

KME – Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH

Zukunft durch Innovation und Forschung

Flexibilitätssteigerung und Wandlungsfähigkeit von Produktionsstrukturen am Beispiel der Kleinteilemontage (Smart Factory)

Die zunehmende Individualisierung von Produkten und kürzere Produkteinführungszeiten stellen höhere Anforderungen an die Flexibilität und Wandlungsfähigkeit von Produktionseinheiten. Selbstorganisierende Wertschöpfungsnetzwerke bestimmen die Entwicklung hin zur zukunftsfähigen intelligenten Fabrik.

Problemstellung

Heutige Wertschöpfungsnetzwerke in der Produktion sind dadurch gekennzeichnet, dass sie Produkte in hohen Stückzahlen kosteneffizient und qualitativ hochwertig, allerdings in geringer Varianz, produzieren. Durch vielfältige Anstrengungen wurde die Effizienz der Produktionsanlagen stetig verbessert und bietet nur noch wenig Potenzial für weitere Produktivitätssteigerungen.

Die Nutzung von Skaleneffekten wird selbstverständlich auch in Zukunft die Produktionslandschaft prägen. Unsere Welt verändert sich jedoch durch die Digitalisierung, Individualisierung und der stärkeren Betonung des Klimaschutzes in einer noch nie dagewesenen Geschwindigkeit. Vor allem das Kaufverhalten ändert sich hin zu individuellen Trendprodukten mit kürzeren Produktlebenszyklen. Die Folge ist ein Produktmix mit geringen Stückzahlen und hoher Diversität.

Dies hat auch Auswirkungen auf die industrielle Produktion. Sie muss sich diesen Herausforderungen stellen und die Produktionstechnologien wettbewerbsfähig weiterentwickeln. Die zunehmende Individualisierung von Produkten und kürzere Produkteinführungszeiten stellen deutlich höhere Anforderungen an die Flexibilität und Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen. Die Integration manueller Arbeitsplätze in die hochautomatisierten Produktionslinien dient hierbei i. d. R. nicht der Erhöhung des Flexibilitätsgrades, sondern ermöglicht die Beherrschung schwer automatisierbarer Prozesse.

Flexible Produktionssysteme von morgen basieren vielmehr auf dem intelligenten Einsatz innovativer Robotersysteme in Form von adaptierbaren cyberphysischen Systemen. Im Zusammenspiel mit einer konsequenten Digitalisierung aller Prozesse über die gesamte Wertschöpfungskette entsteht die wandlungsfähige Fabrik der Zukunft.

Zielsetzung

Optimiert für die Massenproduktion, sind heutige Produktionssysteme meist als starre, verkettete Produktionslinien aufgebaut (Abb. 1 oben). Die Flexibilität und damit die Anzahl der Produktvarianten, die auf einer derartigen Linie produziert werden können, wird durch die starre Produktionsorganisation

zwangsläufig begrenzt. Die Zielsetzung dieses Forschungsprojektes liegt in der Weiterentwicklung der Produktionsorganisation, um die Flexibilitätsanforderungen an eine moderne Produktion umsetzen zu können. Das Konzept basiert auf ortsflexiblen, autonom agierenden Roboterzellen (Abb. 1 unten).

