

Integrierte Wertschöpfungsnetzwerke – Chancen und Potenziale durch Industrie 4.0

L. Forstner, M. Dümmler

Die intelligente Fabrik, im Sinne von Industrie 4.0, schafft die Grundlagen, um unternehmensübergreifende integrierte Wertschöpfungsnetzwerke zu ermöglichen. Durch die Verknüpfung von Informationen entlang von Wertschöpfungsnetzwerken ergeben sich Chancen und Potenziale, innovative Lösungen und Geschäftsmodelle zu realisieren.

Schlüsselwörter: Industrie 4.0; intelligente Fabrik; Wertschöpfungsnetzwerke; Potenziale; Integration

Integrated value chains—Opportunities and potentials through Industry 4.0.

The Smart Factory is the central element of Industry 4.0 and establishes the foundation to enable integrated value chains across companies. The linkage of information along value chains offers a wide range of opportunities and potentials to realize new innovative solutions.

Keywords: *Industry 4.0; value chains; smart factory; potentials; integration*

Eingegangen am 19. Juni 2014, angenommen am 7. August 2014, online publiziert am 19. September 2014
© Springer Verlag Wien 2014

1. Wertschöpfungsnetzwerke der Zukunft sind wandlungsfähig

Die hohe Volatilität und Dynamik, die sich in vielen gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Bereichen entwickelt hat, spricht für eine Zukunft in der stetiger Wandel nicht die Ausnahme sondern die Regel ist. Wertschöpfungsnetzwerke müssen deshalb die Fähigkeit haben, sich schnell an Änderungen und disruptive Ereignisse anzupassen.

Aktuelle Trends in der Wertschöpfung gehen hin zu einer Individualisierung und Personalisierung von Angeboten, einem wachsenden Anteil an Dienstleistungen und einer Verringerung der Fertigungstiefe (vgl. [2]). Die Zeitspanne von der initialen Idee eines Produkts bis zur Auslieferung an den Kunden wird immer kürzer. Dabei unterliegen Unternehmen einem zunehmenden Kosten- und Leistungsdruck.

Dieser Wandel birgt enorme Herausforderungen und Chancen für Unternehmen. Die Integration von IT-Systemen und Prozessschritten in Wertschöpfungsnetzwerken ermöglicht eine Steigerung der Produktivität und der Kundenzufriedenheit. Informationen fließen dabei schnell und durchgängig End-to-End. Um ein integriertes Wertschöpfungsnetzwerk im Sinne von Industrie 4.0 zu realisieren sind die von Kagermann et al. [4] erarbeiteten Aspekte von besonderer Bedeutung: vertikale Integration, horizontale Integration und die digitale Durchgängigkeit des Engineerings über die gesamte Wertschöpfungskette. Die vertikale Integration zielt auf die Integration der verschiedenen IT-Systeme zu einer durchgängigen Lösung ab. Die horizontale Integration steht für die Integration verschiedener Prozessschritte, zwischen denen ein Material-, Energie- und Informationsfluss verläuft. Die Durchgängigkeit des Engineerings bedeutet, dass Störungen abgefangen werden können, indem die Produktionsabläufe schnell an neue Situationen angepasst werden können.

2. Die intelligente Fabrik im Sinne von Industrie 4.0 ist eine Voraussetzung für integrierte

unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke

Unternehmen, die unternehmensübergreifend End-to-End optimiert agieren wollen, müssen zuerst die nötigen Voraussetzungen schaffen. Dabei spielt die Umsetzung der intelligenten Fabrik eine zentrale Rolle. Die Fabrik von heute ist stark durch das hierarchische System der Automatisierungspyramide geprägt (Abb. 1).

Die einzelnen Ebenen werden in der Regel durch unterschiedliche Systeme unterstützt wie z.B. ERP (Enterprise Resource Planning), MES (Manufacturing Execution System), SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) und SPS (Speicherprogrammierbare Steuerungen). Dieser Ansatz hat bisher jedoch nicht zu einer durchgängigen standardisierten vertikalen und horizontalen Integration geführt. Industrie 4.0 verspricht eine höhere Flexibilität und einen höheren Vernetzungsgrad. Durch Cyber-Physical-Production Systems (CPPS) sollen Dienste, Daten und Funktionen dort gespeichert, zur Verfügung gestellt und ausgeführt werden, wo sie den größten Nutzen haben. Laut VDI/VDA [6] wird sich die klassische Automatisierungspyramide sukzessive auflösen. Dafür sollen vernetzte, dezentral organisierte bzw. teilweise selbstorganisierte Dienste (Services) entstehen. Die Idee der Service-Orientierung gründet auf der Erkenntnis, dass in einem Netzwerk oft mehrere Anwendungen mit gleichen oder ähnlichen Funktionalitäten vorhanden sind. Das Ziel ist die Anwendungen und deren Komponenten in sogenannte Services aufzuteilen, um die Wiederverwendbarkeit zu steigern und somit Entwicklungskosten und Zeit zu sparen. Durch die Verknüpfung der Dienste könnten Funktionalitäten zusammengefasst werden und als aggregierte Dienste bereitgestellt werden. Dies würde nicht nur die Flexibilität im eigenen Unternehmen steigern, sondern

