

Meussen, Bernhard

Working Paper

Anwendung von Industrie 4.0 in Forschung und Praxis

Arbeitspapiere der Nordakademie, No. 2015-03

Provided in Cooperation with:

Nordakademie - Hochschule der Wirtschaft, Elmshorn

Suggested Citation: Meussen, Bernhard (2015) : Anwendung von Industrie 4.0 in Forschung und Praxis, Arbeitspapiere der Nordakademie, No. 2015-03, Nordakademie - Hochschule der Wirtschaft, Elmshorn

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/121298>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



ARBEITSPAPIERE DER NORDAKADEMIE

ISSN 1860-0360

Nr. 2015-03

Anwendung von Industrie 4.0 in Forschung und Praxis

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Meussen

August 2015

Eine elektronische Version dieses Arbeitspapiers ist verfügbar unter:
www.nordakademie.de/de/arbeitspapiere/



Köllner Chaussee 11
25337 Elmshorn
www.nordakademie.de

Anwendungen von Industrie 4.0 in Forschung und Praxis

Bernhard Meussen

NORDAKADEMIE – Hochschule der Wirtschaft, Elmshorn

Abstract: Auf der Hannover-Messe 2011 trat die Initiative „Industrie 4.0“ an die Öffentlichkeit. Seither wird in Deutschland aktiv an diesem Thema gearbeitet. Dieses Arbeitspapier greift die anhaltende Diskussion zu dem Thema auf, stellt verschiedene Anwendungen der Industrie-4.0-Welt exemplarisch dar und versucht hieraus einen pragmatischen Ansatz für die weitere Umsetzung der Ideen hinter Industrie 4.0 zu geben.

1. Einleitung

Industrie 4.0 ist ein Schlagwort, das nun seit 2011 in den Ingenieurwissenschaften, insbesondere in der Automatisierungstechnik und Produktionstechnik, intensiv diskutiert wird. Der Begriff Industrie 4.0 leitet sich ab aus der Betrachtung der technischen Umwälzungen oder Revolutionen in der industriellen Entwicklung. Die erste industrielle Revolution begann 1764 mit der Erfindung von „Spinning Jenny“ – der ersten industriellen Spinnmaschine – durch den englischen Weber James Hargreaves. Edmond Cartwright erfand den dampfgetriebenen Webstuhl „Power Loom“ 1785: Die Verwendung mechanischer Produktionsanlagen hatte begonnen. Die zweite industrielle Revolution begann 1870 in amerikanischen Schlachthöfen. Transportbänder wurden eingesetzt, um Fleisch von einem Arbeiter zum nächsten zu transportieren. Am bekanntesten ist das von Henry Ford 1913 eingeführte Prinzip der Fließbandfertigung in seinen Automobilfabriken. Die Einführung der Mikroelektronik ab Mitte der 50-er Jahre leitete die dritte industrielle Revolution ein. Die Produktionsmaschinen wurden mit programmierbaren Steuerungen zur Automatisierung ausgestattet. Und nun die vierte industrielle Revolution – beginnend mit dem „Internet der Dinge“, einem Begriff, der 1999 von Kevin Ashton am Massachusetts Institute of Technology geprägt wurde: Anlagen, Maschinen, Werkstücke und Bauteile kommunizieren nun miteinander. Das Internet nähert sich der physikalischen Welt an.

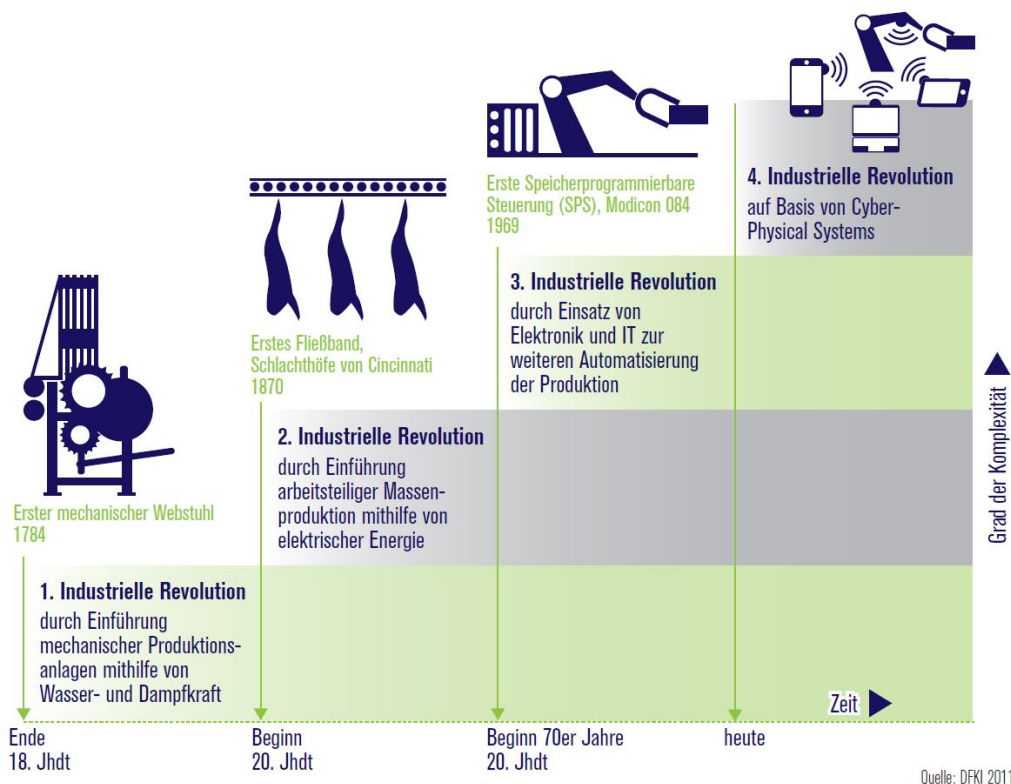
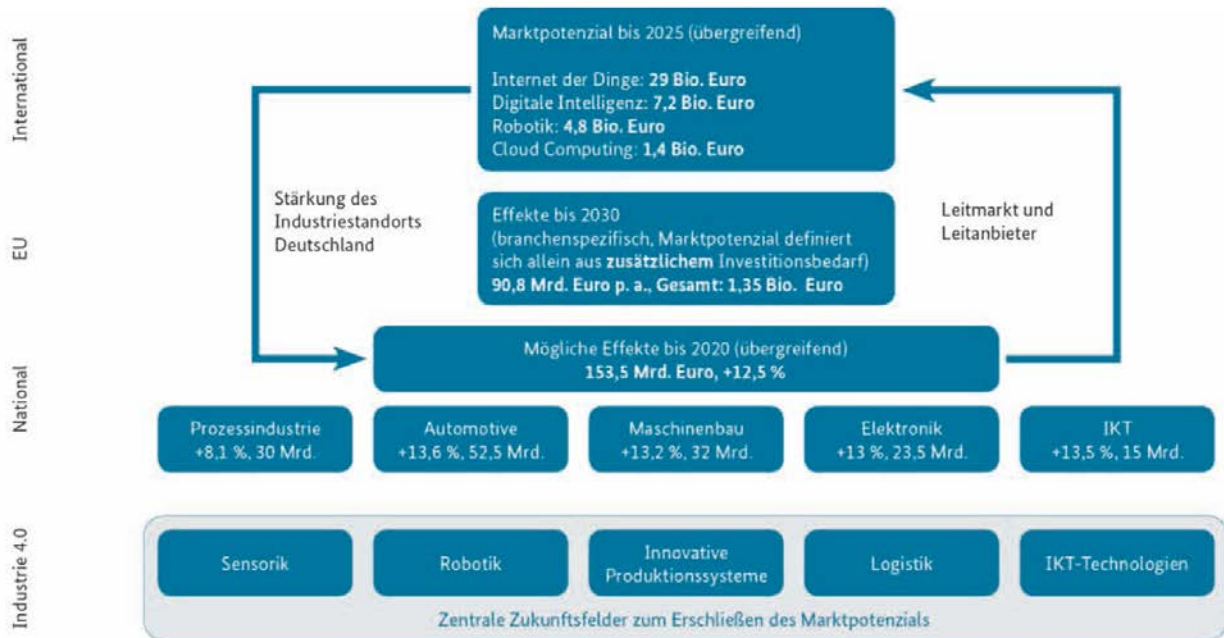


