



Anwendungsbeispiel Industrie 4.0

Wenn die Zukunft schon Gegenwart ist

20. Februar 2019

Roboter die Roboter produzieren – diese Vision hat die KUKA AG bereits umgesetzt. Ein Blick in die Fertigungsstätte in Augsburg zeigt, wie weit die Konzepte von Industrie 4.0 bereits gediehen sind.

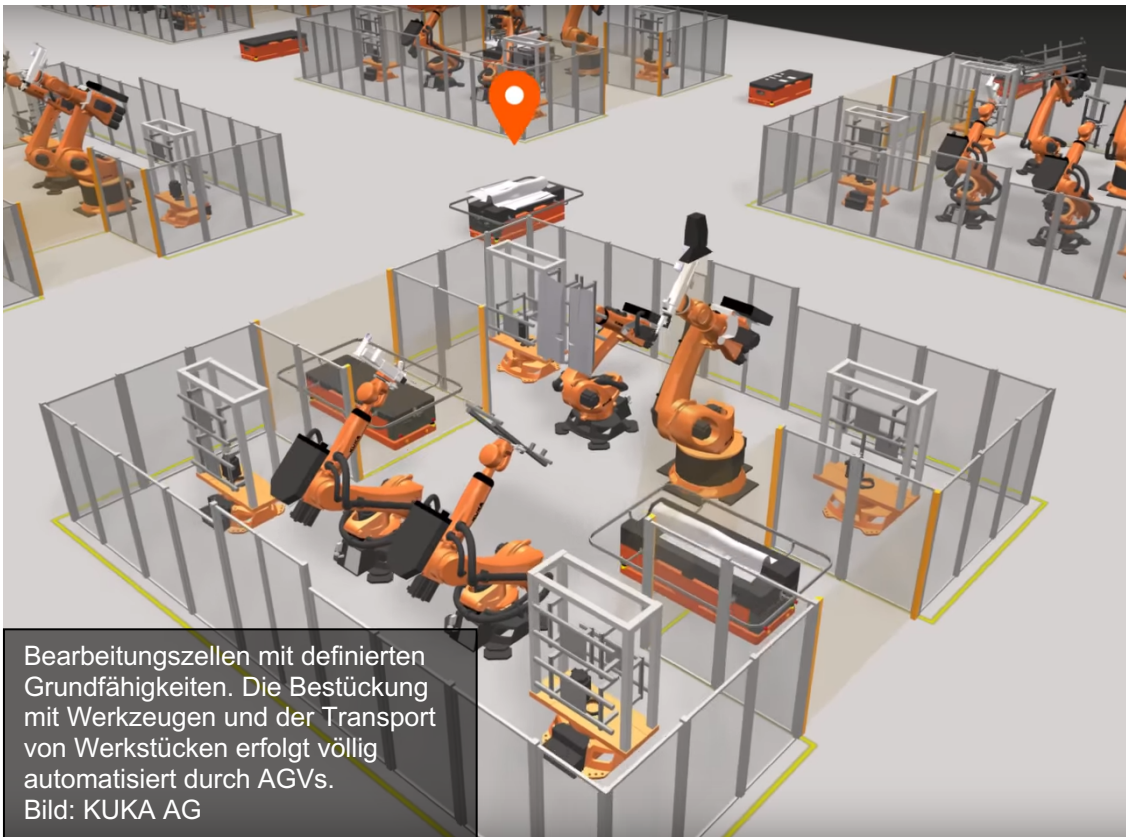


Angenommen jemand betritt eine industrielle Fertigungsstätte, die er zuvor noch nie gesehen hat – nicht von außen und nicht von innen. Das erste, was er sieht, ist eine gelb-schwarz markierte Abgrenzung auf dem Fußboden. Innerhalb dieser Abgrenzung dürfen sich Menschen bewegen. Die übrige Halle, und somit zirka 98 Prozent der Fläche, sind den Robotern und Maschinen vorbehalten. Das nächste was er sieht ist ein AGV, ein „Automated Guided Vehicle“. Dieser „fahrerlose Zug mit mehreren Anhängern“ ist mit verschiedenen Werkstücken und Werkzeugen beladen. Der Zug stoppt an einer verglasten Bearbeitungszelle, ein Roboterarm nimmt ein größeres Werkstück von einem Anhänger, und der Zug fährt weiter zur nächsten Bearbeitungszelle.



