

Industrie 4.0 – warten bis die Revolution vorbei ist?

Ängste und Chance rund um Industrie 4.0

Von Jörg Wollert¹

1 Einführung

Seit 2012 wird in Deutschland an der Vision Industrie 4.0 gebastelt. Als Zukunftsprojekt aus der High-Tech-Strategie 2020 der Bundesregierung wurde der Startschuss zur Erarbeitung von Umsetzungsempfehlungen gegeben, welche Deutschland als Leitanbieter Cyberphysischer Systeme etabliert. Jährlich zur Hannover Messe werden seit dem Meilensteine rund um Industrie 4.0 zelebriert. 2013 mit der Übergabe des Abschlussberichts der Acatech an die Bundesregierung, 2014 mit dem Einrichten der Plattform Industrie 4.0 und 2015 mit dem Relaunch unter starker politischer Beteiligung.

Bei der massiven politischen Intervention stellt sich die Frage, ob hier tatsächlich eine Revolution stattfindet, oder ob man versucht eine Revolution herbei zu reden. Aus der Geschichte zeigt sich, dass Revolutionen einfach geschehen – weil das Volk das möchte – nicht weil es politisch gewollt ist. In der Regel wendet sich eine Revolution sogar gegen die aktuelle Politik. Die Agitatoren kommen demnach auch aus einem anderen Lager. Aktuell stellt sich die Welt etwas anders da. Politik verbündet sich mit Gewerkschaften und Arbeitgebern um gemeinsam die Welt aus den Angeln zu heben. Etwas böse und kritisch könnte man also die These vertreten, dass es sich hier eher um politische Planwirtschaft handelt. Und auch hier haben sich bestimmte Verhaltensmuster etablierte: einfach abwarten bis sich alles beruhigt hat, der Hype abgeklungen ist und man zur Normalität zurückkehren kann. Nun ist die Frage durchaus berechtigt – wo stehen wir mit Industrie 4.0?

1.1 Historische Entwicklung

Die Überlegung Deutschland als Leitanbieter für cyberphysische Systeme zu etablieren kommt nicht von ungefähr. Es ist eine zwingende Notwendigkeit, die sich aus der globalen Entwicklung der Wirtschaft ergibt. 1988 hat Mark Weiser erstmals den Begriff „Ubiquitous Computing“ erwähnt. In einer seiner Publikation [1] machte er deutlich, welche Rolle allgegenwärtiges Computing in Zukunft haben wird. Im RFID Journal [2] berichtet Kevin Ashton, der Leiter und Mitbegründer des Auto-ID Center, wie er erstmals den Begriff des „Internet of Things“ in einer Präsentation bei P&G erwähnte. Hier zeigte er die Verknüpfung von RFIDs zur Steuerung von Wertschöpfungsketten über die neu aufkommende Internettechnologie auf. Den Begriff der „Cyber-Physical Systems“ (CPS) erwähnte 2006 erstmals Helen Gill von der National Science Foundation in [3]. Hier wird das unabhängige intelligente Zusammenarbeiten von Systemen in der Vordergrund gestellt, die in der Lage sind eigenständig Schlüsse zu ziehen. Gill prognostizierte, dass CPS der Innovationsmotor für eine Vielzahl von unterschiedlichen Branchenbereichen von Automotive, über Gesundheitswesen, Industrieautomation und Telekommunikation bis hin zu Consumer Elektronik sein wird. Heute kann man feststellen, dass diese Entwicklungen tatsächlich eingetroffen sind. Auch in der industriellen Entwicklung

¹ Prof. Dr.-Ing. Jörg F. Wollert, FH-Aachen FB8-LFG Mechatronik und Eingebettete Systeme, Aachen

sind schon wesentliche Aktivitäten in der ersten Dekade des 21. Jahrhundert umgesetzt. 2009 startete in den USA die Smart Process Manufacturing Organization mit dem Ziel einem übergreifenden Datenaustausch zwischen Unternehmen. 2010 wurde als Non-Profit-Organisation die SMLC (Smart Manufacturing Leadership Coalition) mit einem Förderbeitrag von \$500 Million gegründet. Ihr Zweck ist die intelligente Vernetzung von Industrien über einen Cloud-basierten Ansatz. Auf der Basis offener Architekturen und Orchestrierung von Diensten in Echtzeit kann das kollaborative Miteinander von Unternehmen realisiert werden.

Die deutsche Industrie 4.0 Initiative ist demnach eher eine Reaktion auf die Entwicklungen, die weltweit zur Optimierung der globalen Wertschöpfungskette führen, als ein Innovationsgetriebener Alleingang.

