

Expertenwissen für DGQ-Mitglieder

Industrie 4.0 – Die vierte Industrielle Revolution

DGQ

Deutsche Gesellschaft
für Qualität



Industrie 4.0 – Die vierte Industrielle Revolution

Von Felix Artischewski

Die heutige Produktion steckt in der Kapazitätsfalle. Die Fertigung mit getakteten und synchronisierten Systemen funktioniert nur solange wie die Märkte die Produkte abnehmen, welche per Push-Prinzip in den Handel kommen. Dies hat sich mit der Forderung nach Individualisierung grundlegend geändert. Kunden kaufen im Pull Market nur Produkte die ihren individuellen Anforderungen entsprechen. Eine global vernetzte Produktion ist erforderlich, die hoch flexibel und dynamisch auf den Markt reagieren kann – Eine Industrie 4.0.

„Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte Industrielle Revolution, eine neue Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten.“¹

In der *Vision von Industrie 4.0* kommunizieren und interagieren Menschen, Maschinen, Ressourcen und Produkte vollkommen selbstverständlich miteinander, wie in sozialen Netzwerken. Durch die Kombination von cyberphysischen Systemen (CPS), dem Internet der Dinge und Dienste sowie Big Data wandelt sich die Wertschöpfungskette von einer zentralen zu einer dezentralen Steuerung mit Ad-hoc-Vernetzung. Ehemals passive Produktionsressourcen bewegen sich autonom und steuern und konfigurieren sich trotz großer räumlicher Distanz situativ. Smart Products verfügen mit Beginn der Produktion über das Wissen ihres Herstellungsprozesses (Was bin ich, was werde ich, wie werde ich es) und speichern ihre Produk-

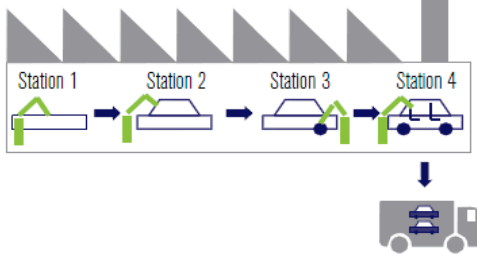
tionsdaten, Messwerte und Spezifikationen der einzelnen Fertigungsschritte. Auf Basis von Erfahrungswissen antizipieren sie vorausschauend die Wirkungen unterschiedlichster Einflüsse. Somit können Smart Products und CPS gemeinsam in Simulationen verschiedene Szenarien wie bei einem Schachcomputer durchspielen, wählen die optimale Variante selbstständig aus, steuern Produktionsstationen individuell an, wählen Fertigungsschritte aus und leiten die Bearbeitung ein (vgl. Abb. 1). Autonome Regel- und Entscheidungsprozesse ermöglichen eine dezentrale, bedarfs- und prozessgerechte Steuerung der Produktionseinheiten. Während des gesamten Produktlebenszyklus vom Entwurf über Konfiguration, Planung, Produktion, Betrieb beim Kunden und Recycling sorgt die Industrie 4.0 dafür, dass individuelle Kunden- und Produktkriterien berücksichtigt sowie Informationen gespeichert und rückgeführt werden können.

Durch die direkte, digitale und standortübergreifende Erfassung aller relevanten Daten wird die Entscheidungsfindung wesentlich beschleunigt und Marktvorlaufzeiten für Innovationen reduzieren sich. Damit können Produktions- und Planungsprozesse reaktiv auf Logistikaspekte (Engpässe) angepasst und optimiert werden und auch kurzfristige Änderungswünsche sind noch während der laufenden Produktion umsetzbar. Ebenfalls wird sich der Mitarbeiterinsatz ändern, weg von einer starren arbeitsteiligen Taktfertigung mit Anwesenheitspflicht, hin zu einer flexiblen, qualifizierten Systembetreuung, mit Konzentration auf die kreativen Tätigkeiten. Durch

¹ (Plattform Industrie 4.0, 2013 o.S.)

Heute

Getaktete Herstellung des Automobils am Band



Morgen

Entkoppelte, voll flexible und hochintegrierte Produktionssysteme

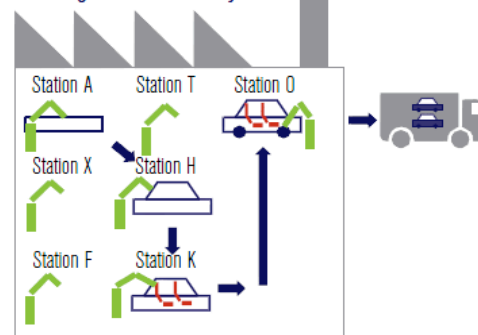


Abb. 1: Entwicklung der Produktion²

die entsprechende Kombination von Fertigungstechnologien und Qualitätssicherung wird die Produktion von Einzelstücken und Kleinstmengen rentabel. Schnittstellen von Industrie 4.0 zu Smart Mobility, Smart Logistics und Smart Grid führen zu ganzheitlichen, intelligenten Infrastrukturen und verändern herkömmliche Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle. Das Industrie 4.0-Ideal der Losgröße-1 wird realisierbar.