In der Bearbeitungszelle, einem Areal mit ca. 8 mal 8 Metern Fläche, wird das Werkstück, ein Teil eines Roboterarmes, weiterbearbeitet. Natürlich wiederum von Robotern. Alles, was in der Bearbeitungszelle geschieht, wurde zuvor exakt geplant, berechnet und in seinem virtuellen Einsatzraum simuliert.

Bei KUKA nennt man dies „rechnergestützte Planungswerkzeuge“ (KUKA-Sim). Am Ende der Berechnung haben die Ergebnisse der Simulation gegenüber dem Realbetrieb eine Abweichung von weniger als 1 Prozent. So eine Bearbeitungszelle funktioniert also sehr genau und sehr zuverlässig. KUKA garantiert eine Verfügbarkeit von 99 Prozent.



Diese Bearbeitungszelle führt nur den ersten Bearbeitungsschritt durch von vielen, die noch folgen. Nun stelle man sich eine Fertigungsstraße mit „n“ Bearbeitungszellen vor, jede individuell mit unterschiedlichen Robotern und Werkzeugen ausgestattet. Diese Zellen liegen in Linien nebeneinander und innerhalb einer Linie hintereinander. Jede Zelle hat in ihrer „Grundausstattung“ etwa zehn fest definierte Fähigkeiten, wie zum Beispiel Heben, Fräsen, Bohren, Schweißen, etc.



Je nach dem zu fertigenden Produkt werden die benötigten Werkzeuge an den verschiedenen Bearbeitungszellen bereitgestellt. Diese Aufgabe erledigen die bereits erwähnten AGVs. Wenn dieses Gebilde aus Bearbeitungszellen und automatisch gesteuerten Fahrzeugen fertig und betriebsbereit ist, spricht man bei KUKA von einer „flexiblen Fertigung für unterschiedliche Produkte auf einer einheitlichen Fertigungsstraße“ – kurz eine Matrixproduktion.

Ein gigantischer Masterplan

Es ist noch nicht so lange her, da war die Auflösung einer Stückliste in ihre Einzelteile und deren Zuordnung zu Arbeitsplätzen und Arbeitsgängen die höchste Kunst der „Produktions-IT“. Damals – von 1975 bis 1990 – kam die Produktions-Planungs- und Steuerungs-Software (PPS-Software) ins Spiel. Damals waren die Anforderungen an die Disziplin der Mitarbeiter, alles genau so zu machen wie es der „Computer“ vorgab, schon ungewohnt hoch. Über viele Generationen war es der Mensch gewohnt, die höchste Entscheidungsinstanz zu sein, egal worüber. Und nun sollte es plötzlich der Computer sein?

Doch mittlerweile spitzt sich die Lage weiter zu: Stellt man den vergleichsweise simplen Algorithmus einer Stücklistenauflösung der Steuerung des Materialflusses und des Werkzeugeinsatzes in einer Matrixproduktion gegenüber, dann ist dieses Programm sicher ein paar Stufen komplexer. Speziell unter Berücksichtigung alternativer Fertigungsabläufe im Falle eines Maschinenausfalls. Auch das muss vorausgeplant sein, ohne zu wissen, welche Maschine in welcher Bearbeitungszelle ausfällt. Wer kann denn so einen gigantischen Masterplan überhaupt erstellen? Doch diesen Masterplan gibt es: Weltweit installierte Roboter, Maschinen und auch ganze Anlagen senden Daten in die Cloud. Dann beginnt die Suche nach Regelmäßigkeiten und Auffälligkeiten – so wird aus Big Data Smart Data. Natürlich ist die Produktivität nicht an allen Standorten gleich hoch. Die Frage ist zu klären, warum nicht: Was sind die Ursachen für die Produktivitätsdifferenzen? Dazu werden natürlich auch viele Umgebungsbedingungen und -parameter aufgezeichnet und ausgewertet, immer auf der Suche nach möglichen Einflussfaktoren auf die Produktivität. Auch die subjektiven Entscheidungen der Kunden, wie und wie häufig sie in welchem Fall agieren und reagieren sind in Big Data abrufbar.



Die Reise zum Mittelpunkt der Industrie 4.0

Die folgenden Schlagworte sind häufig zum Thema Industrie 4.0 zu lesen: „intelligente, digital vernetzte Systeme ermöglichen eine sich selbstorganisierende Produktion“ oder „die treibende Kraft dieser Entwicklung ist die zunehmende Digitalisierung der Wirtschaft“. Aber was das, die „Digitalisierung“, eigentlich ist, und wie eine „sich selbstorganisierende Produktion“ funktioniert, sagt und erklärt kaum jemand.