1.2 Vision Industrie 4.0

Wie kaum ein anderes Land in Europa ist Deutschland auf die Entwicklung und Fertigung von Produktionstechnologie spezialisiert. Der Maschinen- und Anlagenbau ist einer der bedeutendsten Wirtschaftsfaktoren. Während in den meisten Ländern der Anteil des produzierenden Gewerbes an der Gesamtwertschöpfung abnimmt, kann Deutschland diesen in den letzten 20 Jahren bei nahezu unveränderten 25% halten. Hierdurch kann die Anzahl der Beschäftigten in den letzten 10 Jahren nahezu stabil gehalten werden [4]. Verbunden mit den vielen Innovationen der vielfach mittelständischen Unternehmen ist Deutschland zum „Fabrikaurüster“ der Welt geworden. Dieses Erfolgsmodell wird mittlerweile von vielen Staaten als Best-Practice angesehen, um einer weiter gehenden De-industrialisierung entgegen zu wirken. In diesem Kontext müssen auch die Bemühungen rund um Industrie 4.0 gesehen werden. Ziel ist es den Hochlohn-Standort Deutschland wettbewerbsfähig zu halten und die Kräfte von Wirtschaft, Wissenschaft aber auch Politik und Zivilgesellschaft zu bündeln. Alles was dabei hilft ist im Sinn von Industrie 4.0.

Eine entsprechend hohe Bedeutung hat die Wandlungsfähigkeit der Betriebe und der Zusammenarbeit aller beteiligten Wertschöpfungseinheiten. Aufgrund der aktuellen Entwicklungen in der Informationstechnologie (IT) wird absehbar, dass die industrielle Produktion zunehmend digitalisiert wird. Hierzu gehört die Vernetzung von Fertigungsbetrieben zu virtuellen Fabriken bis hin zu einem durchgängigen Engineering über die gesamte Wertschöpfungskette vom Konzept bis hin zur Entsorgung. Auswirkungen sieht man schon heute durch generative Fertigungsverfahren wie dem „3D-Drucken“. Kurz- bis Mittelfristig werden sich neue Fertigungsmodelle herausbilden, die als Dienstleistung über Serviceplattformen angeboten werden. In Teilen finden wir das schon heute bei fabless Semiconductor Herstellern, die eigentlich nur noch Chip-Design machen und die Fertigung hoch spezialisierten Firmen überlassen. Die Wertschöpfungsketten werden so mittelfristig hoch dynamisch und spezialisiert. Welche Auswirkungen diese Visionen haben sind noch nicht absehbar. Man geht jedoch davon aus, dass diese neue Welt der „Smart Factories“ auf der Basis von Cyberphysischen Systemen die Herausforderungen der nächsten Dekade lösen wird.

1.3 Plattform Industrie 4.0

Es ist offensichtlich, dass die Herausforderungen an die neue digitale Welt noch nicht gelöst sind. Zwar existieren an allen Ecken der Welt Initiativen zur industriellen Digitalisierung doch es sind viele Fragen noch offen. Das ist offensichtlich und deshalb Grund zum Handeln. In der

Plattform Industrie 4.0 [5] bemühen sich die deutschen Protagonisten von der Politik über Hersteller und Anwender bis zur Wissenschaft um eine ganzheitliche Lösung und vor allem um einen pragmatischen Ansatz. Im Dialog sollen die Herausforderungen rund um Industrie 4.0 gelöst werden. Hierzu sind unterschiedliche, zum Teil überlappende, Handlungsfelder identifiziert und mit allen Akteuren sollen Empfehlungen erarbeitet werden.