Industrie 4.0 baut nicht auf eine einzelne Innovation auf, sondern „[...]ist ein evolutionärer Prozess. Vorhandene Basistechnologien und Erfahrungen müssen an die Besonderheiten der Produktionstechnik angepasst werden sowie gleichzeitig innovative Lösungen für neue Standorte und neue Märkte erforscht werden.“³ Bisherigen Revolutionen wurden erst im Nachhinein in den Status einer Industriellen Revolution erhoben. Industrie 4.0 wäre damit die erste Revolution mit Ansage. Das Internet, welches nach circa 30 Jahren Einzug in die physische Produktionswelt hält, stellt den wichtigsten Auslöser dar. *Viele Technologien und Ansätze für Industrie 4.0* sind bereits vorhanden, insgesamt ergibt sich jedoch erst durch die Nutzung der Synergieeffekte von CPS, Internet der Dinge und Big Data das revolutionäre Produktionsparadigma Industrie 4.0.

Cyber-physische Systeme (CPS) „[...]umfassen in der Produktion intelligente Maschinen, Lagersysteme und Betriebsmittel, die eigenständig Informationen austauschen, Aktionen auslösen und sich gegenseitig selbstständig steuern.“⁴ Ziel ist die Vernetzung aller CPS zu

einem cyber-physischen Produktionssystem (CPPS) mit einem Optimum an Durchlaufzeit, Qualität und Auslastung sowie der Möglichkeit des schnellen und leichten Austausches von Modulen durch Plug&Produce-Lösungen. Die Konfiguration erfolgt durch die Machine-to-Machine Kommunikation (M2M) mit anderen, bereits integrierten Maschinen und Komponenten über eine standardisierte Schnittstelle. CPS und CPPS führen in dem gesamten Wertschöpfungsnetzwerken zu Veränderungen, fördern die Resilienz gegenüber äußeren Einflüssen und unterstützen die kurzfristige Flexibilität sowie die mittelfristige Wandelbarkeit.

Das *Internet der Dinge und Dienste* ist nicht mehr wie das klassische Internet nur auf die virtuelle Welt beschränkt, sondern um Kontextinformationen von Geräten und physischen Objekten (z.B. Zustand, Ort, Historie) erweitert. Dies hebt die Trennung von virtueller und dinglicher Welt auf. Des Weiteren findet ein Wandel von heutigen, integrierten, hierarchischen Systemen zu flexiblen, bei Bedarf abrufbaren Dienstleistungen statt. Der Informationsaustausch erhöht sich durch vertikale Integration (Direktzugriff auf Feld- und Planungsinformationen), horizontale Integration (Intensiver Austausch zwischen Unternehmen eines Wertschöpfungsnetzwerkes) und der Durchgängigkeit des Engineerings über verschiedene Stakeholder und Engineering-Phasen. Bis 2020 verfügen laut Netzwerkspezialisten Cisco mehr als 50 Milliarden Geräte über einen Webzugang, welche individuell identifizierbar und intelligent gestaltet sein müssen. Durch das neue Internetprotokoll IPv6 stehen hierfür seit 2012 ausreichend Adressen für die flächendeckende, unmittelbare Vernetzung von intelligenten Gegenständen zur Verfügung. Insgesamt gibt es 340 Sextillionen Adressen, genug um für jedes

² (Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft, 2013 S. 68)

³ (Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft, 2013 S. 7)

⁴ (Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft, 2013 S. 5)

Bakterium auf der Erde eine eigene Internetidentität zu vergeben.

Als *Big Data* „[...]werden Daten bezeichnet, die sich [...] hinsichtlich der Datenmenge, der Heterogenität der Daten und der Frequenz des Datenanfalls, bzw. der Anforderung an die Verarbeitungsgeschwindigkeit über das normale Maß hinaus auszeichnen.“⁵ Diese Informationen sind sehr unterschiedlich strukturiert und kommen aus heterogenen Quellen. Mit der großflächigen Vernetzung und der entsprechend schnellen Datenübertragung z.B. per Glasfaser bietet Big Data nicht nur die Möglichkeit alle Daten zu erfassen und aufzuschlüsseln, sondern diese auch in Echtzeit auszuwerten und für die Prozessanpassung rückzuführen. Hierdurch werden Zusammenhänge aufgedeckt, welche derzeit noch nicht erfassbar sind. Als Rückgrat für die Industrie 4.0 muss dieses Breitbandnetzwerk jedoch hochgradig verfügbar, sicher und echtzeitfähig sein. Im Zuge der Vernetzung steigt die Bedeutung von Cloud-Diensten in besonderem Maße. Sie können flexible und hohe Rechenleistungen bereitstellen, sind global erreichbar, durch ihre physisch verteilte System-Infrastruktur ausfallsicher und durch regelmäßige Updates stets aktuell und geschützt. Eine wartungsintensive, statisch begrenzte, hauseigene IT-Infrastruktur wird hinfällig. Mit der Vernetzung und Mehrbenutzerumgebung in der Cloud ergeben sich allerdings neue Risiken hinsichtlich Angriffssicherheit und Echtzeitfähigkeit.