Abbildung 1: Industrie 4.0 [ACT2013]

Mit Hilfe dieser Technologie sollen neue, vielversprechende Geschäftsmodelle möglich werden, die die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft stärken können. In einer Studie zu den „volks- und betriebswirtschaftlichen Faktoren für den Standort Deutschland“ [BMW2015] hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie die Daten mehrerer einschlägiger Untersuchungen ausgewertet. Dort wird ein erhebliches Potential durch die Anwendung der Industrie-4.0-Technologien erwartet.

Zu erwartende wirtschaftliche Effekte durch Industrie 4.0.



Quelle: iit 2015; Daten aggregiert aus BITKOM (2014), PwC (2014), Roland Berger (2014), McKinsey (2013)

Aktuelle Umfragen lassen ein hohes branchenübergreifendes Potenzial durch Industrie 4.0 und deren Schlüsseltechnologien erwarten.

Abbildung 2: Volkswirtschaftliches Potential durch Industrie 4.0 [BMW2015]

Dieses erwartete Potential führt zu den aktuell durch die Bundesministerien für Wirtschaft und Energie und für Wissenschaft und Forschung getragenen Aktivitäten zur neuen „Plattform Industrie 4.0“. Auch wenn sich also mit dem Begriff „Industrie 4.0“ große Erwartungen verknüpfen, erscheint der Umfang der erforderlichen Umwälzungen erheblich und schreckt viele der Akteure, die eigentlich von diesen Aktivitäten profitieren sollen, insbesondere die kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU), eher ab. Ein Grund hierfür mag auch an der Begrifflichkeit der „Revolution“ liegen, die z.B. Ahrens kritisch hinterfragt [AHR2012].

Im Folgenden soll dargestellt werden, wie derzeit in Forschung und Praxis das Thema Industrie 4.0 von den Akteuren umgesetzt wird. Dazu wird zunächst definiert, was unter Industrie 4.0 verstanden wird. Danach werden exemplarische Aktivitäten von Forschungsinstitutionen, Anbietern von Automatisierungs- und Produktionstechnik und den Anwendern dieser Technologie gezeigt. Auf dieser Basis erfolgt ein Vorschlag für ein pragmatisches Vorgehen bei der Umsetzung der Industrie-4.0-Welt in die reale Anwendung.

2. Definition Industrie 4.0

Der Arbeitskreis Industrie 4.0 hat 2013 Industrie 4.0 wie folgt definiert [ACT2013]: „Im Zusammenspiel mit der fortschreitenden Miniaturisierung und dem Siegeszug des Internets führt dieser Trend zur Allgegenwärtigkeit der rechnergestützten Informationsverarbeitung (Ubiquitous Computing). Autonome, leistungsfähige Kleinstcomputer (Eingebettete Systeme/Embedded Systems) werden zunehmend drahtlos untereinander und mit dem Internet vernetzt: Die physikalische Welt und die virtuelle Welt (der Cyber-Space) verschmelzen zu sogenannten Cyber-Physical Systems (CPS). Mit der Einführung des neuen Internetprotokolls IPv62 im Jahr 2012 stehen ausreichend Adressen für die flächendeckende, unmittelbare Vernetzung von intelligenten Gegenständen per Internet zur Verfügung. Somit wird erstmals eine Vernetzung von Ressourcen, Informationen, Objekten und Menschen möglich, die auch die Industrie betrifft: Das Internet der Dinge und Dienste. Diese technologische Evolution lässt sich bezogen auf die Produktion als vierte Stufe des Industrialisierungsprozesses bewerten: Industrie 4.0.“

Offensichtlich kommen den Cyber-Physical Systems, als technologische Enabler von Industrie 4.0, eine entscheidende Rolle zu. Cyber-Physical Systems sind

- mechatronische Geräte,
- die über Sensoren Daten aus der Umwelt aufnehmen,
- über eingebaute IT-Systeme (Hard- und Software) die Daten verarbeiten können,
- über Aktoren auf die Umwelt einwirken können und
- sich vernetzen können.

Dabei können sich CPS zu übergeordneten Systemen, z.B. sog. Cyber-Physical Production Systems (CPPS), vernetzen und neue Dienste und Funktionen ausführen. So kann aus der Kombination von CPS ein Smart Home, eine Smart City, ein Smart Grid oder eine Smart Factory werden [ACT2013].

Die Anwendung der CPS in der Industrie 4.0 führt zur durchgängigen Digitalisierung des Produktlebenszyklus. In Kombination mit der Fähigkeit zur Vernetzung können neue Geschäftsmodelle entstehen. Diese werden durch Industrie-4.0-Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsnetzwerke beschrieben [VDI2014].