- **Arbeit** – Produktivität lässt sich nur durch einen höheren technischen Einsatz steigern. Das hat maßgebliche Auswirkungen auf den zukünftigen Arbeitsplatz. Eine Akzeptanz für neue technische Systeme ist nur mit und nicht gegen den Mitarbeiter möglich. Das Handlungsfeld Arbeit beschäftigt sich mit neu gestalteten Arbeitsplätzen und neuen Herausforderungen in die Aus- und Weiterbildung.
- **Sicherheit** – Informations- und Datensicherheit wird die globale Akzeptanz von IoT Systemen und das Vertrauen in technische Anlagen nachhaltig beeinflussen. Heutige Steuerungen sind nicht als IT-Systeme konzipiert und damit schnell Opfer von Cyberattacken. Dennoch wird häufig eine Durchgängigkeit vom Sensor in die Cloud gefordert. Hier gilt es Strategien und Techniken zu entwickeln, welche die gesamte Wertschöpfungskette von der Erfindung bis hin zum Engineering, der Produktion, des Betriebs und der Entsorgung begleiten. Vertraulich und Integrität wird zukünftig eine entscheidende Rolle bei der digitalen Zusammenarbeit spielen.
- **Normen und Standards** – Die Automatisierungstechnik und die Unternehmens-IT sind von einer großen Heterogenität gekennzeichnet. Dieses ermöglicht eine hohe Spezialisierung, Effizienz und ein breites Einsatzspektrum auf der einen Seite. Auf der anderen Seite fehlt es an der Konnektivität zwischen Systemen, Anlagen und Betrieben. Hier helfen nur akzeptierte und allgemeingültige Standards. Werkstücke, Maschinen und Anlagen müssen lernen sich gegenseitig zu verstehen. Eine branchen- und sektorübergreifende Standardisierung ist damit Basis für das kollaborative Mitarbeiten von Firmen, Menschen und Maschinen.
- **Rechtliche Rahmenbedingungen** – Schon heute sind vielfältige Kooperationsmodelle zwischen Unternehmen möglich. Die Automobilindustrie zeigt hier seit vielen Jahren die unterschiedlichsten Kooperationsbeziehungen zwischen den Zulieferunternehmen und den OEMs. Dynamisch zusammenarbeitende Unternehmen benötigen eine hohe Rechtssicherheit und Verlässlichkeit. Die Geschäftsprozesse müssen den Entwicklungen gewachsen sein und eine entsprechend zuverlässige Basis bieten.
- **Forschung und Innovationen** – Industrie 4.0 kann man noch nicht von der Stange kaufen. Normen und Standards müssen geschaffen oder adaptiert werden. Best Practices sind als Anwendungsmuster zu etablieren, neue Verfahren, Prozesse und Strategien müssen erfunden werden. Eine umfangreiche interdisziplinäre Zusammenarbeit bietet damit eine Voraussetzung für die Innovationsfähigkeit von Unternehmen und Hochschulen. Darüber hinaus ist gerade die anwendungsorientierte Forschung eine der wichtigsten Säulen für den Wissenstransfer zwischen Forschungseinrichtung und dem Mittelstand.

Die Plattform Industrie 4.0 bietet ein Forum für den Austausch von Informationen und für die Bündelung der Aktivitäten rund um Industrie 4.0. Die kurzen Ausführungen machen deutlich, dass hier ein Arbeitsprogramm begonnen wurde, das noch in den Kinderschuhen steckt. Ziel ist im Besonderen den KMUs Entwicklungshilfe bei dem Einstieg in die digitale Produktion zu geben. Hierzu werden Umsetzungsempfehlungen gegeben und Best Practices entwickelt, die

auch KMUs in die Lage versetzt sich für die Anforderungen aber auch für mögliche Lösungen zu sensibilisieren.

2 Technische Gesichtspunkte

Auch wenn Industrie 4.0 politisch gewollt ist, ist es nicht einfach da. Technische Prozesse und Systemlösungen sind in Teilgebieten bereits verfügbar – Deutschland ist ja bereits erfolgreich im globalen Anlagengeschäft. Aber viele technische und organisatorische Randbedingungen müssen geschaffen werden, um Unternehmensübergreifende Lösungen zu entwickeln. Teilweise sind sogar Technologien, Standards, Geschäftsprozesse und Organisationsmodelle neu zu entwerfen, um die gewünschte Zusammenarbeit zu ermöglichen. In der Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 [6] werden deshalb zunächst die essentiellen Kernbausteine definiert.