Trotz der rasanten Entwicklung, steigender Komplexität und Beherrschung der Variantenvielfalt hat sich seit der zweiten Industriellen Revolution nichts am grundlegenden Wertschöpfungsmechanismus geändert. *Die heutige Produktion* ist aus Segmenten, mit einer einmaligen zeitpunktbezogenen Strukturierung aufgebaut. Sie hat festgelegte, stabile Umweltvariablen sowie Zielvorgaben und unterliegt einer ergebnisbezogenen Bewertung. Gemäß dem tayloristischen Prinzip bilden die arbeitsteilige Taktfertigung und die Wertschöpfungspyramide die Grundlage der Produktion sowie den limitierenden Faktor für die Produktionsmenge, Flexibilität und Variantenzahl. Als kompliziertes System sind heutige Produktionen meist sehr gut beherrsch- und optimierbar, jedoch im Fehlerfall und bei Anpassung sind Stillstände und Neukonfigurationen unvermeidlich. Für die Industrie 4.0 ist diese Limitierung seitens horizontaler Kompetenz und vertikaler Kapazität nicht mehr marktkonform und ist

⁵ (Schöning & Dorchain, 2014 S. 548)

vom Produktionstakt zu entkoppeln. Die Produktion wird komplex und funktioniert von der strukturellen Arbeitsweise wie das Internet.

Dies deckt sich mit den Erkenntnissen aus der Kybernetik, welche aussagen, dass Komplexität im Allgemeinen nur mit komplexen Systemen beherrschbar ist. Der bisherige, im Vorfeld festgelegte Aufbau muss komplett heruntergebrochen werden, um die Produktion nach dem Vorbild des Internets wie ein redundanter, ausfallsicherer Organismus aufzubauen. Eine *fraktale Fabrik* wird benötigt, in der die Produktionsmodule als selbstständige Unternehmenseinheiten aus selbstähnlichen Gebilden fungieren, mit der Fähigkeit zur dynamischen Selbstorganisation, Selbstoptimierung und Integration in den Zielfindungsprozess. Fraktale Systeme stehen innerhalb einer turbulenten Umwelt in einer Dienstleistungsbeziehung zueinander und unterliegen einem kontinuierlichen evolutionären Entwicklungsprozess, um die Kongruenz von Beziehungsstrukturen und formaler Organisation zu wahren. Sie dienen dem gemeinsamen Ganzen und passen sich durch ihre dynamische Strukturierung kontinuierlich den ständigen Wandlungen an. In der Industrie 4.0 greift auch das Gesetz von Metcalfe, welches besagt, dass der Gesamtwert eines Kommunikationsnetzwerkes in quadratischer Potenz zur Anzahl der verbundenen Teilnehmer wächst. Bisher galt diese Regel nur für Kommunikationssysteme, durch die hohe Kommunikationsfähigkeit und Vernetzung der CPS lässt sich dieses jedoch auf die Fertigung übertragen.

Insgesamt führt die Entwicklung dazu, dass sich die klassische, hierarchische *Automatisierungspyramide* auflösen muss, sich auf ihre funktionale Struktur abstrahiert und durch ein Netz von cyber-physischen Systemen mit verteilten Diensten ersetzt wird.

Erste Voraussetzungen sind bereits vorhanden, da innerhalb des Maschinenparks intelligente Antriebe und Sensoren oft schon vernetzt sind und Anlagenmodule sich autonom verhalten und sich den Rahmenbedingungen anpassen. Die Vernetzung endet jedoch bei der Maschinensteuerung, mit dem Übergang von echtzeitkritischer Feldebene zu den höheren IT-Planungsebenen. Die Auflösung der bisherigen Struktur bedeutet nicht, dass die einzelnen Systeme der verschiedenen Ebenen überflüssig werden, sondern vielmehr, dass sich die Ebenen nahtlos verbinden. Der lokale Fokus der Optimierung der Fabrik durch

