

Performance Management

Industrie 4.0

Aufbruch in ein neues Zeitalter der Produktion

Sandra Lucia Merz, Senior Project Manager

Braincourt GmbH

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung: Die vierte industrielle Revolution und ihre ersten Ergebnisse.....	3
2	Industrie 4.0 - Wichtige Fakten und Anwendungsbeispiele.....	4
3	Fazit: Warum Sie aktiv werden sollten.....	11
4	Ihre Ansprechpartner	12
5	Literaturverzeichnis	12

1 Einleitung: Die vierte industrielle Revolution und ihre ersten Ergebnisse

Was haben Unternehmen wie Harley Davidson und der Hamburger Hafen gemeinsam? Auf den ersten Blick scheinbar nichts! Bei genauerem Hinsehen zeigt sich aber, dass sie bezüglich einer Revolutionierung ihrer Produktion anderen Unternehmen weit voraus sind. Beide Unternehmen haben es geschafft, ihre Produktionsprozesse umzustellen und dadurch Ziele zu realisieren, von denen andere Unternehmen bislang nur träumen. Doch sind diese Verbesserungen und Optimierungen wirklich so substanziell und bemerkenswert? Nachfolgend die Fakten, die auf diese Frage eine Antwort liefern:

- **Harley Davidson:** Dem Unternehmen ist es gelungen, die Durchlaufzeit der Produktionsprozesse von früher 26 Tagen auf 6 Stunden (eine Reduktion von über 90 %) zu verkürzen. Doch nicht nur das! Das Unternehmen hat es gleichzeitig auch geschafft, die Herstellung so stark zu individualisieren, dass Kunden ein auf ihre Wünsche persönlich zugeschnittenes Motorrad erhalten. So können aus tausenden Kombinationsmöglichkeiten Modelle konfiguriert werden, bei denen es sehr unwahrscheinlich ist, dass ein vollständiges Duplikat derselben Maschine existiert.¹
- **Hamburger Hafen:** Hier hat sich der Waren- und Containerdurchsatz heute im Vergleich zum Jahr 2000 mehr als verdoppelt. Erreicht wurde dies durch eine Optimierung der Warenabwicklung auf Basis einer verbesserten Verkehrsflusssteuerung. So werden GPS-Daten von Speditionen und LKWs erfasst, Routen und Parkplatzbelegungen koordiniert und überwacht sowie die relevanten Information mittels Cloud-Computing auf die Tablets der LKW-Fahrer geschickt, um Staus zu minimieren und Standzeiten zu optimieren. Mittelfristig sollen immer mehr Teilnehmer zu Lande und zu Wasser in das System integriert werden, um die Abläufe noch weiter zu verbessern.²

Im Produktionsbereich können Optimierungspotentiale genutzt werden, die Unternehmen einen deutlichen Wettbewerbsvorteil bringen.

Diese Zahlen lassen aufhorchen und die Frage aufkommen, ob diese Optimierungen reiner Zufall sind oder einer erkennbaren und immer wiederkehrenden Logik folgen, die die Voraussetzung für solche Verbesserungen bilden. Die Antwort darauf lautet: Ja, und sie lässt sich zu einem Kernbegriff zusammenfassen - Industrie 4.0!

Diese Verbesserungen sind kein Zufall, sondern das Ergebnis einer konsequenten Produktionsneuausrichtung.

Industrie 4.0 beschreibt ein Konzept zur Ablösung traditioneller Produktionsstrukturen, die auf zentralen Entscheidungsmechanismen und starren Grenzen basieren. Stattdessen kommen autonome, selbststeuernde, wissensbasierte

¹ vgl. ohne Verfasser, Industrie 4.0 - In sechs Stunden zur persönlichen Harley, <http://www.sap-cebit.de/in-sechs-stunden-zur-personlichen-harley/>

² Vgl. Andreas Schmitz, SAP HANA Cloud im Hamburger Hafen: HPA baut aus, <http://de.news-sap.com/2014/06/23/sap-hana-cloud-im-hamburger-hafen-nachste-ausbaustufe-eingeleitet/>

und sensorgestützte Produktionssysteme zum Einsatz, die sich durch eine starke Produktindividualisierung (über die Standardkonfigurationsmöglichkeiten hinaus) und eine hoch flexibilisierte Serienproduktion auszeichnen. Gleichzeitig werden auch Kunden und Partner in die bestehenden Wertschöpfungsprozesse integriert und Datenbestände automatisch untereinander synchronisiert.³

