gewährleistet wird. Das Neue muss erst noch beweisen, dass es dem hohen Niveau in der Prozesstechnik gerecht wird. Daher kann in der Prozesstechnik kein schneller Wandel erwartet werden.

Zulieferer und Dienstleister tun jedoch gut daran, bereits heute bei ihrem Angebot und den Neuentwicklungen die aufgezeigten möglichen Entwicklungen zu berücksichtigen. Wenn sich dadurch Vorteile ergeben, werden sie auch genutzt.

Für den Anbieter eines Filters mit Austauschpatronen kann das z. B. bedeuten, dass der Patronenwechsel auf Basis von Sensordaten und einer Software zur Abschätzung der Reststandzeit bedarfsgerecht geplant und durchgeführt wird. Die notwendige Ersatzteilbestellung kann aufgrund der inline erfassten Daten automatisch ausgelöst werden. Die optimale Wechselzeit und die notwendige Einsatzplanung des Mitarbeiters kann unter Berücksichtigung von Daten zur Produktionsplanung festgelegt werden. Das Beispiel zeigt, dass in diesem Fall das Angebot weit über die Bereitstellung und Lieferung funktionsgerechter Austauschpatronen hinausgeht.



## Aerosoltechnologie

### 30 Jahre Erfahrung in Filtertestsystemen

- Filter(medien)testsysteme: bis  $p_{\max} = 10 \text{ bar}$ ,  $T_{\max} = 250 \text{ °C}$
- Partikelmesssysteme von 4 nm bis 40  $\mu\text{m}$
- Aerosolgeneratoren
- Feinstaubmonitorsysteme:  $\text{PM}_{2,5}$  und  $\text{PM}_{10}$

Unsere Innovationen, Ihr Erfolg!

Palas GmbH | +49 721 96213-0 | www.palas.de | mail@palas.de

Filter testen kann so einfach sein!



PALASCOUNTS

Bei der Entwicklung zur Industrie 4.0 sind betroffene Mitarbeiter mit einzubinden und entsprechend auszubilden. Auch Zulieferer und Dienstleister, sollten eingebunden werden, da unternehmensübergreifend noch große Optimierungen möglich sind.

Das Management eines Unternehmens muss sich bewusst sein, dass mit der Einführung der „Industrie 4.0“ viele Daten, die heute noch als „interne Daten“ angesehen werden, über die Grenzen der Unternehmen hinweg ausgetauscht werden. Es muss daher auch diese Entwicklung mittragen und unterstützen. Spätestens in diesem Zusammenhang kommt die Frage auf, worin der eigentlich Nutzen für das Unternehmen bzw. den Betrieb besteht. Diese Frage muss dann für jede Maßnahme beantwortet werden. Vor diesem Hintergrund kann erwartet werden, dass der Übergang zur Industrie 4.0 in den Betrieben der Prozesstechnik in vielen kleinen Schritten vollzogen wird.

### Ergänzende Lektüre:

#### Leitfaden Industrie 4.0 – Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand

Hrsg.: VDMA gemeinsam mit dem Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion (DiK) der TU Darmstadt und dem wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Zu beziehen unter <http://leitfaden-i40.vdma-verlag.de/>; kostenfrei für VDMA-Mitglieder, Nicht-Mitglieder zahlen eine Schutzgebühr von 40,- Euro inkl. MwSt. Versandkosten.

#### Industrie 4.0: Auf dem Weg zur smarten Fabrik – die Elektroindustrie geht voran

Hrsg.: ZVEI

Zu beziehen unter [www.zvei.org/verband/publikationen](http://www.zvei.org/verband/publikationen) (kostenlos)

#### Whitepaper 4.0: Industrie 4.0 – Von der Vision in die Praxis

Hrsg.: Bosch

Zu beziehen unter [www.bosch-si.com](http://www.bosch-si.com) (kostenlos)

#### Industrie 4.0 – Whitepaper FuE-Themen

Hrsg.: Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)