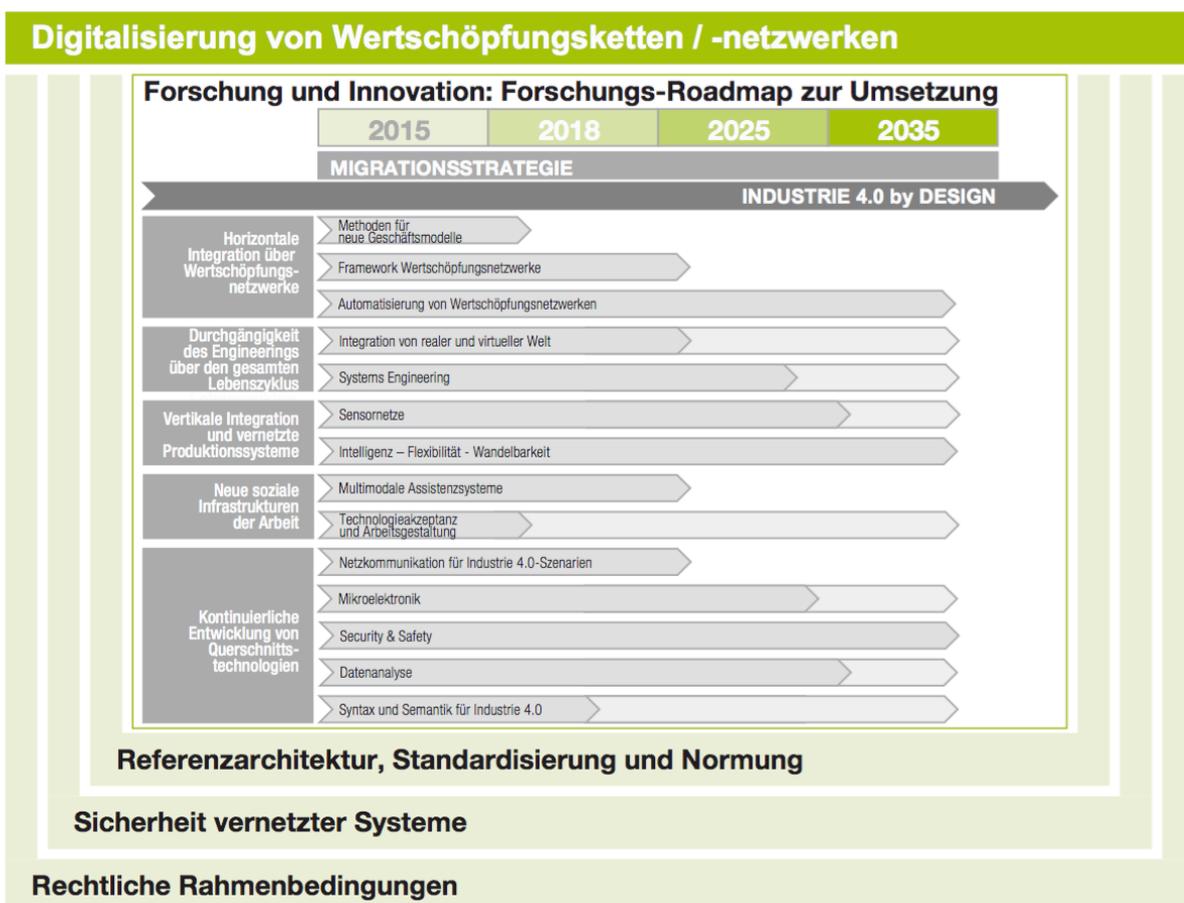


Bild 1: Kernbausteine Industrie 4.0 [6]

Aus der vorhergehenden Abbildung wird eins deutlich: Industrie beschreibt eine langfristig angelegte Migrationsstrategie, die zu einer optimierten, verlässlichen und vor allem einheitlichen Systemstruktur führt. Wer bei Industrie 4.0 mitspielen möchte, hat die Chance von den Entwicklungen zu profitieren.

Aus der technischen Sicht ist auch klar definiert, dass es keine Lösung Industrie 4.0-Inside geben kann, sondern ein kontinuierlicher Entwicklungsprozess von unterschiedlichen Querschnittstechnologien erforderlich ist. Was definiert ist, sind die Problemfelder an denen

gearbeitet werden muss. Auch hier spiegelt sich die Erfahrung aus vielen Jahrzehnten Automatisierungstechnik und Informationstechnologie wieder. Die Verbindung dieser beiden Disziplinen bietet die technologische Basis für den gesamten Framework. Man hat ganz klar erkannt, dass Automatisierungstechnik und IT nicht gegeneinander kämpfen dürfen, sondern ihre jeweiligen Stärken in vollen Umfang einbringen müssen, um optimale Ergebnisse zu erreichen. Das hat dramatische Änderungen in den Produkten, den Entwicklungsstrategien und Prozessen zur Folge. Voneinander lernen heißt hier die Devise. In Referenzarchitekturen versucht man das Beste aus allen Welten zu verbinden. Die folgenden Abschnitte beschäftigen sich mit Teilaspekten dieser komplexen Welt.

2.1 Referenzarchitekturen

In der Diskussion rund um Industrie 4.0 wurde schnell deutlich, dass unterschiedlichste Interessen der jeweiligen Protagonisten Berücksichtigung finden müssen. Viele Standards und Best Practices sind Branchen abhängig. Um ein einheitliches Verständnis zu entwickeln hat man ein dreidimensionales Architekturmodell als Referenz entwickelt, welches als DIN SPEC 91345 in die Normung eingebracht wird. Es berücksichtigt die Hierarchiestufen der Automatisierungspyramide gemäß IEC62264 und IEC 61512 ergänzt um das Produkt am unteren Ende und die Connected World am oberen Ende der Pyramide. Mit der IEC 62890 wird ebenfalls das komplette Life-Cycle-Management abgebildet und in das Rahmenwerk integriert.