Forstner, Lisa, Infineon Technologies AG, Am Campeon 1-12, 85579 Neubiberg, Deutschland (E-Mail: Lisa.Forstner@infineon.com); **Dümmler, Mathias**, Infineon Technologies AG, Am Campeon 1-12, 85579 Neubiberg, Deutschland

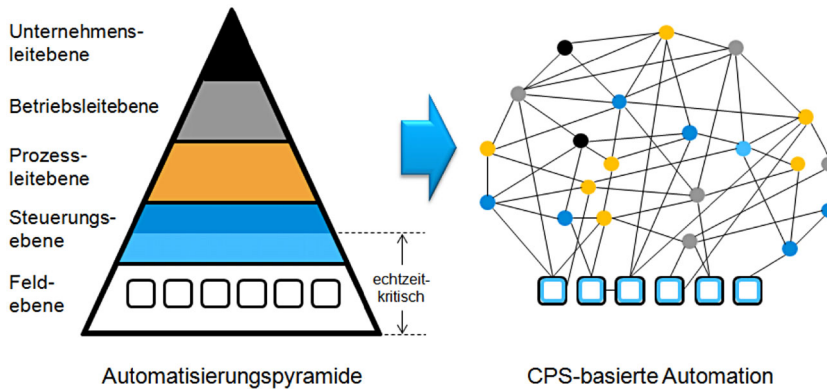


Abb. 1. Auflösung der hierarchischen Automatisierungspyramide durch CPS mit verteilten Diensten [6]

könnte die schnelle und flexible Vernetzung von Wertschöpfungsnetzwerken über Unternehmensgrenzen hinweg ermöglichen. Inwiefern sich dies realisieren lässt, wird die Zukunft zeigen.

3. Der Weg zur intelligenten Fabrik beginnt an unterschiedlichen Stellen – auch innerhalb eines Unternehmens

Die meisten Unternehmen starten bei ihrem Weg zur intelligenten Fabrik nicht mit neuen (Greenfield) Fabriken, sondern mit bereits bestehenden (Brownfield) Fabriken. Durch die stetig voranschreitende Globalisierung sind die einzelnen Standorte häufig überall auf der Welt verteilt. Zudem haben sie sich, aufgrund ihres Alters und ihrer historischen Hintergründe, unterschiedlich entwickelt. Entsprechend sind auch IT-Systeme, Maschinen und Prozesse historisch gewachsen. Besonders bei der Betrachtung des Maschinenparks stellt man eine starke Heterogenität hinsichtlich Herkunft und Alter der Maschinen fest. Dies hat zur Folge, dass die Integration der Maschinen oft mit hohem Aufwand verbunden ist. Bei Softwarelösungen entlang der Automatisierungspyramide herrscht ebenfalls eine rege Vielfalt bezüglich Hersteller und Softwareversionsständen. Für dieselbe Aufgabe kann man an unterschiedlichen Standorten verschiedene Lösungen finden. Abgesehen von den eingekauften Softwarelösungen gibt es oft noch eine große Anzahl an selbstentwickelten Softwarelösungen, die mehr oder weniger professionell aufgesetzt sind.

Die eben aufgezeigte Realität, stellt viele Unternehmen vor große Herausforderungen, die vertikale und horizontale Integration umzusetzen. Es gilt, Schritt für Schritt vorzugehen. Bereits vorhandene Systeme können und sollten nicht sofort ersetzt werden. Zum einen ist dies eine Frage des Budgets, zum anderen steht für Unternehmen im Vordergrund, die Abläufe stabil zu halten. Es geht vielmehr darum, dass eingesetzte Lösungen um neue, innovative Fähigkeiten erweitert werden und die Standardisierung weiter vorangetrieben wird. Das Erweitern bereits installierter Software um Industrie 4.0 Fähigkeiten durch die Hersteller kann eine, für beide Seiten, effektive Geschäftsmöglichkeit darstellen. Diese Vorgehensweise erfordert allerdings eine enge Teamarbeit aller Beteiligten. Während der Installationszeit kann eine Vielzahl an Interaktionspartnern gefordert sein. Je wandlungsfähiger und standardisierter die Software ausgelegt ist, desto schneller und effizienter kann die Einführung im Unternehmen von statten gehen.