Palietier-Roboter
Bild: KUKA AG

Doch vielleicht lässt sich das an einem Beispiel etwas veranschaulichen. Angenommen man steht vor der Aufgabe, die maximale Arbeitsgeschwindigkeit eines Palettier-Roboters herauszufinden, der mittels Unterdrucks einzelne Packstücke anhebt und auf eine Palette setzt. Der Lösungsansatz besteht darin, alle Parameter zu messen, die auf die Arbeitsgeschwindigkeit Einfluss haben könnten, u. a. Gewicht der Packstücke, Qualität des Vakuums in den Saugnäpfen, Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit, Rauheit der Oberfläche des Kartons bis zum Alter und der Nutzungszahl der Saugnäpfe. Das muss natürlich in unterschiedlichen Messreihen mit veränderten Parametern mehrmals gemessen werden. Alle Messwerte kommen in die Cloud und bilden dort einen kleinen Teil der vielzitierten „Big Data“.

Dann kommt der zweite Teil, die Datenanalyse. Mit den Methoden des Data Mining versucht man Korrelationen zwischen den verschiedenen Parametern, also den Einflussgrößen auf die Arbeitsgeschwindigkeit, zu finden. Hat man diese Korrelation gefunden, dann weiß man mit hinreichender Sicherheit, dass die maximale Arbeitsgeschwindigkeit eines Palettier-Roboters dann erreicht wird, wenn das Gewicht gleich oder kleiner „g“ ist, die Luftfeuchtigkeit mindestens „rF“, das Vakuum in den Saugnäpfen mindestens „Va“ ist und, und, und – also die Werte weiterer Parameter.

Diese Werte werden nun im Roboter bzw. im Steuerrechner des Roboters gespeichert. Der Roboter misst ständig -vielleicht nicht alle, aber einige wesentliche Parameter, z. B. den Unterdruck in den Saugnäpfen – und vergleicht sie mit seinen gespeicherten Optimalwerten. Weicht ein Parameter davon ab, „kommuniziert“ der Roboter mit seiner Umgebung, d. h. er gibt die Abweichung an die Vakuumpumpe weiter, um bei dem Beispiel zu bleiben, die daraufhin den Unterdruck erhöht. Wären es Menschen, würde man sagen: „schlau“. Da es sich um Maschinen handelt nennt man das „künstliche Intelligenz“.



Die Zukunft nach der Zukunft

Die Auswertung dieser Daten übernehmen dann Industrie 4.0-Spezialisten, die durch weltweiten Erfahrungs- und Wissensaustausch spezielle Kompetenzen über die Planung und Gestaltung flexibler Fertigungsstraßen aufbauen. Unterstützt werden sie dabei von Data-Scientists, das sind Mathematiker mit einem angereicherten Wissen über Maschinen bzw. Roboter und deren Fähigkeiten. Sie alle entwickeln in einem agilen Prozess nach einer Zieldefinition. Nach wiederum definierten Meilensteinen in der Entwicklung erfolgt eine Kontrolle und ggf. eine Korrektur der Marschrichtung. Ziele des Unternehmens sind einerseits der Aufbau von flexiblen Fertigungsstraßen und andererseits der Bau von Robotern für die Mensch-Maschine-Kommunikation.

Sind flexible Fertigungsstraßen für die Herstellung unterschiedlicher, individualisierter Produkte aus heutiger Sicht die Zukunft, dann kann man auch fragen, was kommt danach? Es gab in den 1960er Jahren eine Vision: eine Fabrik, die ganze Fabriken herstellen konnte. Vielleicht ist es das, was nach dem kommt, was heute technisch schon möglich ist: die Produktion individueller Produkte in Masse. Vielleicht wird man eines Tages nicht nur Produkte, sondern auch ganze Fertigungsstraßen nach einem Hyper-Masterplan bauen können.

Noch leben wir im Heute, und Roboter, so scheint es, werden immer handsamer. Auch Roboterarme können eine sensitive Hülle haben, die bei der feinsten Berührung zum Stopp der Bewegungen führt. Überhaupt scheint die Nähe des Menschen zum Roboter unabdingbar zu sein. Für die Programmierung, Inbetriebnahme und Bedienung von Robotern werden weltweit immer mehr Menschen benötigt.

(Werner Schmid, Gründer und Andreas Wachter, Senior Consultant der [GPS Gesellschaft zur Prüfung von Software mbH](#))