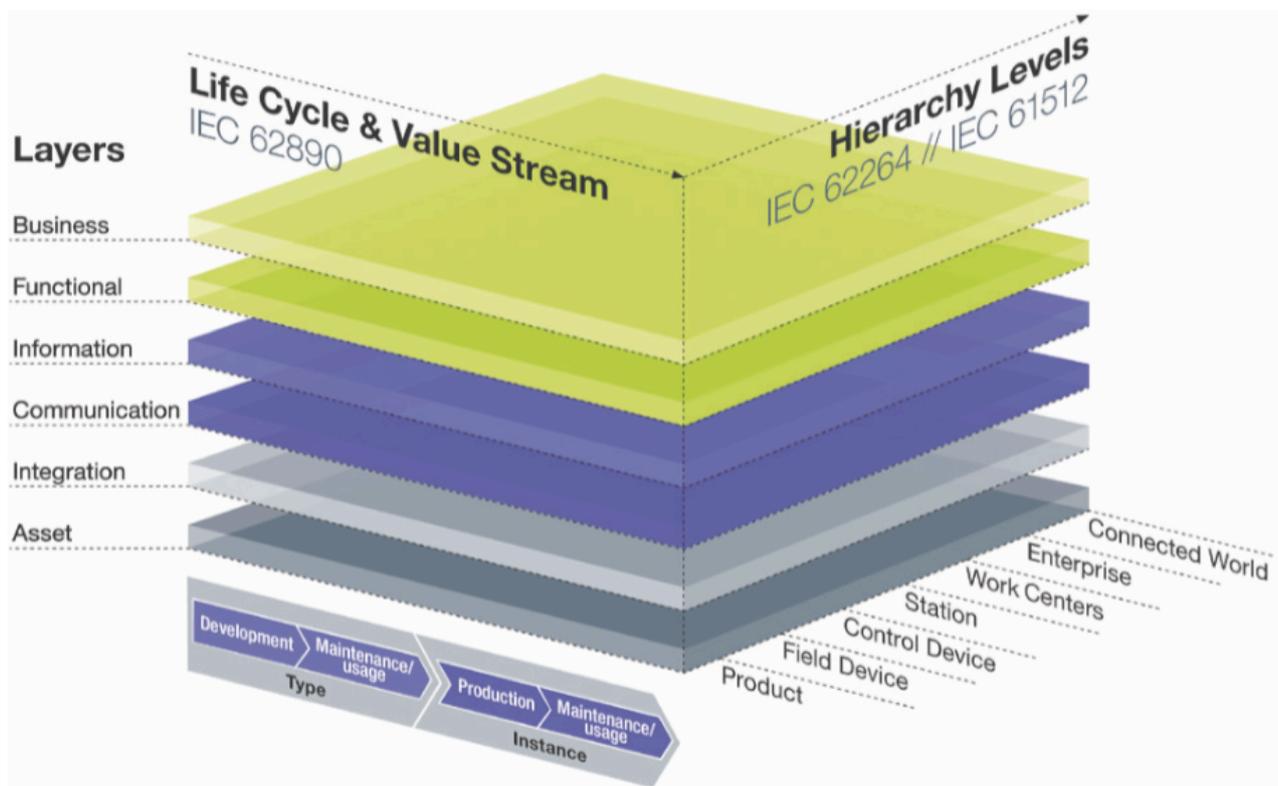


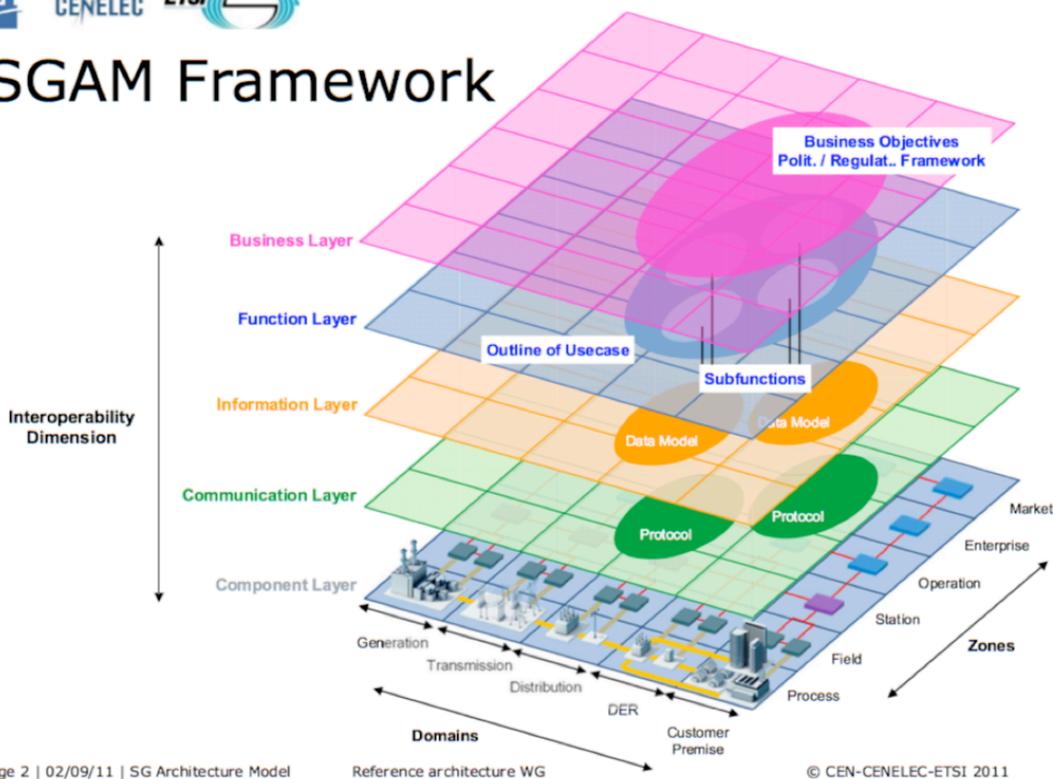
Bild 2: Referenz Architekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0) [7]