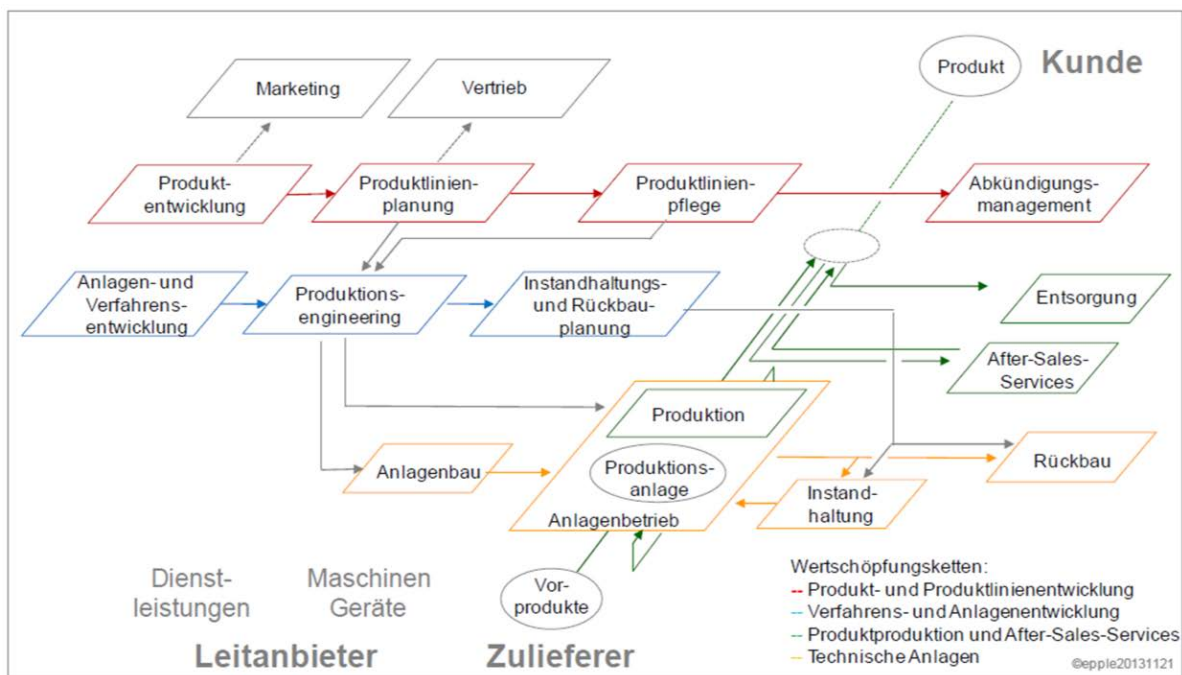


Abbildung 3: Wertschöpfungsnetzwerke Industrie 4.0 [VDI2014]

Zusammengefasst ist Industrie 4.0 die Anwendung von

- Cyber-Physical Systems,
- die sich vernetzen können um
- Dienstleistungen oder Produkte
- zur Erzeugung von neuem Kundennutzen
- in einem Internet der Dinge

anbieten zu können. In diesem Kontext bewegen sich alle in diesem Bericht betrachteten Akteure. Erwartet werden

- neue Geschäftsmodelle,
- Produktivitätsverbesserungen und
- kundenindividuelle Dienstleistungen und Produkte.

Dabei werden Umwälzungen erwartet, die denen nach der Einführung des Internets nicht nachstehen [ACT2013].

3. Akteure in der Industrie-4.0-Welt

Bei Betrachtung der Industrie-4.0-Welt stehen zunächst die an der Plattform Industrie 4.0 beteiligten Akteure hervor. Trotzdem sollen nun die Akteure nicht in ihren Rollen in der Plattform Industrie 4.0 und auch nicht die maßgeblichen Ministerien im Vordergrund stehen, sondern vielmehr die Institutionen die sich konkret an diesem Thema arbeiten. Viele der betrachteten Institutionen sind gleichwohl Mitglieder der Plattform Industrie 4.0.

Dabei soll ein anderer Ansatz gewählt werden als er z.B. in [BAU2014] gewählt wird. Hier wird die Industrie-4.0-Welt aus Sicht der Technologien beleuchtet. Auch hier nehmen die sog. Use Cases einen großen Raum ein, ohne aber einen Rückschluss auf eine pragmatische Umsetzung zum Nutzen von Anwendern und Kunden zu ziehen.

Natürlich kann dieser Bericht sich nur auf öffentlich zugängliche Quellen stützen, dem Bericht liegen also eine entsprechende Literaturrecherche sowie die Auswertung folgender Veranstaltungen zugrunde:

- VDI-Tagung Industrie 4.0 2014 und 2015 [VDI2014a] [VDI2015a],
- Hannovermesse 2014 und 2015 sowie
- Kongress Automation 2014 und 2015 [VDI 2014b] [VDI2015b].

Dabei wurden 74 Akteure (Forschungseinrichtungen, Institutionen und Firmen) in der Industrie-4.0-Welt identifiziert:

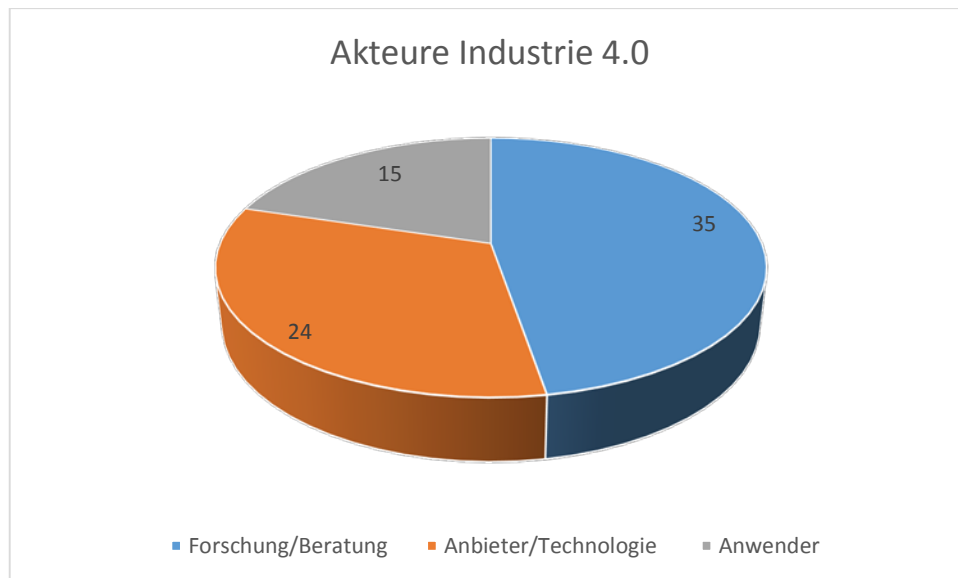


Abbildung 4: Akteure Industrie 4.0 in diesem Bericht

Der überwiegende Teil der sich öffentlich mit dem Thema Industrie 4.0 beschäftigenden Akteure sind Forschungsinstitutionen. Es folgen diejenigen Akteure, die Automatisierungskomponenten anbieten. Die kleinste Gruppe stellen die potentiellen Anwender. Natürlich deckt sich dieses Ergebnis mit der Erwartung, dass Forscher und Anbieter eher ihre Aktivitäten publizieren. Allerdings ist das Thema Industrie 4.0 mit seinen erwarteten Potentialen bei der überwiegenden Zahl produzierender Firmen bekannt [ACT2013], so dass der Kreis der potentiellen Anwender sehr hoch ist. Trotzdem ist die Zahl der Anwendungsbeispiele noch überschaubar klein und spiegelt sich in den hohen Aktivitäten in dem Bereich der Use Cases in den Umsetzungsempfehlungen für Industrie 4.0 [BVZ2015].

4. Forschungsinstitutionen

Die wahrnehmbar aktivsten Akteure sind diejenigen im Bereich der Forschung, insbesondere in der Automatisierungstechnik. Aus den Aktivitäten der Forscher in den letzten Jahren haben sich Forschungsschwerpunkte herausgebildet, die in der Folge weiter bearbeitet werden müssen [BVZ2015].

