

Smart Factory ist keine Software

Smart Factory – oder auf Deutsch die intelligente Fabrik – ist ein Begriff, der aus der Hightech-Strategie der deutschen Bundesregierung stammt. Diese ist ein Teil des Zukunftsprojekts Industrie 4.0.

>> Prof. Markus C. Krack | Fachhochschule Nordwestschweiz

Leider haben solche Begrifflichkeiten aus der Marketingwelt aber die Eigenschaft, dass sie schnell für «Allerdinge» erhalten müssen. Dieses erstreckt sich über den 3D-Druck bis hin zur diversen Software- und ERP-Lösungen, welche als Schlüssel zur Smart Factory angepriesen werden. Was aber steckt nun wirklich hinter der Begrifflichkeit «Smart Factory»?

Smart Factory SF steht per Definition für ein Produktionssystem, welches sich selbstständig organisiert und steuert. Die Smart Factory besteht, theoretisch betrachtet, aus eigenständigen Systemen, die sich autark verwalten und mittels digitalen Netzen mit anderen Systemen kommunizieren. Bei den Systemen differenziert man zwischen den drei Elementen Produkt, Produktionssystem und Logistiksystem.

Das Produkt stellt das Zentrum der Produktion dar

Wie bei der klassischen Produktion steht auch bei der Smart Factory das Produkt im Zentrum. Zwar gibt das Produkt hier nicht unbedingt das Fertigungsprinzip und die Fertigungsform vor, es sucht sich vielmehr gemäss der in ihm abgespeicherten Produktmerkmale

und Fertigungsinformationen seinen Weg selbstständig durch die Produktion. Das Produkt übernimmt somit in der Smart Factory hierarchielos die Steuerung des Produktionsprozesses. Um dies zu ermöglichen, benötigt das Produkt zwingend entsprechende digitale Komponenten, aus denen von den Logistik- und Produktionssystemen die benötigten Informationen wie auch Entscheide bezogen werden können. Nach jedem erfolgten Bearbeitungsschritt wird es in seiner Historie aufdatiert, so dass der komplette Produktlebenszyklus nachverfolgbar ist.

Je nach Komplexität des Produktes, die sich durch die Produktstruktur ergibt, werden unterschiedlich viele Produktionsstufen benötigt. Das bedeutet je komplexer das Produkt, desto komplexer wird die Smart Factory.

Klassische Softwarelösungen und Systeme funktionieren in der SF nicht

Auf Grund dieser Ausgangslage dürfte es jedem bewusst sein, dass klassische ERP- und/oder MES-Lösungen in der Smart Factory nicht mehr funktionieren und es neue dezentrale Ansätze braucht. Eine zentrale Rolle

spielen in der Smart Factory die sogenannten Cyber Physischen Systeme CPS sowie die Industrie 4.0 Komponenten, die eine Sonderform der CPS darstellen. Der Begriff Cyber Physisches System leitet sich aus dem von Prof. Norbert Wiener vom MIT geprägtem Begriff der Kybernetik ab, der für das Steuern und Regeln von Maschinen und Anlagen mit Daten steht (Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine, erschienen 1948). Das CPS stellt das Herzstück eines jeden Logistik- und Produktionssystems dar. Das System ist zur Erfassung und der Rückgabe von physischen Zuständen aus seiner Umwelt mit Sensoren und Aktoren verbunden. Ebenso enthält ein CPS multimodale Schnittstellen zum Menschen so dass er auch mit dem System interagieren kann. Die Verbindung zu den anderen Systemen erfolgt über die digitalen Netze. Die Verarbeitung erfolgt im Bereich der «Embedded Systems», die das Gehirn des CPS darstellen, auf Grundlage von Informationen und Algorithmen.