Zu beziehen unter: [http://www.ipa.fraunhofer.de/fileadmin/user\\_upload/Leitthemen/Industrie\\_4.0/](http://www.ipa.fraunhofer.de/fileadmin/user_upload/Leitthemen/Industrie_4.0/) (kostenlos)

#### Industrie 4.0 – Chancen und Perspektiven für Unternehmen der Metropolregion Rhein-Neckar

Studie des Fraunhofer IPA im Auftrag der Industrie- und Handelskammern

Rhein-Neckar, Pfalz und Darmstadt Rhein Main Neckar; 64 Seiten (kostenlos)

### Angaben zu erwähnten Organisationen

#### BITKOM

Bitkom e. V. ist ein Interessenverband deutscher Unternehmen der digitalen Wirtschaft. Die Unternehmen des Verbandes bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Hardware oder Consumer Electronics her, sind im Bereich der digitalen Medien oder der Netzwirtschaft tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. Ort der Geschäftsstelle: Berlin; Internet: [www.bitcom.org](http://www.bitcom.org)

#### eco

eco ist ein Verband der Internetwirtschaft in Deutschland und vertritt deren Interessen gegenüber der Politik und in internationalen Gremien. Mit mehr als 600 Mitgliedsunternehmen gestaltet eco das Internet. Internet: [www.eco.de](http://www.eco.de)

#### EuroCloud

EuroCloud ist eine unabhängige non-profit Organisation und auf zwei Ebenen (national, international) organisiert. Länder aus Europa können Teil dieses Netzwerkes unter Anerkennung der EuroCloud Statuten werden. Internet: [www.eurocloud.org](http://www.eurocloud.org)

#### IPA

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart, Internet: [www.ipa.fraunhofer.de](http://www.ipa.fraunhofer.de)

#### VDMA

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.; Interessenverband der Investitionsgüterindustrie (Maschinen- und Anlagen), Geschäftsstelle: Frankfurt a. M., Internet: [www.vdma.org](http://www.vdma.org)

#### ZVEI

Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.; Interessenverband der Elektroindustrie in Deutschland; Geschäftsstelle: Frankfurt a. M., Internet: [www.zvei.org](http://www.zvei.org)

### IT-Sicherheitsgesetz

Das Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme (kurz: IT-Sicherheitsgesetz bzw. IT-SiG), das mit der Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt am 25. Juli 2015 in Kraft trat, ist ein Baustein der „Digitalen Agenda“ der Bundesregierung und soll die Bürger sowie die Sicherheit von Unternehmen im Internet verbessern. Das Gesetz beschreibt Anforderungen an die IT-Sicherheit der sogenannten „Kritischen Infrastrukturen“. Das sind Einrichtungen, die für das Gemeinwesen von zentraler Bedeutung sind. Dazu gehören u. a. die Bereiche Energieversorgung, Verkehr, Gesundheitswesen, Telekommunikation sowie Banken und Versicherungen. Die Betreiber solcher „Kritischen Infrastrukturen“ müssen danach organisatorische und technische Vorkehrungen treffen, einen Mindeststandard an IT-Sicherheit zu gewährleisten. Mindestens alle zwei Jahre müssen Nachweise der umgesetzten Vorkehrungen durch Sicherheits-Audits, Prüfungen oder Zertifizierung erbracht werden. Erhebliche IT Sicherheitsvorfälle müssen demnach an das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) gemeldet werden. Das BSI wertet diese Informationen aus und stellt die Ergebnisse den Betreibern „Kritischer Infrastrukturen“ schnellstmöglich zur Verfügung, damit diese ihre eigene IT-Sicherheit verbessern können. Das IT-Sicherheitsgesetz erweitert damit die Beratungsfunktion und Warnbefugnisse des BSI. Auch die Ermittlungszuständigkeiten des BKA im Bereich der Computerdelikte werden durch das Gesetz gestärkt. Weiterhin werden die Anforderungen an Anbieter von IT-Diensten im Telekommunikations- und Telemedienrecht erhöht. Das Gesetz soll durch geplante Gesetzverordnungen ergänzt werden, die zum Teil noch beraten werden.