Wesentliche Forschungsfelder liegen demnach in den Bereichen

- der Standardisierung,
- der Datensicherheit,
- der Produktsicherheit,
- der Durchgängigkeit der Digitalisierung über den Produktlebenszyklus hinweg,
- der Prozesse zur vertikalen und horizontalen Integration und
- der „sozialen Infrastrukturen der Arbeit“ [BVZ2015].

Viele Institutionen forschen in diesen Feldern durch Demonstratoren, die jeweils unterschiedliche Aspekte von Industrie 4.0 im Sinne der oben gemachten Definition beleuchten. Exemplarisch seien drei dieser Demonstratoren beschrieben.

In [MPD2013] wird ein deutschlandweiter Industrie-4.0-Demonstrator beschrieben. Dabei kooperieren mehrere Universitätsinstitute. Die Institute haben ihre jeweiligen fertigungstechnischen Labore semantisch beschrieben. Diese

Beschreibungen geben die jeweiligen Fähigkeiten der völlig unterschiedlichen Institutsanlagen an. Jedes Institut hat einen Software-Agenten, der mit diesen Fähigkeiten an einen virtuellen Marktplatz herantritt. Nun können die jeweiligen Produktionsstandorte ihre Leistungen dort automatisch anbieten, konkurrieren oder sich unterstützen. In dem ausgeführten Beispiel kann über eine Internetseite ein Joghurt kundenspezifisch konfiguriert werden. Dieser Auftrag wird auf dem virtuellen Marktplatz angeboten und der beste (schnellste, günstigste) Anbieter gewinnt. All dies läuft agentenbasiert automatisch ab und ist ein Beispiel für die horizontale Integration von Produktionsstandorten.

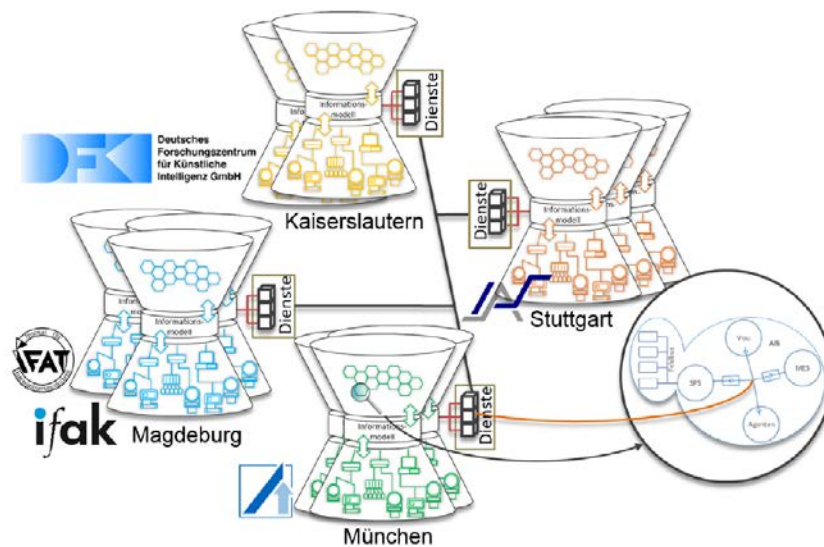


Abbildung 5: Deutschlandweiter Industrie-4.0-Demonstrator nach [MPD2013]

Die horizontale Integration nicht zwischen Produktionsstandorten sondern innerhalb eines solchen Standorts zeigt die SmartFactory der Technologie-Initiative SmartFactory KL e.V. [SMA2015]. In einer Kooperation mit mehreren namhaften Herstellern von Automatisierungstechnik wird an verschiedenen Demonstratoren untersucht, wie die horizontale Integration von unterschiedlichen Anlagen für einzelne Fertigungsprozesse gelingen kann. Publiziert wurde insbesondere über eine Anlage, die gravierte Schlüsselfinder herstellt [BAU2014] und eine Anlage, die gravierte Geschäftskartenhalter produziert [SMA2015]. Die Produktindividualisierung entsteht durch die Gravur. Beispielhaft umgesetzt sieht die Technologie-Initiative Smart Factory KL e.V.

- die modularisierte Systemstruktur auf Basis einzelner Fertigungsschritte,
- die definierte Schnittstellen für Stoff-, Energie- und Informationsfluss zwischen den Modulen,
- die Selbststeuerung des Produkts durch RFID als Smart Product,
- das Plug and Produce und
- die einheitliche vertikale Vernetzung zur übergeordneten Hierarchie.



Abbildung 6: SmartFactory nach [SMA2015]

Das Fraunhofer-Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA) in Lemgo betreibt die Lemgoer Modellfabrik (LMF) [HEY2015]. Ziel der LMF ist die Abbildung einer Produktionsanlage im Labormaßstab. Dabei werden Flaschen mit Schüttgut befüllt. Die verwendete Automatisierungstechnik stammt von unterschiedlichen Herstellern.

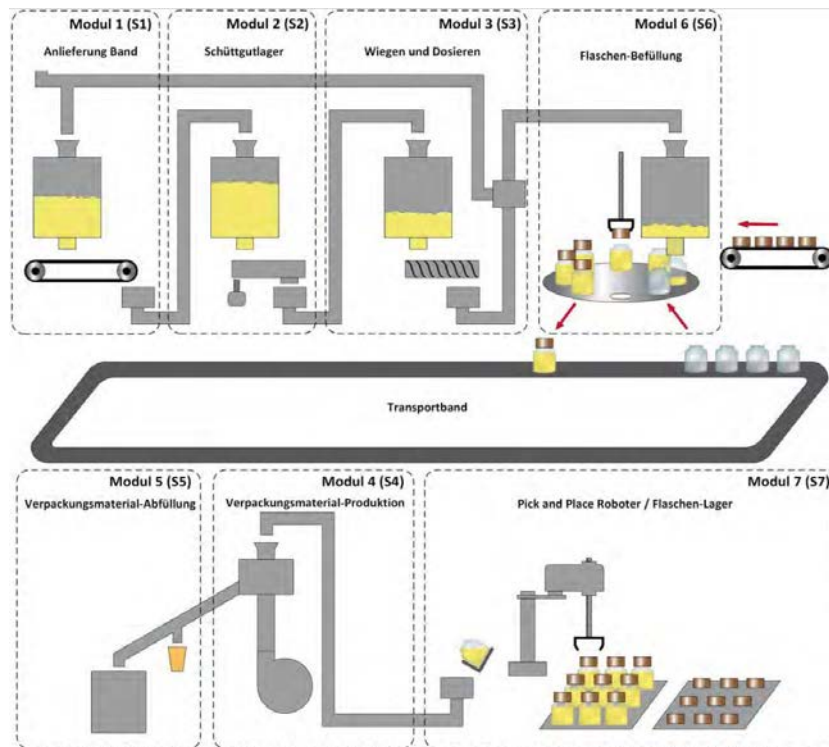


Abbildung 7: Module der Lemgoer Modellfabrik (LMF) nach [HEY2015]

Auch die Lemgoer Modellfabrik zeigt die horizontale Integration der einzelnen Produktionsmodule untereinander. Zusätzlich wird die vertikale Integration zwischen den einzelnen Modulen und einem übergeordneten Leitstand dargestellt. Die Produktindividualisierung erfolgt über die unterschiedlichen Schüttgüter. Derzeit wird die SmartFactoryOWL als Kooperation des Fraunhofer IOSB-INA und der Hochschule OWL errichtet [OWL2015]. Hier wird (Juli 2015) über einen Wettbewerb ein geeignetes Produkt für die SmartFactoryOWL gesucht.