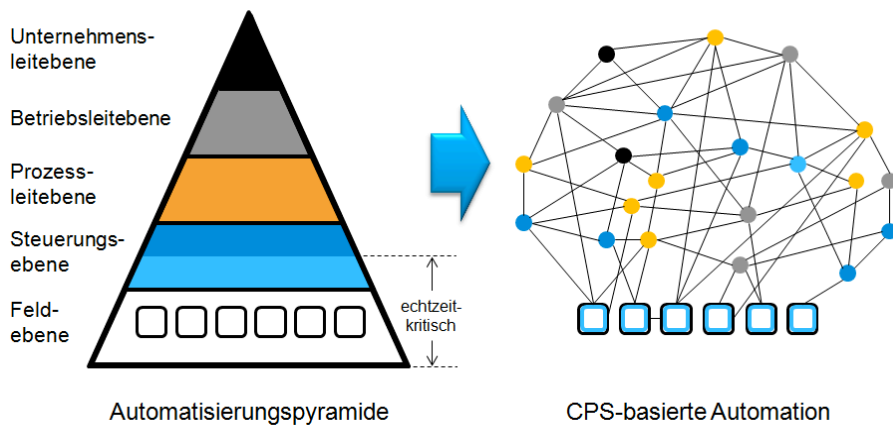


Abb. 2: Auflösung der hierarchischen Automatisierungspyramide⁶

Manufacturing Executive Systems (MES) bleibt in Industrie 4.0 erhalten, Enterprise Resource Planning Systeme (ERP) hingegen werden sich auf die globale, unternehmensübergreifende Realisierung und Steuerung der Produktion und deren Prozesse konzentrieren. Bei dem klassischen Ansatz der Automatisierungspyramide verläuft die Kommunikation hierarchisch über festgelegte, statische Knotenpunkte, Strukturen und Protokolle. Es herrscht eine funktionale Trennung von echtzeitkritischen Teilen auf der untersten Ebene und organisatorischen Daten auf der obersten Ebene. Aktuell gibt es mit MES, ERP und PLM (Product Life Cycle Management System) drei zentrale Hauptsysteme mit je unterschiedlichen Planungs- und Ausführungsprozessen. Die unterschiedliche Integration der einzelnen Systeme erfordert für eine durchgängige Gestaltung, neue Standardschnittstellen zu entwickeln, einzelne Funktionalitäten als Dienste zu kapseln und diese in der Cloud als flexibles Netzwerk service-orientiert anzubieten. Migrationsstrategien zur Integration neuer in alte Technologie (oder umgekehrt) sind unabdingbar, um die derzeit noch statischen, monolithischen Systeme als echtzeitfähige, service-orientierte Systeme zu realisieren.

Industrie 4.0 bleibt weitgehend eine Vision eines evolutionären Prozesses, obwohl sich bereits viele Unternehmen mit vermeintlich fertigen Industrie 4.0-Lösungen auf Messen präsentieren. Ganzheitliche Konzepte sind erst in der zweiten Hälfte der kommenden Dekade zu erwarten, da sich auf Grund der großen Unsicherheit und Abstraktheit Unternehmen noch nicht ausreichend mit Industrie 4.0 auseinandergesetzt haben und sich mit Investitionen zurückhalten. Insbesondere bei kleinen Unternehmen (20-99 Mitarbeiter) und der Prozessindustrie geben nur

etwas mehr als 20% an, dass sie Industrie 4.0 konkret vorantreiben können,⁷ jedoch steigt die Wahrnehmung in der Industrie, Politik und Gesellschaft stetig an. Die Tragweite und *rasante Entwicklung* des Themas Industrie 4.0 zeigt eine einfache Google-Abfrage: Ergab die Suche nach „Industrie 4.0“ im August 2012 knapp 25.000 Einträge, liefert eine heutige Abfrage 7.360.000 Treffer (Stand 24.07.2014).

„Die großen Unternehmen pushen Industrie 4.0 und die Mittelständler werden nachziehen müssen.“⁸ Ziel für Unternehmen, die nach Industrie 4.0 Vision produzieren möchten, ist die Umsetzung einer dualen Strategie zur Erreichung einer resilienten und wandelbaren Fabrik. Vorhandene Basistechnologien und Erfahrungen werden auf die Besonderheiten der kommenden Produktionstechnik angepasst und Lösungen für neue Standorte und Märkte erarbeitet. Der Fokus liegt dabei auf der horizontalen Integration über die gesamten Wertschöpfungsnetzwerke mit durchgängigem Engineering und Kundenintegration, der vertikalen Integration und Vernetzung der Produktionssysteme sowie der Etablierung einer neuen sozialen Infrastruktur der Arbeit.

Historische Entwicklung der industriellen Revolutionen

Die *erste öffentliche Vorstellung* des Begriffes Industrie 4.0 erfolgte auf der Hannover Messe 2011. Mit der Aufnahme des Themas als eines von zehn Zukunftsprojekten in die Hightech-Strategie der Bundesregierung hat die Politik die Initiative ergriffen und fördert die Forschungen mit einem Budget von 200 Mio. Euro. Gleichzeitig wurde der Arbeitskreis „Industrie 4.0“ auf Initiative der Forschungsunion Wirtschaft und Wissenschaft etabliert und übergab auf der Hannover Messe 2013 erste konkrete Umsetzungs-

⁶ (VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA), 2014 S. 4)

⁷ (vgl. Heng, 2014 S. 12)

⁸ (Nicklas, 2013)