Auch das Referenzmodell kam nicht aus dem Nichts. Seit Jahren versucht die Energieerzeuger Branche das Thema Smart-Grids zu adressieren und dort einheitliche Lösungen für die

heterogene Branche zu finden. Auch hier sind dezentrale Erzeuger und Verbraucher das Maß aller Dinge und die Herausforderungen sind durchaus vergleichbar. Mit dem Smart Grid Architecture Model (SGAM) Framework ist eine Systematik entwickelt worden, die von der europäischen Smart Grid Coordination Group definiert wurde und weltweit akzeptiert ist. Durch eine entsprechende Erweiterung und Anpassung waren die Grundideen in den industriellen Bereich übertragbar. Auch sind die Probleme wie Datensicherheit, Echtzeitverhalten und Zuverlässigkeit von gleicher Bedeutung, so dass man von den teilweise schwierigen Einführungen von Smartmetern unmittelbar profitieren kann.



SGAM Framework



Page 2 | 02/09/11 | SG Architecture Model

Reference architecture WG

© CEN-CENELEC-ETSI 2011

Bild 3: M/490 Referenz Architekturmodell für das Smart-Grid ist Blaupause für RAMI 4.0 [8]

Insgesamt kann man feststellen, dass RAMI 4.0 isoliert für sich steht, sondern eine Evolutionsstufe bereits entwickelter Best Practices darstellt. Die notwendigen Arbeitspakete sind identifiziert und auf einen guten Weg gebracht. Die Dauer von 20 Jahre um Industrie 4.0 by Design zu erreichen ist sicherlich ein Wehrmutstropfen, aber unter den typischen Gegebenheiten eher als realistisch anzusehen.

2.2 Automatisierungsstandards

Die Konnektivität, als die Fähigkeit Informationen zwischen Systemen auszutauschen, hat bei Industrie 4.0 eine zentrale Bedeutung. Ohne eine Konvergenz zwischen physischen Verbindungen und Protokollen ist eine Kommunikation nicht möglich. Hierdurch wird die Notwendigkeit deutlich übergreifende Standards zu verwenden, die allgemein akzeptiert werden. Bei RAMI 4.0 wird konsequent der Weg über harmonisierte Normen gegangen. Entweder werden bereits bestehende Normen verwendet, oder es werden Konsortialspezifikationen weitgehend

unverändert als Norm übernommen, oder es erfolgt eine konsensbasierte Fortschreibung nationaler Gremienarbeiten mit anschließender Weiterentwicklung in den jeweiligen Normungsgremien [6]. Hieraus ergibt sich zwangsläufig, dass etablierte Technologien als Standard übernommen werden.

An dieser Stelle soll verzichtet werden, auf das gesamte Referenzmodell detailliert einzugehen. Stattdessen soll nur ein Aspekt der industriellen Kommunikation angerissen werden. In der folgenden Abbildung ist die Kapselfähigkeit und Vernetzung von Industrie 4.0 Komponenten dargestellt. Als „Kapselfähig“ wird hierbei eine Komponente bezeichnet, die ihre Grundfunktion fehlerfrei behält, auch wenn die äußere Vernetzungsstruktur Störungen unterliegt. Dieses wird in der Regel dadurch erreicht, dass die so genannte Verwaltungsschale unabhängig vom eigentlichen Gegenstand, als eigenes Funktionsobjekt ausgeführt wird. Damit wird aus Industrie 4.0-Sicht eine Metaschicht eingeführt, die eine nicht echtzeitfähige standardisierte und systemübergreifende Kommunikation ermöglicht. Die Echtzeit ist davon unberührt.