Alle diese Demonstratoren, und dies ist typisch für die Aktivitäten der betrachteten Forschungsinstitute, zeigen die beispielhafte technische Realisierung einer Smart Factory als Teil der Vision Industrie 4.0. Geforscht wird insbesondere an

- den Methoden zur horizontalen und vertikalen Integration von Produktionssystemen,
- der Standardisierung der Beschreibung solcher Systeme,
- der Standardisierung von Schnittstellen und
- deren technischer Umsetzung.

5. Technologieanbieter

Die Anbieter von Technologie kommen im Wesentlichen aus zwei Welten: Akteure sind die klassischen Anbieter von Automatisierungstechnik und die Anbieter von IT-Infrastruktur. Beispielhaft werden drei Anbieter von Automatisierungstechnik und ein IT-Anbieter betrachtet.

In [WEG2014] wird beschrieben, wie sich aus Sicht eines großen Industrieunternehmens aus der Vision Industrie 4.0 ein Geschäftsmodell für einen Anbieter von Automatisierungstechnik ableiten lässt. Dabei wird nicht nur die klassische Automatisierungstechnik betrachtet, sondern, dem übergreifenden Charakter der Vision folgend, die gesamte Wertschöpfungskette des Produktlebenszyklus berücksichtigt.

Als Grundlage wird in [WEG2014] die Vision der durchgängigen Digitalisierung gesehen. Auf Basis geeigneter Beschreibung von Produkt-Soll- und Produkt-Ist-Eigenschaften wird eine Wertschöpfungskette angestrebt, die eine Selbstorganisation vernetzter Produktionseinrichtungen erlaubt. Ziel dieses Vorgehens ist es, für die entstehende „Verschmelzung von virtueller und realer Industriewelt“ [WEG2014] alle Komponenten und Dienstleistungen anbieten zu können. Angestrebt wird die Erweiterung der Geschäftsmodelle der Automatisierungstechnik aus der Produktionshalle hinaus in die gesamte Wertschöpfungskette.

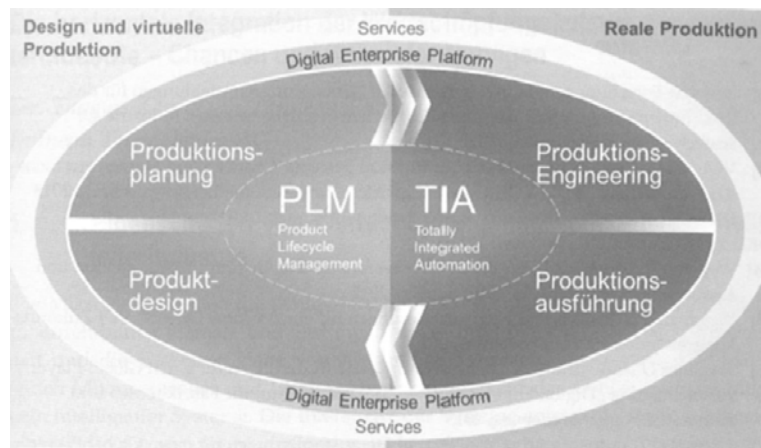


Abbildung 8: Verschmelzung von virtueller und realer Industriewelt nach [WEG2014]

Den entgegengesetzten Weg wählen die Anbieter der IT-Infrastruktur. In [BAU2013] wird beschrieben, wie die Dienstleistungen des Internets in die Produktion abstrahlen. Dort werden fünf wesentliche Innovationen genannt, die in ihrer Kombination wesentliche Treiber der 4. industriellen Revolution sind [BAU2013]:

- Mobile Computing, Ubiquitous Computing,
- Soziale Medien,
- Internet der Dinge,
- Big Data und
- Analyse und Nutzung von Big Data.

All diese Innovationen erfordern die Bereitstellung der entsprechenden Infrastruktur. Daher wird die Grenze zwischen der klassischen IT und der Automatisierungstechnik verschwimmen und Anforderungen und Dienstleistungen der Produktionstechnik auch von IT-Firmen mitgestaltet werden.

Neben diesen umfassenderen Ansätzen gibt es Anbieter, die ihre Produkte zu Industrie 4.0 befähigen und gleichzeitig die Industrie-4.0-Welt nutzen, um selbst Produktivitätsvorteile für sich zu generieren. So wird in [ZWE2015] über ein System zur automatischen, internetbasierten Montage von durch den Kunden konfigurierten Steckverbindern berichtet. Ziel ist, dem Kunden über ein Web-Interface die Möglichkeit zu geben, direkt aus einem Produktkatalog heraus Steckverbinder zu konfigurieren und zu bestellen. Die Fertigung der Steckverbinder mit dem anschließenden Versand soll dann automatisch erfolgen. Ein ähnliches System zur vollautomatischen Fertigung von Automatisierungsbaugruppen auf Hutschienen wird von einem Anbieter von Automatisierungstechnik in [GRA2014] beschrieben.

Auch in [SOD2014] wird die Erweiterung des Geschäftsmodells eines Anbieters von Antriebskomponenten durch Industrie 4.0 beschrieben. Der Autor schildert den eigenen Weg der Produktion der Firma von Irrwegen im CIM-Zeitalter über die Anwendung von Lean-Production bis zur Vision der Anwendung von Industrie-4.0-Technologien in der eigenen Produktion. Dabei wird insbesondere auf eine variable innerbetriebliche Logistik durch fahrerlose Transportsysteme (FTS) in Kombination mit kollaborierenden Robotern berichtet. Dieser Pfad wurde auch auf der Hannovermesse 2015 von der Firma gezeigt. Die entwickelten FTS als CPS sollen auch verkauft werden können (Abbildung 9).



Abbildung 9: FTS mit kollaborierenden Robotern als CPS auf der Hannovermesse 2015

6. Anwender

Die reinen Anwender von Industrie-4.0-Technologien, die nicht auch gleichzeitig potentielle Anbieter von Industrie-4.0-Komponenten sind, veröffentlichen bisher nur in relativ geringer Anzahl ihre Aktivitäten.

Eine aktivere Branche stellen hierbei die Hersteller von Landmaschinen dar. In [HAS2015] wird beschrieben, wie der Hersteller seine eigene Produktion so aufbauen will, dass er seine Produkte den jeweiligen Marktanforderungen angepasst in allen weltweit vernetzten Produktionswerken bauen kann. In [Hut2014] wird ein System vorgestellt, in dem landwirtschaftliche Maschinen über ein Funknetzwerk ihre Aktivitäten koordinieren und so erhebliche Effizienzsteigerungen realisieren (Farming 4.0).