4. Chancen und Potenziale integrierter Wertschöpfungsnetzwerke

Der eigentliche Kern von Industrie 4.0 Innovationen ist die Verknüpfung von bislang getrennten Informationen. Die Verfügbarkeit

von konsistenten und durchgängigen Daten ist eine der wichtigsten Voraussetzungen um Optimierungs- und Simulationsmodelle erfolgreich zu gestalten. Informationen müssen sowohl Upstream als auch Downstream entlang der Wertschöpfungskette durchgängig zur Verfügung gestellt werden, um ein schnelles Lernen über Fabrikgrenzen hinweg zu ermöglichen.

4.1 Potenziale in Zahlen

Bauernhansl [1] veranschaulicht durch eine Abschätzung der möglichen Kosteneinsparungen die Potenziale, die sich durch Industrie 4.0 ergeben. Laut seiner Abschätzung könnte sich das Einsparpotenzial von Bestandskosten auf 30–40 Prozent belaufen, das von Fertigungskosten auf 10–20 Prozent. Durch Informationen in Echtzeit könnten Sicherheitsbestände reduziert werden und Bullwhip- und Burbridge-Effekte vermieden werden. Zudem soll die OEE (Overall Equipment Effectivness) durch Prozessregelkreise weiter erhöht werden können. Die Einsparung von Logistikkosten könnte sich auf 10–20 Prozent belaufen. Das größte Potenzial (60–70 Prozent) soll sich aus der Reduktion der Komplexitätskosten ergeben. Verringeres Trouble-Shooting ist nur ein Teil davon. Durch echtzeitnahe Qualitätsregelkreise sollen Qualitätskosten zwischen 10–20 Prozent gesenkt werden. Das Potenzial bei der Instandhaltung könnte sich auf 20–30 Prozent belaufen.

4.2 Potenziale und Chancen aus Sicht der Infineon Technologies AG

Die Infineon Technologies AG hat bereits erste Elemente einer intelligenten Fabrik realisiert. Es ist möglich, Produkte im Fertigungsprozess jederzeit eindeutig zu lokalisieren und zu identifizieren. Zudem können Fertigungsinformationen in Echtzeit erfasst werden. Infineon hat somit schon gute Voraussetzungen geschaffen, um die von Bauernhansl [1] genannten Potenziale Schritt für Schritt auszuschöpfen.

Einige Potenziale konnten mit Hilfe von Operations Research (OR) bereits erfolgreich ausgeschöpft werden. Unter Operations Research werden, laut der Gesellschaft für Operations Research [3], die Entwicklung und der Einsatz quantitativer Methoden und Modelle zur Entscheidungsunterstützung verstanden. Gängige Verfahren sind z.B. die lineare Optimierung, die Simulation, die Warteschlangentheorie oder heuristische Verfahren. Die Schwierigkeit liegt oft in der Modellbildung des realen Problems und der Verfügbarkeit von Daten. Je mehr Kriterien und Daten miteinbezogen werden sollen, desto komplexer wird das Modell und desto höher werden die Rechenzeiten das Problem zu lösen.

Die Produktion von Infineon hat sich in den letzten 30 Jahren von einigen wenigen Standorten hin zu einem globalen Netzwerk entwickelt. Es steht somit nicht nur die intelligente Vernetzung und Optimierung innerhalb einzelner Fabriken im Vordergrund, sondern das intelligente Produktionsnetzwerk. Chancen sieht Infineon im Bereich der Harmonisierung des Materialflusses und der automatischen Behandlung von Störgrößen entlang der Supply Chain. Bereiche, die in der Vergangenheit getrennt voneinander betrachtet wurden, sollen in Zukunft einer holistischen Betrachtungsweise unterliegen. Bisher wird sowohl bei der Nachfrageplanung, bei der Bestandsplanung und bei der Kapazitätsplanung jeweils eine gewisse Unsicherheit eingeplant. Wenn diese Faktoren gemeinsam betrachtet werden würden, könnte dies zu einer enormen Einsparung von Beständen, Ressourcen und Durchlaufzeiten führen. Eine Grundvoraussetzung dafür ist, dass die einzelnen Bestandteile finanziell bewertet werden können. Hier kommt die vertikale Integration wieder zum Zuge. Finanzdaten sind auf der Unternehmensebene verankert und sind oft auf operativer Ebene zur Entscheidungshilfe nicht verfügbar. Dies hat unternehmerische Gründe. Finanzdaten sind sensible Daten, die einer hohen Vertraulichkeitsstufe unterliegen. Hier müssen Wege gefunden werden, die Daten geschützt zur Verfügung zu stellen z.B. durch Verschlüsselung oder Anonymisierung. Abgesehen von der Bewertung müssen die einzelnen, an sich schon komplexen Bereiche beherrscht werden und geeignete Modelle entwickelt werden.