Nachfolgend ein Beispiel, das die Vision der „intelligenten Fabrik“, die nach Industrie 4.0 Maßstäben funktioniert, an einem konkreten Fall veranschaulicht:

In der smarten Fabrik der Zukunft werden Aufträge via Internet vom Kunden direkt ausgelöst und die bestellten Produkte steuern ihre Produktion selbstständig durch die Wertschöpfungskette. Sie reservieren Bearbeitungsschritte innerhalb der verschiedenen Fertigungsprozesse, buchen Anlagen sowie Materialien und kontrollieren automatisch die Produktionsausführung. Kommt es zu einer erkennbaren Verzögerung der Lieferung oder zu Engpässen, wird entweder eine Alternative zum bestehenden Prozess gesucht bzw. umgesetzt oder dem Kunden wird die entsprechende Verspätung mitgeteilt. Gleichzeitig tauschen die verschiedenen Produktionsanlagen untereinander Daten aus, organisieren ihre Auftragsreihenfolge sowie ihre Wartungs- und Instandhaltungsbedarfe.

Vieles davon ist nicht völlig neu, während anderes noch Zukunftsmusik ist. Von heute aus betrachtet, ist es noch ein weiter Weg zu einer Produktion, die vollständig nach den oben dargelegten Prinzipien funktioniert. Auch lassen sich Produktionsprozesse nicht ohne weiteres und innerhalb kurzer Zeit komplett umstellen. Um jedoch eine zukunftsfähige Ausrichtung zu erreichen und die Chancen von morgen schon heute nutzbar zu machen, ist es sinnvoll, sich mit der Idee von Industrie 4.0 näher zu beschäftigen, denn auch heute schon lassen sich Kernelemente in bestehende Produktionsanlagen wirkungsvoll und nutzbringend einbauen.

Nachfolgend wird das Konzept Industrie 4.0 sowie seine zentralen Merkmale kurz beschrieben und erläutert, um Anhaltspunkte für eine Umsetzung in Unternehmen zu liefern.

2 Industrie 4.0 - Wichtige Fakten und Anwendungsbeispiele

Rückblickend ist man immer schlauer! Dieser Satz charakterisiert die Art und Weise mit der in der Vergangenheit wichtige Trends und bedeutende Paradigmenwechsel innerhalb der Produktion gemeinhin erkannt und bewertet wurden. In der Rückschau wurde analysiert, welche Auslöser für die Veränderung verantwortlich waren und wie man den entsprechenden Vorgang sinnvoll benennen konnte. So kamen bislang drei industrielle Revolutionen zu ihren Namen (vgl. Abbildung 1: Die vier Entwicklungsstufen der industriellen Revolution).

Industrie 4.0 revolutioniert die Produktion indem Cyber-physische Systeme zum Einsatz kommen, die die Produktion dezentral und selbstständig steuern können

Industrie 4.0 liefert auch heute schon verschiedene Ansätze um die Produktion substanzial zu verbessern

³ Vgl. Spath, Dieter et al., Studie: Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, S. 23.