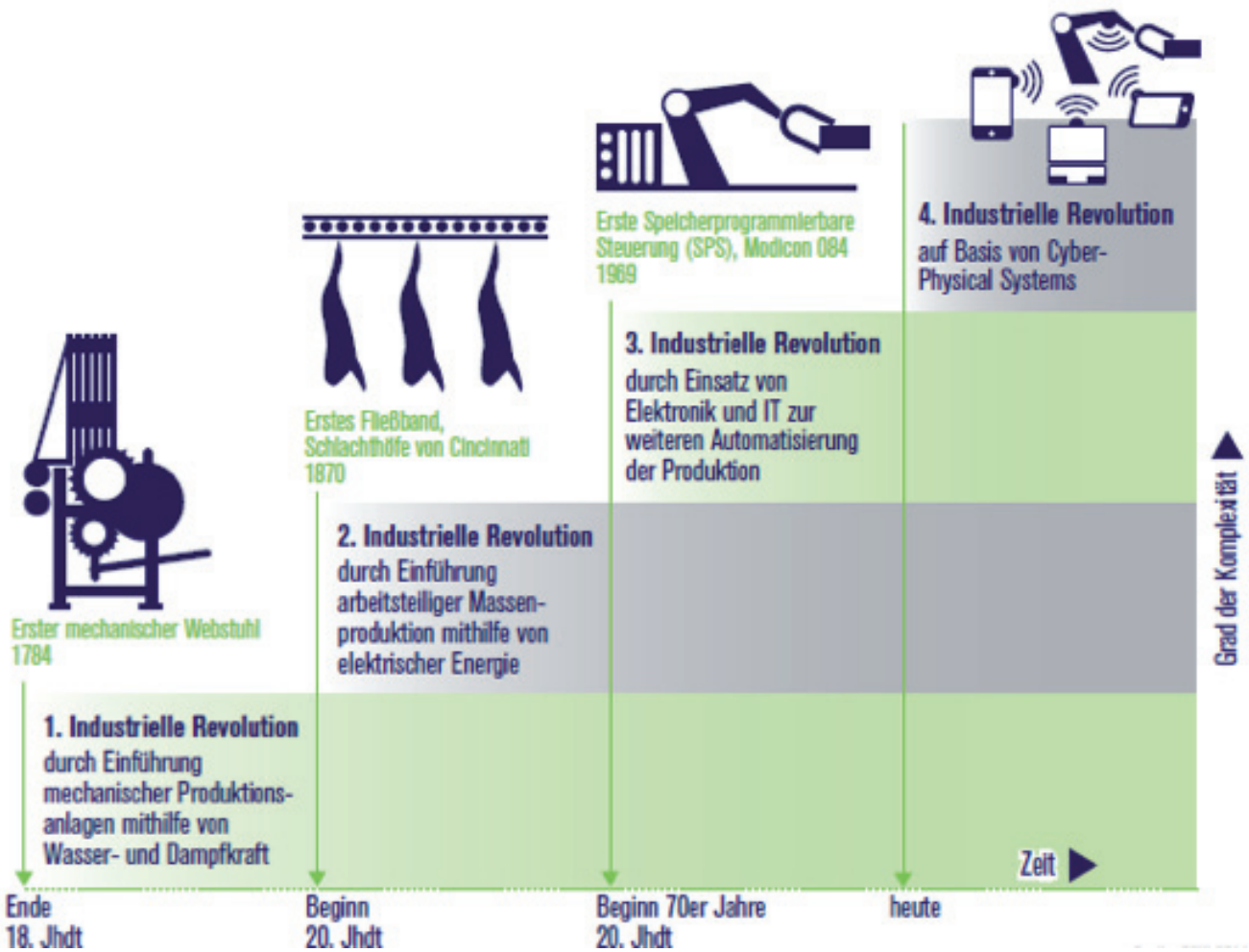


Abb. 3: Die vier Stufen der Industriellen Revolution⁹

empfehlungen an Bundeskanzlerin Angela Merkel. Im direkten Anschluss wurde von der Plattform Industrie 4.0, welche von den Verbänden BITKOM, VDMA und ZVEI getragen wird, der Aufbau eines deutschen Leitmarktes und einer Leitanbieterschaft modernster Produktionstechnologien initiiert.

Veränderungen und Verbesserungen, welche bisherige Revolutionen mit sich brachten, waren sowohl technologisch wie organisatorischer Natur. Lag der Fokus der ersten und dritten Industriellen Revolution auf den Maschinen (Nutzbarmachung maschineller Kräftezeugung und Einsatz von Elektronik zur Steuerung), so wurde in der zweiten und abzeichnend auch in der vierten Revolution auf die Verbesserung der Organisation und Wertschöpfung abgezielt (arbeitsteilige Fließbandfertigung und vernetzte, autonome Produktion) (vgl. Abb. 3).

Auslöser für die Entwicklung zu Industrie 4.0 sind marktgetriebene Anforderungen. Auf Grund von personalisierten und regionalisierten Produkten sowie der Globalisierung nimmt die Produktvielfalt, bei gleichzeitiger Verringerung der Stückzahlen zu. Die Komplexität der Märkte erhöht sich, Produktlebenszyklen werden immer kürzer und es kommt zu Intransparenz und hoher Dynamik. Unternehmen müssen immer flexibler agieren und Schnelligkeit am Markt beweisen, um dem Kosten- und Rationalisierungsdruck sowie der hohen Konkurrenz standhalten zu können. Hohe Renditeerwartungen der Stakeholder sind zu erfüllen und kontinuierliche Etablierung von Prozess-, Produkt- und Geschäftsmodellinnovationen notwendig.