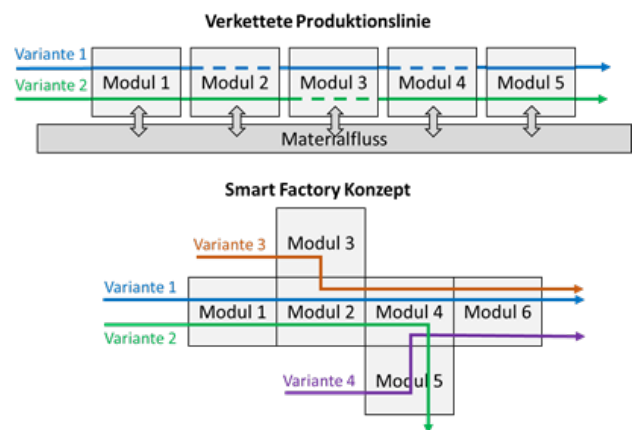


Abb. 1: Gegenüberstellung der Materialflusskonzepte

In Abhängigkeit von den Produktionsanforderungen organisieren sich die Roboterzellen zu einem hochflexiblen Produktionsverbund, der auch die Einbeziehung von manuellen Arbeitsplätzen mit Mensch-Roboter-Kollaboration beinhalten kann. Der Materialfluss zwischen den Produktionseinheiten erfolgt nicht mehr über separate Materialflusssysteme, sondern wird flexibilitätssteigernd von den Robotern übernommen. Die heute übliche Trennung zwischen Wertschöpfung und Materialfluss wird damit aufgehoben. Es entsteht eine Smart Factory, die in der Lage ist, ohne signifikante Umrüstzeiten unterschiedliche Produkte oder Produktversionen herzustellen. Sie definiert damit die Flexibilität in der Produktion völlig neu. Dies führt zu steigenden Anforderungen an die Robotik, die wesentlich schwieriger zu erfüllen sind als die Anforderungen der klassischen Produktionsrobotik. Ziel ist es, den Widerspruch zwischen der vom Kunden gewünschten Individualisierung und der Prozesseffizienz der Fertigung im industriellen Rahmen aufzulösen.



Im Produktivbetrieb bilden die Daten aus der Anlage die Grundlage für vielfältige digitale Dienste im Kontext von Industrie 4.0, wie z. B. die vorausschauende Wartung. Voraussetzung ist eine virtuelle Repräsentanz aller existierenden Objekte. Um dies zu erreichen, wird eine Industrial Internet of Things (IIoT)-Modellierung von Datenstrukturen und Methoden von Produkt- und Produktionsmitteldaten als Industrie 4.0-Komponenten umgesetzt.

Vorgehensweise

Das neue Produktionskonzept „Smart Factory“ wird in diesem Projekt anhand unterschiedlicher, zweckspezifischer digitaler Zwillinge entwickelt. Nach der simulativen Validierung kann das Konzept dann in eine reale Produktionsumgebung übergeführt werden. Die Vorgehensweise im Projekt ist in vier Arbeitspakete (AP) untergliedert, die in Abb. 2 dargestellt sind.

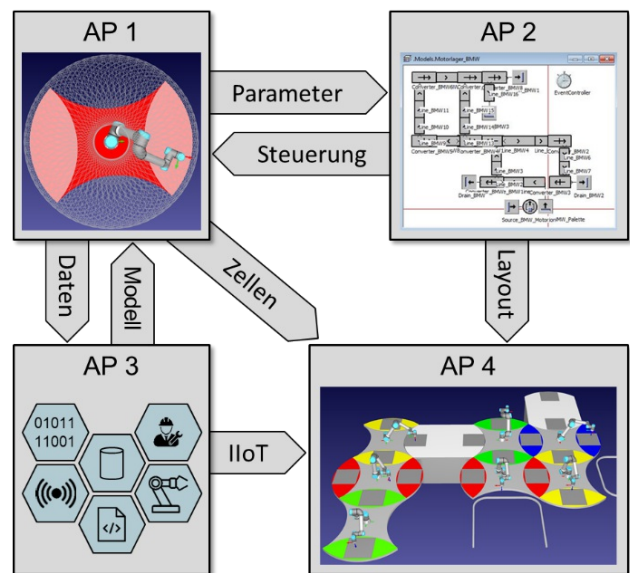


Abb. 2: Übersicht der Arbeitspakete

Im AP 1 wird ein echtzeitfähiger digitaler Zwilling einer einzelnen, autonomen Roboterzelle entwickelt. Im Fokus steht der standardisierte konstruktive Aufbau mit Schnittstellen zu den auswechselbaren Wertschöpfungsmodulen und die informations- und materialflusstechnische Vernetzung zu den Nachbarzellen. Anhand des digitalen Zwillinges wird die Zellenprogrammierung validiert und wichtige Zeitparameter für die Durchführung der Ablaufsimulation bestimmt.

Im AP 2 wird die optimale Konfiguration der Roboterzellen zu einer Smart Factory im Hinblick auf Stauverhalten und Durchlaufzeit im Rahmen eines Materialflusssimulationssystems ermittelt. Daraus leiten sich die dezentralen Materialflusstrategien der einzelnen Roboterzellen ab, die in das AP 1 zurückgespiegelt werden.

Im AP 3 werden Datenstrukturen und Methoden von Produkt- und Produktionsmitteldaten als Industrie 4.0-Komponenten modelliert. Der Fokus liegt dabei auf der Entwicklung kontext-

bezogener Semantiken und Methoden zum automatisierten Datenhandling. Damit erfolgt die Transformation einer Roboterzelle in ein cyberphysisches Industrie 4.0-Modul.

Im finalen AP 4 werden die Ergebnisse aus allen APs zu einem echtzeitfähigen digitalen Zwilling einer prototypischen Smart Factory zusammengefasst. Der digitale Zwillig dient der Validierung der Steuerungsstruktur und der IIoT-Funktionalitäten.