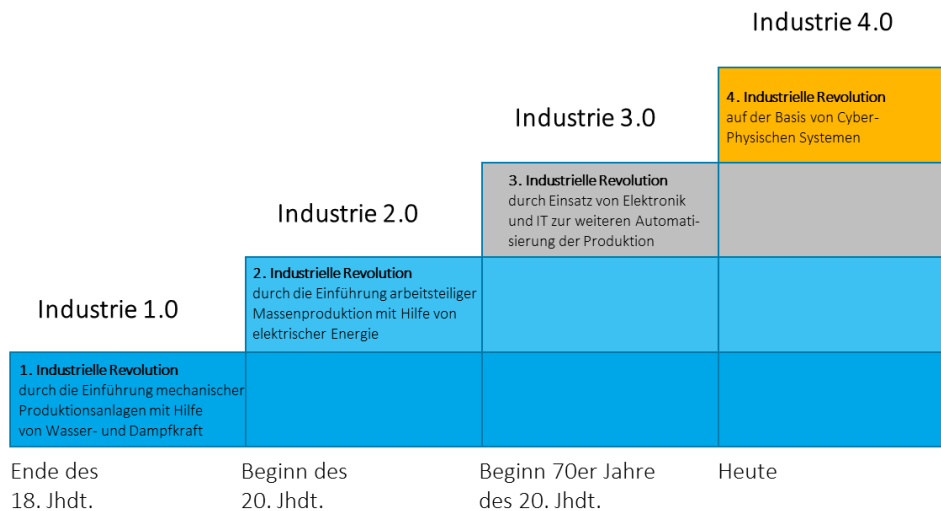


Abbildung 1: Die vier Entwicklungsstufen der industriellen Revolution⁴

Der Nachteil bei dieser Vorgehensweise war, dass viele Unternehmen erst sehr spät reagiert haben oder der Weckruf in vielen Fällen ganz verschlafen wurde. Die Bedeutung des Trends wurde oftmals nicht erkannt oder wenn er schließlich erkannt wurde, war es bereits zu spät für proaktive Handlungen.

Bei der vierten industriellen Revolution wird nun ein neuer Weg eingeschlagen. Industrie 4.0 ist ein Zukunftsprojekt in der Hightech-Strategie der Bundesregierung, mit dem einerseits der Produktionsstandort Deutschland gesichert werden soll und mit dem andererseits das Erzeugen und Nutzen von Informationen in der Produktion, vorangetrieben werden soll.⁵ Es wird versucht, schon heute mittels eines Konzeptes etwas zu beschreiben, aus dem erst zukünftig völlig neue Produktions- und Arbeitsweisen entstehen werden. Der Fortschritt wird anhand bestimmter Merkmale vorausblickend vorhergesagt. Man versetzt sich in die Zukunft und baut daraus ein Leitbild auf, das einerseits als Vision und andererseits als Instrument dienen soll, um die entscheidenden Herausforderungen wie Komplexität, Innovationsfähigkeit, geringe Fehlerrate, hohe Auslastung und gesteigerte Effizienz in der Produktion zu bewältigen.

Einiges davon ist in Unternehmen heute schon bekannt oder vielleicht auch schon umgesetzt, anderes erscheint neuartig und innovativ. Die wahre Chance liegt aber in der Konsequenz mit der Industrie 4.0 Produktionsoptimierungen mit modernsten Lösungen aus der Informations- und Kommunikationsbranche verbindet und so etwas völlig Neues schafft. Das haben einige Firmen bereits erkannt und unlängst kommentierte der Leiter Corporate Technology bei Siemens: „Bereits jetzt steht fest, dass wer den Trend nicht mitmacht, gnadenlos abgehängt wird“.

Industrie 4.0 dient dazu die Chancen von morgen schon heute nutzbar zu machen und Unternehmen auf diese Möglichkeiten vorzubereiten

⁴ vgl. Schlick et al., Produktion 2020 – Auf dem Weg zur 4. Industrielle Revolution, 2012, S. 27ff

⁵ vgl. ohne Verfasser, Industrie 4.0 - Informationstechnologie für die vierte industrielle Revolution, <http://www.bmbf.de/de/9072.php>

Im Kern enthält Industrie 4.0 fünf zentrale Paradigmen, die für Unternehmen interessante Ansätze ihrer Produktionsausrichtung liefern können.

Diese Paradigmen werden nachfolgend vorgestellt, sowie anhand eines konkreten Beispiels, der Kooperation zwischen einem Hersteller für Speziallacke und einem Gehäusehersteller für die Automobilherstellung, veranschaulicht:

- **Paradigma 1: Durchführung horizontaler und vertikaler Integration aufeinander abgestimmter Prozesse und IT-Systeme statt voneinander unabhängig agierende Einzellösungen!**

Hierarchie- und unternehmensübergreifende Kommunikation von IT-Systemen

IT-Systeme, die für unterschiedliche Prozessschritte (Material-, Energie- und Informationsfluss) der Produktion und Unternehmenssteuerung zuständig sind, werden sowohl innerhalb eines Unternehmens als auch unternehmensübergreifend miteinander verbunden. Gleichzeitig kommunizieren auch IT-Systeme auf unterschiedlichen Hierarchieebenen (z.B. ERP, MES, Zellsysteme) lösungsorientiert miteinander.