Die erste Industrielle Revolution wurde mit der Entwicklung der Dampfmaschine durch Thomas Newcomen 1712 und deren Verbesserung durch James Watt eingeleitet. Die Erfindung Dampfmaschine breitete sich über die Textilindustrie, Schifffahrt und Eisenbahn, bis hin zur Landwirtschaft aus und revolutionierte nahezu alle Bereiche. Diese Arbeitsmaschine, welche nicht mehr auf

⁹ (Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaftswissenschaft, 2013 S. 17)

die Muskelkraft von Menschen oder Tieren angewiesen war, ermöglichte den Wandel von handarbeitsorientierter Fertigung hin zur industriellen Fertigung mit erhöhter Produktivität und Ausbringungsmenge sowie eine damit einhergehende Bevölkerungsexplosion. Gleichzeitig wurden die nötigen Infrastrukturen geschaffen, um die Bevölkerung mit ausreichend Nahrung, Kleidung, Arbeitsplätzen und Transportmöglichkeiten zu versorgen. Gesellschaftlich bedeutete dies einen Wandel vom klassischen Handwerker und Landwirt hin zur wachsenden Schicht der Fabrikarbeiter und -besitzer. Mit der Landflucht in die frühindustriellen Städte kam es im Gegenzug schnell zur strukturellen Armut und Ausbeutung der inzwischen großen Schicht der Fabrikarbeiterschaft, auch bezeichnet als Pauperismus.

Als *zweite Industrielle Revolution* wird die arbeitsteilige Massenproduktion durch die Einführung von Fließbandstraßen bezeichnet. Grundstein bildeten die hochgelegten Transportbänder in den Schlachthöfen von Cincinnati ca. 1870, um die geschlachteten Tiere von Arbeiter zu Arbeiter zu bringen sowie die Fort T-Model-Fertigung 1914, mit der massiven Beschleunigung und Kostensenkung der Produktion. Die gleichzeitige Entwicklung elektrischer Antriebe und Verbrennungsmotoren führte zur Dezentralisierung der einzelnen Anlagenteile, was schlussendlich die Großindustrielle Massenproduktion ermöglichte. Das steigende Wohlstandsbedürfnis der Arbeitnehmer und die Notwendigkeit des Abbaus sozialer Spannungen trotz steigenden Bevölkerungswachstums förderte stark die Bedeutung der Gewerkschaften und bildete den Grundstein für die heutige konsumorientierte Wohlstandsgesellschaft.

Durch den ersten und zweiten Weltkrieg kam es erst durch das Wirtschaftswunder in der Nachkriegszeit zur nächsten Revolution. Mit dem Einsatz von immer mehr Elektronik und Informationstechnologie wurden komplexere Produktionen mit Variantenreichtum wirtschaftlich. Haupteinfluss bei der Entwicklung hatte die fortschreitende Verbreitung des Internets, durch welche die Kommunikation und der Datenaustausch zusehends beschleunigt wurden. Somit konnte die Globalisierung mit einer rasanten Geschwindigkeit voranschreiten. Schlussendlich läutete die Automatisierung mit Erfindung der ersten speicherprogrammierbaren Steuerung, der Modicon 084 im Jahr 1969, endgültig die *dritte Industrielle Revolution* ein, an deren Höhepunkt wir uns derzeit befinden. Mit

der Sättigung der Märkte wandelt sich der Verkäufer- zum Käufermarkt mit einem anhaltenden Trend zur steigenden Differenzierung und Individualisierung. Zur weiteren Entwicklung wurde erwartet, dass die soziale Marktwirtschaft sowie die globale Verteilung der Produktion an günstigere Standorte weiter voran schreiten. Der Anteil der Wertschöpfung der hochentwickelten Volkswirtschaften am Bruttoinlandsprodukt sollte auf unter 10% abnehmen und ein Wandel zur Dienstleistungsgesellschaft stattfinden. Größte Ausnahme hierbei stellte Deutschland dar, mit einem starkem Mittelstand und hohem Industrieanteil von 25% sowie der besonderen Art der Finanzwirtschaft und Sozialstruktur. Mit der Finanzkrise 2007/2008 hat sich herausgestellt, dass das deutsche Modell mit relativ hohem Industrieanteil weltweit mit am besten funktioniert und andere Volkswirtschaften mussten erkennen, dass sie nicht auf Industrie, Innovation und Export verzichten können.

Die Globalisierung und der weltweite Handel bleiben in der *vierten Industriellen Revolution erhalten*, jedoch nehmen kurzfristige Auslagerung in andere Länder ab und die Wertschöpfung geht wieder zunehmend in das eigene Land zurück. In den USA, England und weiteren Ländern ist dieser Trend nach den massiven Auslagerungen der Produktionen seit 2002 mit den Schlagworten „Reshoring“, „Manufacturing Renaissance“, „Rebalancing Economy“ und „Insourcing Boom“ bezeichnet. Ebenfalls müssen ehemalige Schwellenländer wie China erst Revolution zwei und drei vollständig umsetzen und haben somit mit noch Produktivitätsnachteilen zu kämpfen.

Mit der demographische Entwicklung und einhergehender Urbanisierung entwickelt sich die Art des Konsums zu regional personalisierten Produkten (vgl. Abb. 4). Deutschland nimmt bei der Entwicklung eine Vorbildrolle ein, da durch den vergleichsweise hohen Industrieanteil die nötigen Voraussetzungen geschaffen sind, um am schnellsten Industrie 4.0 voranzutreiben. Für die Umsetzung von Industrie 4.0 in einem volkswirtschaftlich bedeutenden Umfang wird nach VDE-Trendreport von einem Großteil der Befragten (70%) der Zeitraum 2025 bis 2030 gesehen.