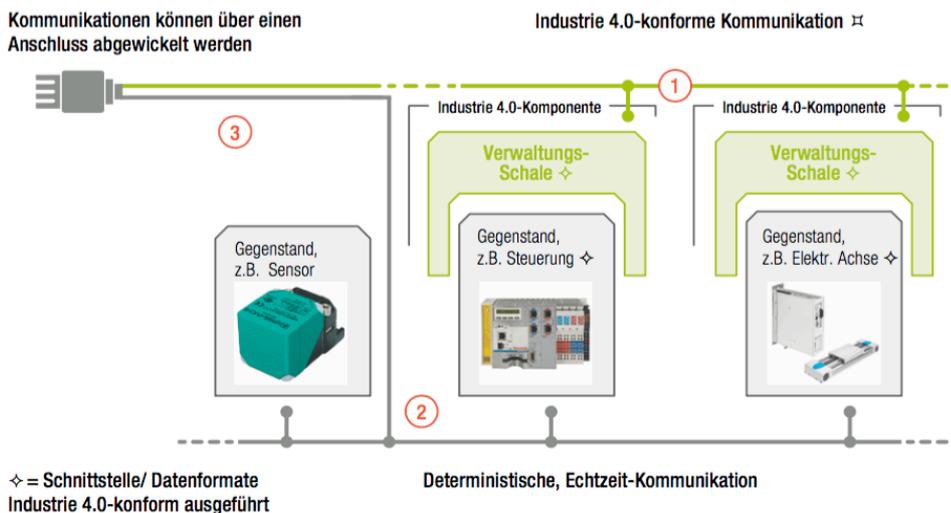


Bild 4: Kapselfähigkeit und Vernetzung einer Industrie 4.0 Komponente [6]

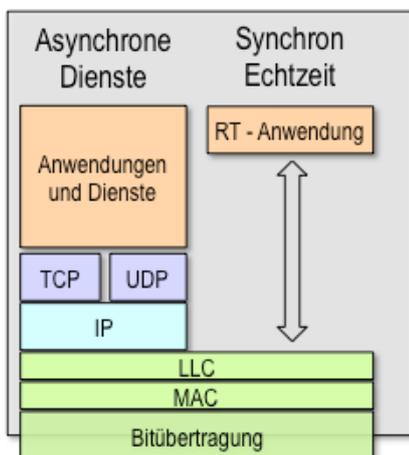
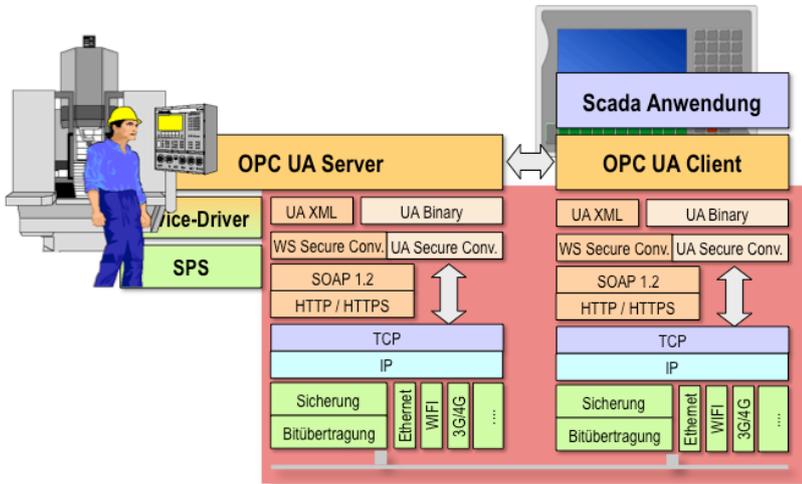


Bild 5: Dual-Stack Ethernet basierter Feldbusse

Hierdurch ist auch nicht zwangsweise eine Änderung der aktuellen Feldbusstrukturen notwendig. Gerade die heute verwendeten Ethernet-basierten Feldbusse ermöglichen einen Transport von IP-basierten Protokollen und einer davon unabhängigen deterministischen und synchronen Echtzeitkommunikation.

Aus dem Industrie 4.0 Kontext wird nur gefordert, dass eine gemeinsame physische Schnittstelle unterstützt wird. Darüber hinaus muss die Echtzeitschnittstelle und die übergeordnete Industrie 4.0 konforme Kommunikation widerspruchsfrei sein. Die aktuell anzutreffenden unterschiedlichen Ethernet-Technologien sind demnach per Definition Industrie 4.0 fähig. Die spezifischen Eigenschaften dürfen beibehalten werden und damit auch die individuelle Spezialisierung der jeweiligen Technologien. Einzig der Industrie 4.0 spezifische Teil muss standardisiert sein. Hier hat sich mit OPC-UA ein Medien-unabhängige IP-basierter Kommuni-

kationsstandard etabliert. Er ist allgemein von allen Automatisierungsherstellern akzeptiert und in der IEC 62541 als Standard festgeschrieben. Deutlich ist auch, dass OPC-UA nicht Echtzeiteigenschaften notwendiger Weise unterstützen muss. Auch OPC-UA ist ein gutes Beispiel für die fortschreitende und pragmatische Evolution der Automatisierungstechnik. Während der



mittlerweile historische OPC-DA Standard noch auf Microsoft OLE-Technologie basierte, ist mit OPC-UA eine Betriebssystem- und Plattform-unabhängige Technologie auf der Basis verfügbarer IETF Standards entstanden. OPC-UA erfüllt darüber hinaus die Anforderungen nach einer SOA (Service Oriented Architecture) in vollen Umfang.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass die Anforderungen von Industrie 4.0 keine