Praxisbeispiel: Optimierung der Logistik

Die für die Produktionssteuerung zuständigen Teams des Speziallack- und Gehäuseherstellers analysieren ihre jeweiligen Produktionsprozesse und optimieren die Schnittstellen zwischen ihnen bis ins Detail. Auf der Basis eines kontinuierlichen Datenaustausches zwischen den Unternehmen, wird immer dann eine neue Lieferung verschickt, wenn der Füllstand in der Lackieranlage des Gehäuseherstellers einen bestimmten Stand unterschreitet. Dieser wird von Sensoren erfasst und an eine unternehmensübergreifende Produktionssteuerungseinheit gemeldet, die wiederum automatisch eine Nachbestellung beim Speziallackhersteller generiert und die Zulieferung überwacht. Durch diese Optimierung können beide Unternehmen Unterbrechungen in der Produktion vermeiden und gleichzeitig Lagerkosten aufgrund der geringeren Vorhaltung von Produktionsmaterialien einsparen.⁶

⁶ Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Zukunftsbild „Industrie 4.0“, S. 19

- **Paradigma 2: Vernetzung der Produktionsanlagen durch das Internet der Daten, Dienste und Dinge statt aufwändiger manueller Datenintegration und -steuerung!**

Die Nutzung und Integration des Internets sowie vor allem des Cloud-Computings ermöglicht die Maschine-zu-Maschine Kommunikation. Zusätzlich kommen RFID (Radio-Frequency Identification) Chips zum Einsatz. Dadurch wissen die Produktionsteile der Smart Factory jederzeit, wo sie sind, kennen ihre Historie, ihren aktuellen Zustand und die Produktionsschritte, die ihnen zum fertigen Produkt noch fehlen.

Einsatz von RFID-Chips zur selbstständigen Steuerung der Produktion und zur Produktindividualisierung

Praxisbeispiel: Dezentrale Produktionssteuerung

Der Speziallackhersteller hat neben der Zulieferung an den Gehäusehersteller beschlossen, seine Lacke auch über das Internet an einen neuen Endkunden-Markt (Heimwerker) zu vertreiben. Privatkunden können auf der Firmen-Webseite aus einer breiten Palette (z.B. RAL-Farben) einen Farbton bestimmen und einen Lack gemäß dem jeweiligen Verwendungszweck in einer bestimmten Qualität auswählen. Die Bestellungen werden nach Menge, Farbmischung und Verwendungszweck gesammelt, von einer Produktionsplanungssoftware ausgewertet und so gruppiert, dass eine optimale Reihenfolge der Auftragsbearbeitung entsteht. Für jede Lackbestellung wird ein Funkchip produziert, mit allen relevanten Informationen der Bestellung versehen und auf dem jeweiligen Lackbehälter befestigt. Im Anschluss daran übernimmt der Chip auf dem Lackbehälter die weitere Produktionssteuerung, indem er selbstständig durch die Fertigungsstrecke steuert, mit den Produktionsanlagen kontinuierlich seinen Verarbeitungsstatus austauscht und entsprechend der vorprogrammierten Mischung an der jeweiligen Abfüllstation mit den Lackfarben befüllt wird. Auf diese Weise ist die Firma in der Lage, mit denselben Fertigungsanlagen wie vorher eine sehr viel höhere Anzahl an Farbproduktvarianten herzustellen – bei gesteigerter Gesamtproduktion und zu niedrigen Stückkosten.⁷

⁷ Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Zukunftsbild „Industrie 4.0“, S. 15

- **Paradigma 3: Nutzung dezentraler Intelligenz aufgrund intelligenter Produkte statt zentral geplante Gesamtablaufsteuerung der Produktion!**

Neue Produktionssysteme ermöglichen eine vernetzte, dezentral organisierte bzw. eine teilweise sich selbstorganisierende Automation. Jede Komponente eines Automatisierungssystems (z.B. Sensor, Aktor oder Steuerung) kann mit einer anderen im Netzwerk direkt kommunizieren, ohne den Weg über eine zentrale Steuerung gehen zu müssen und so selbständig Entscheidungen hinsichtlich einer Produktionsoptimierung treffen.