⁹ (Bauernhansl, 2014 S. 19)

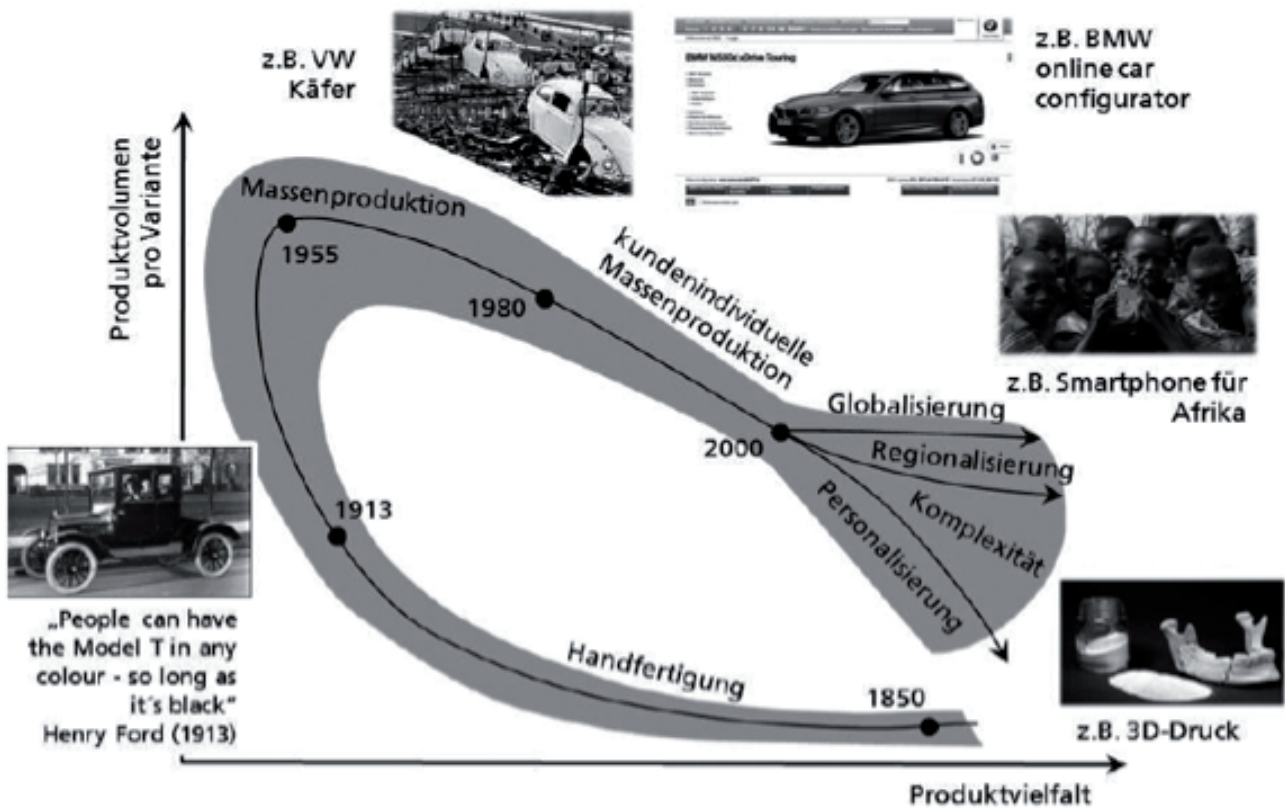


Abb. 4: Geschichte der Produktion¹⁰

Die Idee hinter Industrie 4.0 ist *keine rein deutsche Erfindung*. Mit den Begriffen „Smart Production“, „Smart Manufacturing“ und „Smart Factory“ wird in Europa, China und den USA ebenfalls die digitale Vernetzung mit intelligenten Produktionssystemen beschrieben. „Advanced Manufacturing“ und „Integrated Industrie“ sind in diesem Zusammenhang ebenfalls häufig verwendete Begriffe und drücken das breite Spektrum an Modernisierungstendenzen in der Produktion aus. Im Mittelpunkt steht immer die intensive, soziotechnischen Interaktion aller an der Produktion beteiligten Akteure und Ressourcen.

Bereits Anfang der 80er Jahre wurden unter dem Begriff *CIM (Computer Integrated Manufacturing)* erste Versuche einer vollautomatisierten, IT-gesteuerten Fertigung unternommen. Ziel war die ganzheitliche Betrachtung der Leistungserstellung, unterstützt durch integrierte IT-Systeme welche als „CAX“ (computer-aided-...) zusammengefasst sind. Der Ansatz scheiterte jedoch, da der Faktor Mensch zu stark in den Hintergrund geriet und zum damaligen Zeitpunkt die erforderlichen technischen Systeme (Hochleistungssensorik, Rechenleistung, Datenübertragungstechnik, Vernetzungstechnik) nicht vorhanden oder zu teuer waren.

¹⁰ (Bauernhansl, 2014 S. 13)

Industrie 4.0 bietet auch ein hohes volkswirtschaftliches Potential. Die konsumierende Klasse mit einem Budget ab 10 USD pro Tag nur für Konsum wächst in den nächsten Jahrzehnten durch die rasante Entwicklung der Schwellen- und Entwicklungsländer stark an. Das weltweite, kaufkraftbereinigte Bruttoinlandsprodukt pro Kopf wird mit der Industrie 4.0 auf ca. 90.000 USD pro Jahr ansteigen (vgl. Abb. 5).