Bild 6: OPC-UA bietet unabhängige I4.0 Kommunikation

komplett neuen Technologien erfordern. Bei den aktuellen Spezifikationen wird der Stand der Technik berücksichtigt und Anforderungen der IT mit den notwendigen Mitteln pragmatisch umgesetzt.

2.3 Sicherheit vernetzter Systeme

Eine der größten Herausforderungen stellt sich in der Datensicherheit. Industrie 4.0 soll Industrien, Firmen und Menschen in der Lage versetzen ad hoc miteinander zu kommunizieren, Daten auszutauschen und Dienste und Services zu benutzen. In einer vertrauenswürdigen Umgebung ist dieses problemlos realisierbar, doch in Verbindung mit offenen Internet-Kommunikationswegen quasi undenkbar. Neue Wertschöpfungsketten, stärkere Vernetzung von Unternehmen erfordert eine transparente und leistungsfähige Security-Infrastruktur, die das Schutzbedürfnis der beteiligten Entitäten Rechnung trägt. Stuxnet und Flame haben in der Vergangenheit gezeigt, dass auch industrielle Systeme hochgradig verletzlich sein können und, dass hier eine neue Qualität der Bedrohung geschaffen wurde. Das Schützen von technischen Einrichtungen wird damit zu einer Unternehmensstrategischen Entscheidung. Industrie 4.0 gibt Antworten auf die Fragen und sorgt zumindest für eine Sensibilisierung für die Problematik.

3 Kritische Betrachtung und Fazit

In den vorhergehenden Ausführungen wurden einige Aspekte zu Industrie 4.0 erläutert und einige Grundlagen zur Referenzarchitektur RAMI 4.0 aufgezeigt. Die anfänglich gestellte Frage ob man einfach Industrie 4.0 abwarten soll bis sich alles beruhigt kann man auch klar beantworten. Industrie 4.0 ist keine Technologie. Die Bemühungen rund um Industrie 4.0 haben das Ziel eine Vereinheitlichung der industriellen Wertschöpfungsketten vom ERP bis in die Fertigung über den gesamten Lebenszyklus zu realisieren. Nicht das man das nicht schon vorher gemacht hat – aber Industrie 4.0 möchte Best Practices vorstellen, Technologien

anbieten und Standards verständlich einbringen. Selbst Industrie 4.0 lernt von Best-Practices der Energiewirtschaft, die in manchen Bereichen schon einen Schritt weiter ist. Vielleicht ist es ein Fehler von einer beginnenden Revolution zu sprechen. Eine Revolution geht vom Volk aus und hat in der Regel Auswirkungen für die Gesellschaft. Das ist nicht planbar und vor allem nicht absehbar. Industrie 4.0 ist vielmehr eine kanalisierte und zwangsläufige Evolution. Die Bemühungen globale Entwicklungen zu koordinieren, um die Produktion und die Wertschöpfung zu optimieren. Selbst die gewünschten Ergebnisse sind bekannt – den Produktionsstandort Europa zu sichern und qualitativ hochwertige und individualisierte Produkte auch weiterhin am Weltmarkt anbieten zu können. Es stellt sich also gar nicht Frage ob es sich lohnt mitzumachen. Es ist eine Notwendigkeit um an einer arbeitsteiligen Gesellschaft und Wirtschaft erfolgreich teilhaben zu dürfen.

4 Literatur

- [1] Weiser, M.: The Computer for the 21st Century, Scientific American UbiComp Paper 09-91
- [2] Ashton, K.: That „Internet of Things“ Thing, RFID Journal 2009
- [3] Gill, H.: A Continuing Vision: Cyber-Physical Systems, Fourth Annual Carnegie Mellon Conference on the Electricity Industry, March 10-11,2008
- [4] Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft Wissenschaft. Vorabversion 2.10.2012
- [5] www.plattform-i40.de vom 1.11.2015 (letztmaliger Zugriff)
- [6] Plattform Industrie 4.0: Umsetzungsstrategie Industrie 4.0, April 2015
- [7] VDI Statusreport: Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0), April 2015
- [8] CEN-CENELEC-ETSI: Framework for Smart Grid Architecture Model, Reference Architecture Workgroup 2.9.2011