Verbesserung der Produktqualität und der Produktionsdurchlaufzeit

Gleichzeitig sind Elemente wie Smart Mobility (z.B. Ampeln) und Smart Grid (Energieversorgung) wesentliche Bestandteile intelligenter Produktionsinfrastrukturen. Netzwerke aus miteinander verbundenen und kommunizierenden Einheiten unterstützen die Potentiale der Smart Factory und beseitigen bzw. vermeiden Störungen.

Praxisbeispiel: Optimierung der Produktionsdurchlaufzeit und Verbesserung der Produktqualität

Die Vernetzung der Produktion ermöglicht dem Speziallack- und Gehäusehersteller, ihre Fertigungsabläufe individuell aufeinander abzustimmen. Die Lackieranlage des Gehäuseherstellers erhält vom Funkchip des Farbbehälters technische Anweisungen zu den optimalen Verarbeitungsbedingungen des Farblacks. Die Maschine gleicht diese Daten mit der aktuellen Temperatur des Gehäuserohlings ab, der durch sich den Umformungsvorgang aufgeheizt hat. Stellt die Anlage fest, dass die Temperatur entgegen der empfohlenen Verarbeitungstemperatur zu hoch ist, hält die Anlage den Lackierprozess an oder zieht andere Aufträge in der Produktion vor, bis der Rohling auf die richtige Verarbeitungstemperatur abgekühlt ist. Auf diese Weise kann das Unternehmen seine Produktion optimieren, Standzeiten vermeiden sowie die Durchlaufzeit und die Qualität seiner Produkte erhöhen. Umgekehrt kann auch der Hersteller seine Lacke gegebenenfalls an eine höhere Verarbeitungstemperatur anpassen, falls dadurch eine Erhöhung der Durchlaufzeit und Kostenoptimierungen realisiert werden können.⁸

⁸ vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Zukunftsbild „Industrie 4.0“, S. 19

- **Paradigma 4: Einsatz eines digital durchgängigen Engineerings statt voneinander losgelöste Fabrik-, Produkt- und Produktionsplanungsprozesse**

Digitale und physische Welt greifen nahtlos ineinander indem Bereiche wie Fabrik-, Produktentwicklungs- und Produktionsplanung integriert als Gesamtprozess betrachtet werden. Es entsteht ein durchgängiges Produkt- und Produktionsdesign über den gesamten Lebenszyklus des Produkts und der Herstellungsmaschinen hinweg, das Medienbrüche und daraus entstehende Kosten vermeidet. Gleichzeitig findet eine starke Flexibilisierung der Produktion statt. Erreicht wird es durch effektive und effiziente Neukonfiguration von Produktionsmitteln, und integrierte, digitale Engineering-Prozesse, durch die Reaktionszeiten auf Veränderungen massiv verkürzt werden können.

Optimierung von Produktionsprozesse und Wartungssequenzen

Beispiel: Optimierung der Produktionsdurchlaufzeit und -rüstzeit sowie der Wartungs- und Serviceprozesse

Der Gehäusehersteller setzt die RFID-Chip-Technologie nicht nur bei den Lackierbehältern, sondern bei seinen Gehäuserohlingen ein. Auf diese Weise kann er ein flexibles Werkzeugmanagement bei den Fertigungsrobotern nutzen. Diese Roboter können hundert verschiedene Bewegungen mit unterschiedlichsten Werkzeugen ausführen. Anhand der Chip-Informationen auf dem Gehäuserohling, kann der jeweilige Roboter erkennen, welches Werkzeug er für die jeweilige Gehäuseart verwenden muss, wie viele Produkte er noch bearbeiten kann und wie hoch der Abnutzungsgrad des jeweiligen Werkzeugs ist. Der Produktionsleiter erhält entsprechend der Produktion zu bestimmten Zeitpunkten Wartungsanalysen und kann anhand der vorliegenden Produktionsplanung hochrechnen, wann bestimmte Werkzeuge nicht mehr verwendet und ausgetauscht werden müssen. Bei Ausfall eines Werkzeugs überholen bestimmte Fertigungsprodukte, die andere, noch verwendbare Werkzeuge zu ihrer Produktion benötigen, die vorangegangenen Werkstücke. Gleichzeitig werden Daten zur Nutzung des Roboters gesammelt, mit denen die Produktions- und Produktplanungsprozesse insgesamt verbessert werden können. Wartezeiten innerhalb der Produktion werden reduziert und die Wartungsarbeiten an den Robotern können besser gebündelt und zu Nicht-Produktionszeiten (z.B. nachts) koordiniert werden.⁹