Schon heute leistet Deutschland den höchsten Beitrag zur Wertschöpfung innerhalb der EU mit 31% gefolgt von Italien (13%), Frankreich (19%), Großbritannien (10%) und Spanien (7%) und wird dies auch im Zeitalter von Industrie 4.0 weiterhin erbringen.¹¹ Die Dimension des volkswirtschaftlichen Potentials für Deutschland zeigt eine aktuelle Studie des Hightech-Verbands von BITKOM gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Bis 2025 erhöht sich allein die kumulierte Bruttowertschöpfung der sechs Hauptbranchen (Maschinen- und Anlagenbau, Automobilindustrie, Elektrotechnik, Landwirtschaft, Informations- und Kommunikationstechnologie, chemische Industrie) um 78 Milliarden auf ca. 267 Milliarden Euro.¹² Gemeinsam

¹¹ (vgl. Heng, 2014 S. 1)

¹² ((vgl. Bauernhansl, 2014 S. 39)

Bruttoinlandsprodukt, weltweit, kaufkraftbereinigt, USD pro Jahr

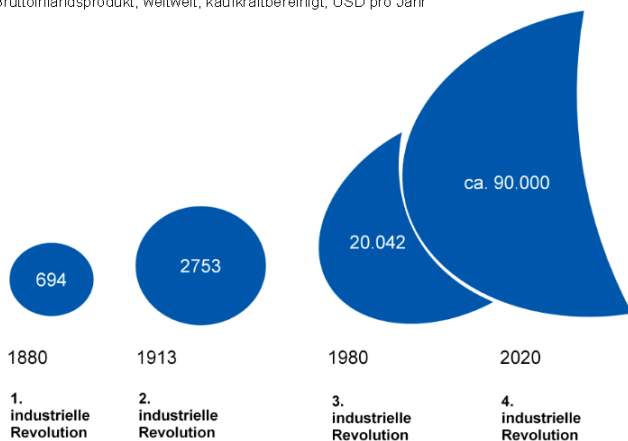


Abb. 5: Bruttoinlandsprodukt weltweit¹³

haben diese einen Anteil von 14 Prozent am Bruttoinlandsprodukt und es kann davon ausgegangen werden, dass auch weitere Branchen profitieren und damit das gesamtwirtschaftliche Potential noch deutlich höher liegt.

Für die Industrie 4.0 kann es insgesamt keine einheitliche Umsetzung geben, da die individuellen Ausgangssituationen je nach Unternehmen, Branche, Unternehmenskultur sowie Fertigungsprozess verschiedene Implementierungszeiträume und Migrationsstrategien benötigen. Besonders mittelständische Unternehmen, welche nicht über die notwendige Finanzkraft verfügen stehen vor großen Herausforderungen. Abzuwarten bleibt, ob Unternehmen mit dem heutigen Technik-Know-How die Produktwelt dominieren, die OEMs sich nur noch auf die Entwicklung und ein Netz auf Fertigungsunternehmen spezialisieren oder ob Konzerne aus den margenstarken Software- und Dienstgeschäften wie Google und Amazon die Oberhand gewinnen.

Literaturverzeichnis

Bauernhansl, Prof. Dr.-Ing. Thomas. 2014. Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. [Buchverf.] Michael ten Hompel, Birgit Vogel-Heuser, (Hrsg.) Thomas Bauernhansl. Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden : Springer Verlag, 2014.

Harald Schöning, Marc Dorchain. 2014. Data Mining und Analyse. [Buchverf.] Michael ten Hompel, Birgit Vogel-Heuser, (Hrsg.) Thomas Bauernhansl. Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden : Springer Verlag, 2014.

¹³ (Heng, 2014 S. 2)

Heng, Stefan. 2014. Industrie 4.0 – Upgrade des Industriestandorts Deutschland steht bevor. Frankfurt : Deutsche Bank Research, 2014.

Nicklas, Prof. Dr. Daniela. 2013. Macht die Fabrikttore auf, lasst Informationen fließen! Vogel Business Media, Würzburg : MM-Logistik, 28. März 2013.

Plattform Industrie 4.0. 2013. Plattform Industrie 4.0. [Online] Plattform Industrie 4.0, 05. Mai 2013. [Zitat vom: 25. März 2014.] <http://www.plattform-i40.de/>.

Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft. 2013. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Frankfurt : Bundesministerium für Bildung und Forschung, Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft, acatech, 2013.

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA). 2014. Cyber-Physical Systems:Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation. Düsseldorf : VDI/VDE, 2014.

Über den Autor:

Felix Artischewski untersucht im Rahmen seiner Masterarbeit das Thema: „Qualitätssicherung 4.0 – Moderne Ansätze und Anforderungen der Qualitätssicherung im Kontext von Industrie 4.0“. Innerhalb der Forschungsarbeit setzt der angehende Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen seine Erfahrungen für die DGQ Organisation ein. Eine zentrale Rolle stellt der Wissenstransfer der Erkenntnisse in das DGQ-Netzwerk durch Veröffentlichungen und Vorträge dar.