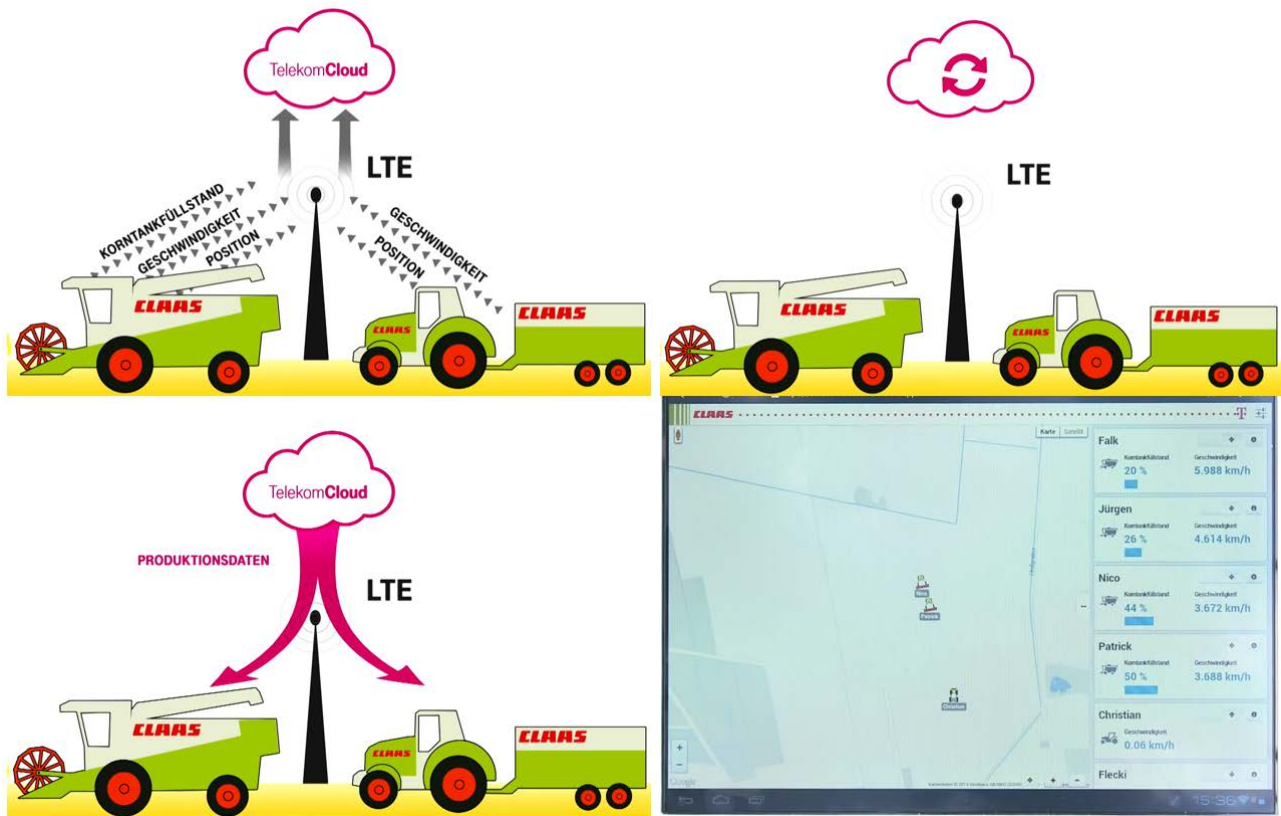


Abbildung 10: Farming 4.0 der Firmen Claas und Telekom

(<http://www.laboratories.telekom.com/public/Deutsch/Innovation/Exponate/Pages/Industrie-4.0.aspx> vom 08.07.2015)

Die Möglichkeiten der Vernetzung nutzen auch Werkzeugmaschinenhersteller [VDI2015a]. Da Werkzeugmaschinen heute alle über entsprechende Computer verfügen und netzwerkfähig sind, können sich diese im Intranet der Produktionsfirma vernetzen. Über eine Firewall ist dieses Intranet mit dem Internet verbunden. Bei entsprechender Vergabe von Zugriffsrechten kann das Intranet der Produzenten mit dem Intranet des Werkzeugmaschinenherstellers verbunden werden. Dann kann, z.B. im Falle von Trouble-Shooting, direkt ein Informationsaustausch zwischen Hersteller der Werkzeugmaschine und Anwender, dem Produzenten, stattfinden. Auf diese Weise verspricht sich der Werkzeugmaschinenhersteller eine bessere Kenntnis über die von ihm verkauften Produkte und der Produzent als Anwender hofft auf eine höhere Verfügbarkeit seiner Werkzeugmaschine. Denkbar sind über diese Vernetzung von Hersteller und Anwender auch weitere Geschäftsmodelle, z.B. das Verkaufen der Leistung der Werkzeugmaschine oder das Makeln von Produktionsaufträgen.

Ein anderer Ansatz wird von einem Hersteller für Haushaltsgeräte in der Produktion genutzt [ILG2015]. Hier geht es um die horizontale Integration von 25 Maschinen zur Produktion von etwa 3000 Geräten pro Tag sowie die vertikale Integration mit der entsprechenden Datenaufbereitung und Visualisierung für die Produktionsleitsysteme. Der Anwender amortisiert die Investition durch eine höhere Produktivität, Energieeffizienz und Verfügbarkeit. In dem nächsten Schritt werden die zu produzierenden Haushaltsgeräte als Smart Products sich selbst durch die Produktion steuern.

Die Anwendung auf individualisierte Produkte wird in [PFE2015] beschrieben. Über ein webbasiertes CAD-Programm kann der Nutzer die Greifgeometrie eines Greifers festlegen. Die notwendigen Greiferbacken werden dann durch additive Fertigung individuell hergestellt, an einen geeigneten Greifer montiert und dem Kunden zugesandt.

7. Industrie 4.0 in Forschung und Praxis

Die in diesem Arbeitspapier vorgestellten Anwendungen von Industrie 4.0 zeigen, dass die Technologien grundsätzlich vorhanden sind. Insbesondere auf der Forschungsseite findet man viele Demonstratoren, die die Leistungsfähigkeit der Vision Industrie 4.0 unter Beweis stellen.

Die beispielhaft ausgeführten Automatisierungslösungen mit horizontaler und vertikaler Integration sowohl innerhalb eines Standorts als auch über verteilte Standorte zeigt die grundsätzliche Machbarkeit der Digitalisierung der Wertschöpfungsnetzwerke, gerade der Produktion. Allerdings wird deutlich, dass die modellhaften Anwendungen nicht zeigen können, welchen Vorteil sie für kundenindividuelle Produkte bieten, da die Individualität jeweils eher trivial dargestellt wird (Art des Joghurts, Gravur auf einem Bauteil, Auswahl aus einem vorgegebenen Baukasten, etc.). Die Forschungsergebnisse, die mit den Demonstratoren gewonnen wurden, zeigen den großen Bedarf an Standardisierung und Normung, damit alle Komponenten einer Industrie-4.0-Welt miteinander agieren können. Die Forschung betont insbesondere die technologischen Möglichkeiten.