⁹ Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Zukunftsbild „Industrie 4.0“, S. 16

- **Paradigma 5: Einbettung von cyber-physischen-Produktionssystemen statt getrennte Daten-, Prozess- und IT-Systemwelten!**

Cyber-physische Systeme (CPS) bieten innovative Lösungen für die Gestaltung von Produktions- und Wertschöpfungsprozessen. Durch die Kombination der realen Welt (z.B. Produktionsmaschinen) mit der virtuellen Welt (z.B. 3-D-Konstruktion) lassen sich Produktions- und Instandhaltungsabläufe optimieren, Fehler vermeiden und den Faktor Mensch (menschliche Arbeitsleistung) aufwerten. Alle Informationen liegen in den Systemen digital vor, wodurch sich Produktionsschritte einfacher planen und z.B. durch eine Simulation vorab optimieren lassen.

Auf Knopfdruck können Konfigurationsparameter aus einer Simulation auf die Produktionsanlagen überspielt werden.

Beispiel: Optimierung der Produktionsprozesse durch Kopplung von Produktionssimulation und Steuerung

Der Gehäusehersteller plant neue Gehäusetyper in seine Produktion aufzunehmen. Dafür muss die gesamte Produktionsplanung und -ausführung umgestellt und die neuen Produkte integriert werden. Anhand einer Simulationssoftware wird der neue, aber bislang noch nicht in der Praxis umgesetzte, Fertigungsablauf virtuell am Computer nachgestellt. Hierfür wird ein vollständiges virtuelles Abbild aller Maschinen und Roboter sowie der ganzen Fertigungshalle und -wege am Computer erstellt. Der Produktionsablauf wird anhand verschiedener Eventualitäten getestet und die Prozesse, bei nicht optimalem Ablauf, so lange erneut angepasst, bis die Produktion weitgehend selbstgesteuert auch bei Störungen abläuft. Bei zufriedenstellender Simulation werden die Einstellungsparameter der Simulation per Knopfdruck auf die Produktionsmaschinen in der Fertigungshalle überspielt und die Simulation so auf die Fertigungsrealität übertragen¹⁰. Fortan läuft die Produktion nach denselben Regeln und Einstellungsmerkmalen der Simulation ab und kann so getestet werden. Der Gehäusehersteller kann auf diese Weise neue Fertigungswege am Computer zeitnah testen, schnell auf die Produktion übertragen und Produktionsentwicklungs- und -einstellungszeit einsparen.

¹⁰ vgl. Tauber, Andre, BMW plant sich selbst abstimmende Maschinen, <http://www.welt.de/wirtschaft/article125058412/BMW-plant-sich-selbst-abstimmende-Maschinen.html>

3 Fazit: Warum Sie aktiv werden sollten

Industrie 4.0 bietet zahlreiche Chancen, um die Herstellungsprozesse nicht nur nachhaltig zu verbessern, sondern einen Quantensprung innerhalb der Produktion zu erreichen. Diese Chancen sind nachfolgend im Überblick zusammengefasst:

- Individualisierung von Kundenwünschen durch Rentabilität bei der Produktion von Kleinmengen (Losgröße 1), die Berücksichtigung individueller und kurzfristiger Kundenwünsche beim Design sowie bei der Planung und Produktion außerhalb der vorgedachten Konfiguration der Serienfertigung
- Flexibilisierung und Verkürzung der Lead Time und Time to Market
- Dynamische Geschäftsprozessgestaltung durch Verkürzung von Entwicklungszeiten und Ad-hoc-Vernetzung von Cyber-Physischen-Produktionssystemen (u.a. Minimierung von Rüstzeiten in der Produktion)
- Schnelle, flexible Reaktion auf Veränderungen (u.a. Ausfälle von Zulieferern oder kurzfristige Erhöhung von Liefermengen)
- Eine durchgehend (digitale) Transparenz in Echtzeit ermöglicht in der Entwicklung und Produktion schnelle und flexible Entscheidungen sowie globale Optimierungen
- Ressourceneffektivität & -effizienz durch die Optimierung der Produktion hinsichtlich Ressourcen- und Energieverbrauch sowie Emissionen
- Predictive Maintenance im Produktionsbereich (Vorhersage und Optimierung von erforderlichen Wartungsprozessen)
- Themen wie z.B. Big Data und RFID-Chips führen zu innovativen Geschäftsmodellen, Dienstleistungen und B2B-Services. Dabei steht nicht mehr der Verkauf von Produkten, sondern von kompletten Lösungen und rundum-Dienstleistungen im Vordergrund
- Demographie-orientierte Arbeitsgestaltung durch das Zusammenspiel zwischen Mensch und technischen Systemen
- Durch neue Laufbahnmodelle kann einem Fachkräftemangel und der zunehmenden Diversität der Beschäftigten (Alter, Geschlecht, Kultur) entgegengewirkt werden
- Verbesserte Work-Life-Balance aufgrund erhöhter Flexibilität in der Arbeitsorganisation

Industrie 4.0 bietet zahlreiche Chancen und Möglichkeiten, die sie heute schon nutzen können.

Industrie 4.0 erlaubt es, Produktionsabläufe im Detail nahezu in Echtzeit zu verfolgen und auf eine Weise zu optimieren, die vorher nicht möglich war. Hinzu kommt die intensiviertere Verbindung zwischen Lieferanten und Kunden mit

neuen Möglichkeiten wechselseitigen Nutzens. In der Konsequenz entstehen völlig neue Produktionsmethoden und Wertschöpfungsnetzwerke.

Eine Beschäftigung mit dem Thema ist jetzt schon zu empfehlen, um die Chancen von morgen nutzen zu können. Es sollte daher im Fokus und im Interesse jedes produzierenden Unternehmens sein, genau zu überprüfen, welche Vorteile, Chancen, Risiken und Effizienz sich durch eine Umstellung auf Industrie 4.0 Standards ergeben.

Mehr Informationen erhalten Sie auch auf www.braincourt.de/i40.html.

4 Ihre Ansprechpartner

Sandra Lucia Merz

Senior Project Manager

Braincourt GmbH

Fasanenweg 11

70771 Leinfelden-Echterdingen

Sandra.Merz@braincourt.com

Telefon: + 49 711 758 580 41

Mobil: + 49 151 150 500 58

5 Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Bildung und Forschung, Zukunftsbild „Industrie 4.0“, www.bmbf.de/pubRD/Zukunftsbild_Industrie_40.pdf (Abfrage am 29. Juli 2014, 14:33)

Ohne Verfasser, Industrie 4.0 - In sechs Stunden zur persönlichen Harley, <http://www.sap-cebit.de/in-sechs-stunden-zur-personlichen-harley/> (Abfrage am 29. Juli 2014, 13:11)

Ohne Verfasser, Industrie 4.0 - Informationstechnologie für die vierte industrielle Revolution, <http://www.bmbf.de/de/9072.php> (Abfrage am 29. Juli 2014, 17:26)

Schlick, Jochen/Stephan, Peter/Zühlke, Detlef: Produktion 2020- Auf dem Weg zur 4. Industrielle Revolution, in: IM- Fachzeitschrift für Information Management und Consulting 27 (3/2012), 26-33.

Schmitz, Andreas: SAP HANA Cloud im Hamburger Hafen: HPA baut aus, <http://de.news-sap.com/2014/06/23/sap-hana-cloud-im-hamburger-hafen-nachste-ausbaustufe-eingeleitet> (Abfrage 29. Juli 2012, 10:21)

Spath, Dieter (Hrsg.), Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, Stuttgart (Fraunhofer Verlag) 2013.

Tauber, Andre: BMW plant sich selbst abstimmende Maschinen, Online im Internet unter <http://www.welt.de/wirtschaft/article125058412/BMW-plant-sich-selbst-abstimmende-Maschinen.html> (Abfrage am 29. Juli 2014, 14:21)