Ein weiterer Bereich, indem Infineon ein großes Potenzial sieht, ist das schnelle Lernen über Fabrikgrenzen hinweg. Es können z.B. mithilfe modernster Analysemethoden, Testdaten an einem Standort ausgewertet werden und Feedback an vorhergehende Produktionsprozesse bzw. Standorte gegeben werden. Diese Regelschleife ermöglicht die Reduzierung von Fehlern und trägt zu einer stabilen Fertigung bei. Dies wurde bei Infineon bereits in einem Piloten umgesetzt. Die Aufwände dafür sind jedoch noch enorm. Hier muss Schritt für Schritt vorgegangen werden, um eine automatisierte Lösung zu entwickeln.

Ein weiteres Potenzial, das vor allem in der Halbleiterbranche genutzt werden kann, wird durch Pantförder et al. [5] aufgezeigt. In der Halbleiterbranche kommen identische Anlagen vor. Hier könnte die Diagnose stark verbessert werden, wenn eine Anlage im Produk-

tionsnetzwerk auf das Wissen der anderen Anlagen zurückgreifen könnte. Vorgehensweisen zur Fehlerbehebung könnten dann ausgetauscht werden.

5. Barrieren und Herausforderungen bei der Umsetzung integrierter Wertschöpfungsnetzwerke

Eine der größten Herausforderung von Industrie 4.0 ist es, sichere und robuste Wertschöpfungsnetzwerke zu gewährleisten. Dies gilt für Wertschöpfungsnetzwerke im eigenen Unternehmen, aber vor allem auch für Wertschöpfungsnetzwerke, die über Unternehmensgrenzen hinweg integriert sein sollen. Firmen schrecken in der Realität oft zurück, Kunden oder Lieferanten Einblick in interne Daten (Lagerbestände, Lieferengpässe oder Produktionsstörungen) zu gewähren.

Bevor man jedoch vollkommen End-to-End integrierte Wertschöpfungsnetzwerke realisieren kann, gilt es, die intelligente Fabrik im eigenen Unternehmen zu realisieren und zu beherrschen. Wenn stabile und wandlungsfähige Lösungen dafür gefunden wurden, sind die Grundlagen für unternehmensübergreifenden integrierte Wertschöpfungsnetzwerke geschaffen.

Literatur

1. Bauernhansl, I. T. (2014): Die Vierte Industrielle Revolution. Der Weg in ein wertschöpfendes Produktionsparadigma. In *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 5–35). Berlin: Springer.
2. BDI-Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., Z_punkt GmbH The Foresight Company (2011): Deutschland 2030 – Zukunftsperspektiven der Wertschöpfung. http://www.bdi.eu/publikationen_deutschland-2030.htm (16.6.2014).
3. Gesellschaft für Operations Research (GOR) e.V. (2014): <https://gor.uni-paderborn.de/index.php?id=7> (16.6.2014).
4. Kagermann, H., Wahlster, W., Helbi, J. (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0.
5. Pantförder, D., Mayer, F., Diedrich, C., Weyrich, I. M., Vogel-Heuser, B. (2014): Agentenbasierte dynamische Rekonfiguration von vernetzten intelligenten Produktionsanlagen. Evolution statt Revolution. In *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 145–158). Berlin: Springer.
6. VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (2013): Cyber-Physical Systems: Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation. <http://www.vdi.de/presse/artikel/cyber-physical-systems-aus-sicht-der-automation/> (16.6.2014).

Autoren



Lisa Forstner

ist Business Analyst in der Abteilung Factory Integration Frontend bei der Infineon Technologies AG. Darüber hinaus ist sie externe Doktorandin an der Fakultät für Mathematik und Informatik an der Fernuniversität in Hagen, Deutschland.



Mathias Dümmler

ist Senior Director bei der Infineon Technologies AG. Er leitet die Abteilung Factory Integration Frontend und ist zuständig für Automatisierungstechnik und Produktions-IT. Er ist Mitglied in der Arbeitsgruppe Forschung und Innovation der Plattform Industrie 4.0.