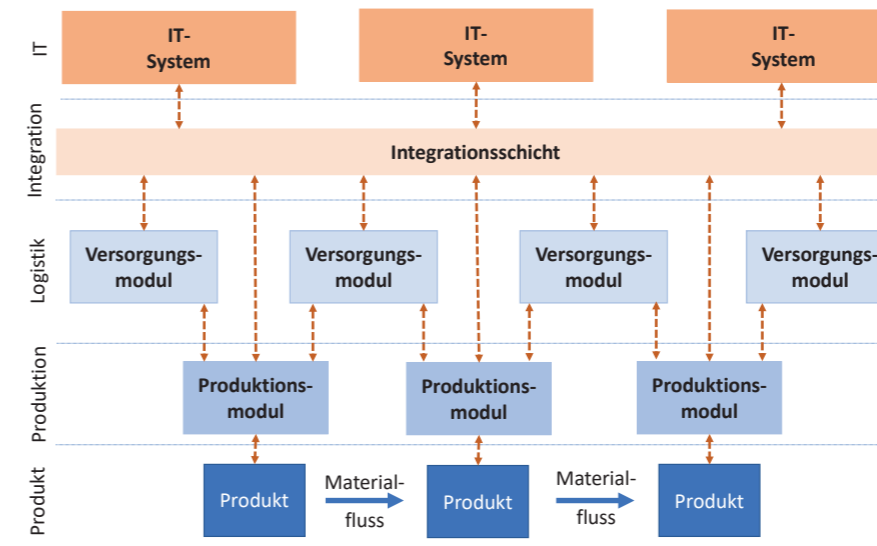
Architekturen von Smart Factories

Wenn auch die vorhin genannte Funktionsweise der Smart Factory noch zum Teil sehr futuristisch erscheint, gibt es zwischenzeitlich bereits praktikable Ansätze, wie eine Architektur einer Smart Factory aussieht. Ein sehr interessanter Ansatz wird im White Paper «Smart-FactoryKL Systemarchitektur für Industrie 4.0-Produktionsanlagen» der Technologie-Initiative SmartFactory^{KL} e.V. Kaiserslautern (Deutschland) aufgezeigt.

Die Architektur besteht aus fünf konzeptionellen Komponenten, von welchen Produkt, Produktions- und Logistiksystem bereits vorgängig genannt wurden.

Ergänzt wird die Architektur mit einer Integrationsschicht, über welche die Produktions- und Versorgungsmodule mit verschiedenen IT-Systemen gekoppelt werden. Auf diese Weise wird die Smart Factory transparent. Der Status der einzelnen Module und des Produkts können sichtbar gemacht und an die Cloud angebunden werden.

Systemarchitektur einer Smart Factory (in Anlehnung¹)



Konzeptionelle Komponenten: 1. Produkt; 2. Produktionsschicht; 3. Versorgungsschicht; 4. Integrationschicht; 5. IT Systemschicht

¹ Whitepaper SF: Smart Factory^{KL} Systemarchitektur für Industrie 4.0 Produktionsanlagen, Technologie-Initiative Smart Factory KL e.V.

Referenz Architektur Modell Industrie 4.0 RAMI 4.0 als Grundlage

Die Grundvoraussetzung für eine Smart Factory ist der Aufbau der Versorgungs- und Produktionsmodule. Diese müssen klare Standards erfüllen, um später im Verbund mit den Produkten und untereinander zu interagieren. Das Referenz Architektur Modell Industrie 4.0, kurz RAMI 4.0 stellt hierfür den im Moment besten Standard dar, wie die Komponenten aufgebaut werden müssen. Es beruht auf einer Serviceorientierten Architektur. Das RAMI 4.0 Modell besitzt 3 Dimensionen, die den Lebenszyklus, die Hierarchie der Komponenten und deren Vernetzung wie auch die Architektur der Produktions- und Logistikkomponente (allgemein Industrie 4.0) darstellen. Letztere beschreibt in sechs Schichten, wie sich eine Komponente aufbaut.

Die erste Schicht stellt die reale Welt, den physischen Gegenstand (Asset) dar, der über den Integration Layer (2. Schicht) mit der digitalen/virtuellen Welt verbunden wird. Dies könnte zum Beispiel mit einem klassischen Analog-Digital-Wandler geschehen.

Nachdem wir nun die digitale Anbindung des Gegenstands sichergestellt haben, muss in der 3. Schicht die Kommunikationsfähigkeit festgelegt werden. Hier bestehen vielschichtige Möglichkeiten, vorausschauend mit 5G-Standard oder auch mittels klassischer Wireless oder NFC-Kommunikation. Alle relevanten Informationen über die Komponente werden

im Informationslayer definiert, welcher über den Funktionslayer orchestriert wird. Als letzte Schicht wird im Businesslayer das Geschäftsmodell hinterlegt. Denkbare wäre hier die autonome Aufbietung der Servicetechniker aufgrund von Laufzeiten oder Sammeln von Daten für Analysezwecke.

Dank dieser Systematik kann sichergestellt werden, dass im Bereich der Smart Factory alle Komponenten einen einheitlichen Aufbau bzw. eine entsprechende Architektur haben und zu einem Ganzen zusammengefügt werden können.