Die Anbieter von Industrie-4.0-Technologien sehen in der Industrie-4.0-Vision jeweils eine Chance zur Erweiterung ihres Geschäftsmodells. Die Komponenten selbst sind häufig schon mit vielen Industrie-4.0-Merkmalen versehen und können als CPS gelten (mechatronische Systeme mit Sensoren und Aktoren, die über eigene Rechenkapazität verfügen und netzwerkfähig sind). Inwieweit diese Anbieter die notwendige Standardisierung als Chance oder Risiko ansehen, bleibt abzuwarten.

In der Anwendung nimmt die Industrie-4.0-Vision langsam Gestalt an. Allerdings ist naturgemäß noch keine, der Industrie-4.0-Vision entsprechende umfassende Anwendung erkennbar. Im Prinzip findet man drei Gruppen von Anwendern:

- Nutzer der Vernetzungsfähigkeit der CPS über z.B. das Internet oder Funknetze,
- Nutzer der dezentralen Automatisierung in amortisierbaren Anwendungen und
- Nutzer der flexiblen Fertigung für bestimmte individualisierbare Produkte.

Vor diesem Hintergrund ergibt eine SWOT-Analyse der Industrie-4.0-Vision das in Abbildung 11 gezeigte Bild. Im Vergleich zu dieser Analyse wird die SWOT-Analyse aus [BMWI205] herangezogen. Übereinstimmung findet man in der grundsätzlichen technischen Realisierbarkeit der Industrie-4.0-Vision. Auch die Chancen sind unstrittig. Im Text der Studie zu der SWOT-Analyse wird in [BMWI2015] auf die Risiken zur IT-Sicherheit eingegangen, diese taucht aber in der SWOT-Analyse selbst nicht auf. Es wird darauf abgehoben, dass die Schwächen in der fehlenden Messbarkeit des Nutzens digitaler Prozesse bestehen. Die fehlenden Geschäftsmodelle werden der mangelnden Auseinandersetzung der Unternehmen mit dem Thema zugeschrieben. Die Standardisierung selbst stellt hingegen kein Risiko dar.

Stärken Technologie grundsätzlich vorhanden Produktivitätssteigerungen möglich Ganzheitlicher Ansatz	Schwächen Fehlende Geschäftsmodelle Hohe Einführungskosten Uneinheitliche Interessen der Akteure Technologiegetriebene Vision
Chancen Produktindividualisierung Neue Geschäftsmodelle Qualitätssteigerung der Produkte und Prozesse	Risiken Fehlende Standardisierung IT-Sicherheit Produktsicherheit

Abbildung 11: SWOT Industrie 4.0 in Forschung und Praxis

Stärken • Fokus des Managements liegt nicht mehr so stark auf Kostendegression, sondern auf neuen Geschäftsmodellen. • IKT-Technologien bereits heute zur Prozesssteuerung weit verbreitet. • Mitarbeiter sind bereits heute sehr flexibel. • Industrie 4.0 erfordert eine neue Kompetenzentwicklung, doch ist man mit dem dualen Ausbildungssystem bzw. der quartären Bildung hier sehr gut aufgestellt. • Die Mehrzahl der Unternehmen versprechen sich von Industrie 4.0 Umsatz- und Produktivitätssteigerung sowie eine flexiblere Produktion.	Schwächen • Es findet noch zu wenig (digitale) Interaktion mit den Kunden statt. • Kosten der Dokumentation von Richtlinien und Normen übersteigen deutlich den Nutzen. • Die wenigsten Unternehmen nutzen konkret „Cyber Physical Systems“ in der Produktion. • Digitale Prozesse werden nicht ausreichend koordiniert umgesetzt. • Es gibt kaum eine Hinterlegung mit Indikatoren zur Messung der Umsetzung digitaler Prozesse. • Die Mehrzahl der Unternehmen produziert manuell oder ggf. hybrid. • Gerade einmal vier Prozent der Unternehmen haben bereits konkrete Umsetzungsbemühungen getätigt.
Chancen • Digitalisierung wird ein hohes Potenzial zuerkannt. • Einführung von Industrie 4.0 lässt sich komplementär zur menschlichen Arbeit umsetzen. • In der Produktion werden bereits heute umfassende Informationstechnologien eingesetzt, was fehlt ist die Vernetzung der Systeme untereinander. • Management erkennt, dass in Zukunft sehr schnell auf Kundenwünsche reagiert werden muss. • Mobile Endgeräte werden den Aufwand der Dokumentation reduzieren. • Führungskräfte sind vom Potenzial überzeugt, das mit dem Thema Industrie 4.0 einhergehen kann. • Es besteht die Wahrnehmung, dass die IT-Technologien zukünftig die stärksten Veränderungen in der industriellen Produktion generieren.	Risiken • Unternehmen fehlen die Ressourcen zur Umsetzung von Industrie 4.0. • Akteure scheinen die Anforderung im Zusammenhang mit der Einführung von Industrie 4.0 zu unterschätzen (auch was zukünftige Investitionen angeht). Es besteht die Gefahr, den Trend Industrie 4.0 zu verschlafen. • Von Seiten des Managements ist keine digitale Vision zu erkennen. • Die Fähigkeit, die Potenziale von Industrie 4.0 zu erkennen, ist von Seiten der Führungskräfte unzureichend ausgeprägt. • Zukünftige Rolle der Konsumenten wird unterschätzt. • Die Mehrzahl der Unternehmen sieht sich derzeit noch mit der Komplexität des Themas Industrie 4.0 überfordert.

Quelle: iit 2015

Abbildung 12: SWOT-Analyse zur Umsetzung von Industrie 4.0 auf Unternehmensebene [BMWi2015]

8. Umsetzungsszenarien für Industrie 4.0

Auch wenn das Schlagwort Industrie 4.0 sich auf die 4. Industrielle Revolution bezieht, sprechen immer mehr Akteure von der Notwendigkeit einer evolutionären Entwicklung des Themas. Diese Erkenntnis deckt sich aber mit dem, was man auf der Anwenderseite findet. Bestimmte Aspekte der Vision Industrie-4.0 können Unternehmen jetzt schon umsetzen, wenn diese ihnen Vorteile bringen.

Die Netzwerkfähigkeit vieler Geräte kann schon jetzt zur Realisierung zusätzlicher Dienstleistungsangebote, z.B. Remote Service oder vorausschauender Wartung, genutzt werden. Beispiele hierfür findet man sowohl im B2B-Bereich als auch im B2C-Bereich. Durch entsprechende Sensorik können Daten erhoben, von einem Dienstleister verarbeitet und dem Kunden für nutzbringende Dienstleistungen angeboten werden.