Ergebnisse / Nutzen

Dieses Forschungsprojekt liefert einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung der Vision Smart Factory. Auf Basis eines neuartigen Zellendesigns werden autonome Roboterzellen entwickelt, die auftragspezifisch zu einem Produktionsverbund organisiert werden können. Alle Zellen sind mit produktneutralen Grundfunktionalitäten ausgestattet und sind je nach Auftragslage und Losgröße problemlos mit produktspezifischen Werkzeugen erweiterbar. Innovativ ist dabei die Aufhebung der bisherigen Trennung zwischen Wertschöpfung und Materialfluss.

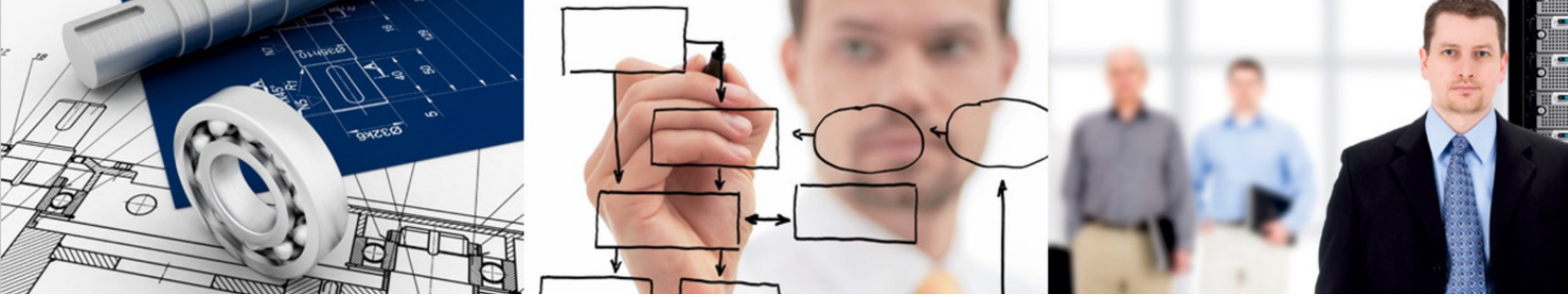
Um die Komplexität der Aufgabenstellung im Projektkontext, aber auch im späteren Engineeringworkflow beherrschen zu können, werden unterschiedliche digitale Zwillinge eingesetzt. Sie ermöglichen es dem Anwender, die Zellenfunktionalität zu validieren und die optimale Anlagentopologie im Hinblick auf Stauverhalten und Durchlaufzeit zu bestimmen.

In der Produktion der Zukunft spielen Daten die entscheidende Rolle. Deshalb wird die Smart Factory um ein IIoT-Modell erweitert. Alle Objekte der virtuellen und realen Produktion werden virtuell abgebildet und miteinander vernetzt. Aus den Daten können zu jedem Zeitpunkt optimale Wertschöpfungsflüsse abgeleitet werden. Es entstehen dynamische und sich selbst organisierende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach Merkmalen wie Kosten oder Ressourcenverbrauch optimieren lassen. Auch hier dienen die digitalen Zwillinge zur Validierung der dezentralen, sich selbst organisierenden Steuerstrategien in den Roboterzellen und fördern das Verständnis der komplexen materialflusstechnischen Zusammenhänge.

Mit den Ergebnissen aus diesem Forschungsprojekt werden dem Anwender wertvolle digitale Hilfsmittel zur Verfügung stehen, um eine flexible, wandlungsfähige Smart Factory und neue digitale Geschäftsmodelle umsetzen zu können. Dies stellt im Zeitalter der zunehmenden Individualisierung einen entscheidenden Vorteil für den bayerischen Mittelstand dar und trägt dazu bei, dessen Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Wettbewerb zu stärken.

Forschungspartner

Prof. Dr.-Ing. Matthias Wenk
Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden



Projektpartner

- Baumann Automation GmbH, Amberg
- Continental Automotive GmbH, Regensburg
- DEHN SE + Co KG, Neumarkt
- EDAG Production Solutions GmbH & Co. KG, Garching
- ifp - Prof. Dr.-Ing. Joachim Milberg Institut für Produktion und Logistik GmbH & Co. KG, Garching
- PIA Automation Amberg GmbH, Amberg
- RIBE® Anlagentechnik GmbH, Schwabach
- Siemens AG, Werk Amberg
- SPANGLER GmbH, Dietfurt/Töging
- Stäubli Tec-Systems GmbH, Bayreuth

Bei Interesse an diesem Projekt nehmen Sie bitte Kontakt mit Herrn Dr. Liedl auf (Kontakt Daten s. unten!).