Einheitliche Sprache – einheitliche Schnittstellen – ein Muss in der SF

Dass verschiedene Systeme zusammengefügt und miteinander kommunizieren können, braucht es einheitliche Schnittstellen und eine einheitliche Sprache. Dies stellt eine weitere Herausforderung auf dem Weg zur Smart Factory dar. Zwar gibt es bereits Schnittstellen wie z. B. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) mit Sparkplug oder die Open Plattform Communication Unified Architecture OPC/UA, über welche verschiedenen Steuerungen miteinander kommunizieren können. Trotz allem stellt dieser Punkt aber eine der grössten Herausforderungen dar.

Der «Knackpunkt» liegt meist darin, wie eine bestehende Maschine/Anlage/Logistiksystem entsprechend «angepapft» und eingebunden werden kann.

Auch die Semantik (Bedeutung sprachlicher Zeichen und Zeichenfolge), sprich die Sprache, mit welcher Systeme beschrieben werden und miteinander kommunizieren, spielt eine wichtige Rolle. Die Beschreibung muss einheitlich und von der Gegenseite unmissverständlich interpretierbar sein. Hier helfen Standards wie eCl@ss um Produkte weltweit normengerecht zu kategorisieren und mit einheitlichen Merkmalen zu beschreiben.

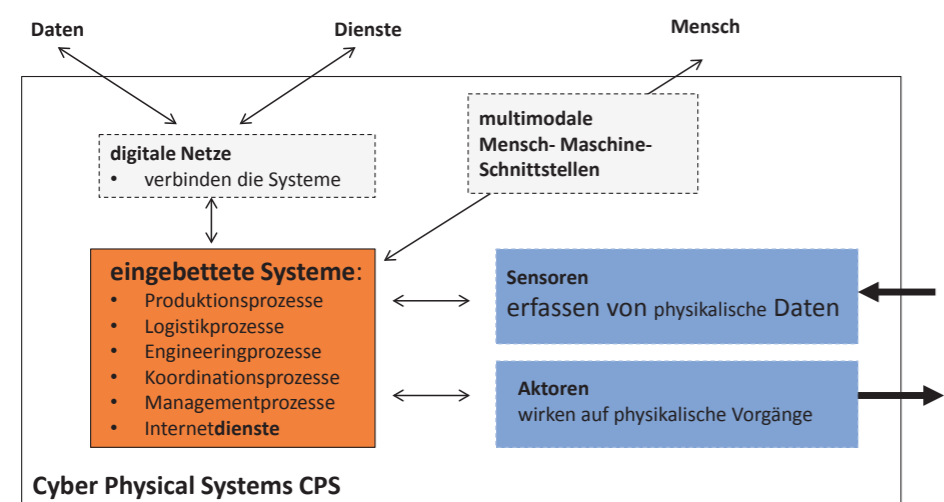
Bei Industrie 4.0 Komponenten, die aus der Gegenstands- und der Verwaltungsschale bestehen, werden die kategorisierten Merkmale im Informationslayer gespeichert und mittels Kommunikationslayer ausgetauscht.

Wo stehen wir heute?

Die Antwort kann leider nicht eindeutig ausfallen, je nach Technologie oder Fachgebiet «am Anfang oder bereits Mittendrin». Eine wichtige Rolle spielt in der Smart Factory auch der Digitale Zwilling, der in der vorliegenden Abhandlung nicht direkt betrachtet wurde.

Sicher ist, es wird noch einige Zeit vergehen, bis sich das hier auszugsweise Geschilderte zu einem industriellen Standard entwickeln wird. Wenn man rückblickend den in den 1990er herrschenden CIM-Hype (Computer Integration Manufacturing) betrachtet, kann man sagen, dass die meisten Unternehmen erst in den letzten Jahren dort angekommen sind, was man damals angedacht hatte. Die klassische Vernetzung der technischen Prozesskette in Verbindung mit der dispositiven Prozesskette wie es das Scheer'sche Y beschreibt ist mit den heutigen Technologien weitgehend problemlos möglich. Es steht somit noch eine spannende Zeit vor uns, bis der nächste Schritt, «die Intelligente Fabrik» zum Standard in den produzierenden Unternehmen geworden ist. <<

Aufbau eines Cyber Physischen Systems



Der Autor

Prof. Markus C. Krack ist am Institut für Business Engineering der Fachhochschule Nordwestschweiz in Brugg-Windisch für das Forschungsgebiet Smart Factory verantwortlich. Neben seiner Forschungstätigkeit leitet er im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen die Vertiefungsrichtung «Supply Chain und Production Management» und ist Studiengangleiter der Weiterbildung «CAS Digital Industry»