Innerhalb von Produktionsnetzwerken können über geeignete Kommunikation und dezentrale Informationsverarbeitung auch jetzt schon Produktivitätsgewinne erzielt werden. Es ist selbstverständlich, dass die hierfür eingesetzten Mittel sich entsprechend der jeweiligen Unternehmensstrategie amortisieren müssen. Andernfalls ist die Nutzung dieser Technologie sinnlos und steht hier natürlich im Wettbewerb mit anderen Produktionsstrategien, z.B. Lean Production, die eher nutzen- und weniger technologiegetrieben sind.

Weiterhin können die Industrie-4.0-Technologien zu besseren kundenindividuellen Lösungen führen, insbesondere wenn diese mit Technologien der additiven Fertigung kombiniert werden. Auch hierfür gibt es schon die oben genannten Anwendungsbeispiele. Allerdings ist dabei die Produktsicherheit der kundenindividuellen Lösung abzusichern.

Damit stellen sich für ein evolutionäres, pragmatisches Umsetzungsszenario zur Nutzung der Industrie-4.0-Technologien drei Fragen:

1. Kann die Vernetzung von Produkten zur Generierung von Kundennutzen verwendet werden?
2. Gibt es durch die Nutzung von CPS in der Produktion Potentiale zur Steigerung von Produktivität und Qualität?
3. Sind durch die Industrie-4.0-Technologien nutzbringende kundenindividuelle Lösungen möglich?

Bisher werden insbesondere die ersten beiden Punkte erörtert. Im Rahmen von Diskussionen zu Geschäftsmodellen findet entsprechend im Wesentlichen eine Auseinandersetzung mit dem ersten Punkt statt [KIL2015]. Kann eine dieser Fragen mit „ja“ beantwortet werden, so erscheint eine Umsetzungsplanung sinnvoll und in ihrer Komplexität mit klassischen Mitteln, z.B. dem Systems Engineering, beherrschbar.

9. Zusammenfassung

Industrie 4.0 ist eine Vision, die zweifellos großes Potential birgt. Im Rahmen der Initiative der Bundesregierung gibt es hierzu auch die umfassende Strategie. Im Laufe der letzten Jahre hat sich gezeigt, dass die Zahl und Qualität der Anwendungen besser wird. Häufig nutzt die durchgeführte Maßnahme einen Teilbereich der Vision, so dass die Anwendung selber nicht mehr revolutionär erscheint. Dies ist aber auch eher eine Chance, die zeigt, dass man neben dem großen Wurf auch jetzt schon von den Möglichkeiten der Digitalisierung des Produktlebenszyklus als Unternehmen profitieren kann, auch wenn die Maßnahme alleine vielleicht nicht das Etikett „Industrie 4.0“ verdient.

10. Literaturverzeichnis

- [ACT2013] Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (Hrsg.): „Umsetzungsempfehlung für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., 2013.
- [AHR2012] Ahrens, V.: „Inflation industrieller Revolutionen“, Productivity Management 17 (2012), Seite 30 ff..
- [BAU2013] Baum, G.: „Innovationen als Basis der nächsten Industrierevolution“, in: Sandler, U. (Hrsg.): „Industrie 4.0 – Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM“, Springer Vieweg, 2013.
- [BAU2014] Bauernhansl, Th.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): „Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik“, Springer Vieweg, 2014.
- [BVZ2015] BITCOM e.V.; VDMA e.V.; ZVEI e.V. (Hrsg.): „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0: Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0“, Berlin, 2015.

- [BMWI2015] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): „Industrie 4.0: Volks- und Betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland“, Berlin, 2015.
- [GRA2014] Graeser, O.: „Durchgängige Datenhaltung schafft Wettbewerbsvorteil“, Maschinenmarkt, 30/31 2014, Seite 100 ff.
- [HAS2015] Haas, B.: „Industrie 4.0: Umsetzungsbeispiele bei John Deere“, Vortrag gehalten auf der Automation 2015, Baden-Baden, 2015
- [HEY2015] Fay, A.; Heymann, S.; Jasperneite, J.; Schröck, S.: „Beschreibung von Produktionsprozessen in modularisierten Produktionsanlagen für Industrie 4.0“, Vortrag gehalten auf der Automation 2015, Baden-Baden, 2015
- [HUT2014] Huthmann, J.: „Farming 4.0“, in: CLAAS KGaA mbH: „Geschäftsbericht 2014“, Seite 20ff..
- [ILG2015] Ilg, P.: „Schritt für Schritt in die digitale Produktion“, VDI-Nachrichten 20/2015
- [KIL2015] Kilger, Ch.: „Industrie 4.0 – Neue Geschäftsmodelle durch intelligente, vernetzte Produkte“, Vortrag gehalten auf der Automation 2015, Baden-Baden, 2015
- [MPD2013] Mayer, F.; Pantförder, D.; Diedrich, C.; Vogel-Heuser, B.: „Deutschlandweiter I4.0-Demonstrator – Technisches Konzept und Implementierung“, Technischer Report: <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bvb:91-epub-20131112-1178726-0-0>, 2013
- [OWL2015] Fraunhofer IOSB-INA: „SmartFactoryOWL: Willkommen in der Fabrik der Zukunft“; <http://www.smart-factory.owl.de>, aufgerufen am 08.07.2015
- [PFE2015] Pfeifer, J.: „Webtool für individuelle 3D-Greiferbacken“, in Konstruktionspraxis (5) 2015
- [SMA2015] Technologie-Initiative SmartFactory KL e.V.: „SmartFactoryKL: Wegbereiter von Industrie 4.0“; http://www.srgwerbeagentur.de/smartF/pdf/Infomaterial/SF_Unternehmensbroschuere_DE_Web.pdf; aufgerufen am 08.07.2015
- [SOD2014] Soder, J.: „Use Case Production: Von CIM über Lean Production zu Industrie 4.0“, in: Bauernhansl, Th.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): „Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik“, Springer Vieweg, 2014.
- [VDI2014] VDI e.V.: „Industrie 4.0: Statusreport Wertschöpfungsketten“, VDI, April 2014
- [VDI2014a] VDI Wissensforum GmbH: „VDI-Tagung Industrie 4.0: Veränderung für Produktion und Markt“, 04.-05.02.2014, Düsseldorf.
- [VDI2014b] VDI Wissensforum GmbH: „Automation 2014: Smart X – Powered by Automation“, 01.-02-07.2014, Baden-Baden.
- [VDI2015a] VDI Wissensforum GmbH: „VDI-Tagung Industrie 4.0: Industrie 4.0 ...kommt an“, 28.-29.01.2015, Düsseldorf
- [VDI2015b] VDI Wissensforum GmbH: „Automation 2015: Benefits of Change – the Future of Automation“, 11.-12-06.2015, Baden-Baden.
- [WEG2014] Wegener, D.: „Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen für einen Global Player“, in: Bauernhansl, Th.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): „Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik“, Springer Vieweg, 2014.
- [ZWE2015] Zwettler, M.: „Maßgeschneiderte Lösungen für die Integrated Industry“, Konstruktionspraxis (5) 2015