



Auf dem Weg zur digitalen Produktion

PRODUKTION Wie sieht die Fertigung der Zukunft aus? Das **Fraunhofer**-Institut für Integrierte Schaltungen IIS und die Siemens AG haben gemeinsam mit verschiedenen Partnern eine Antwort darauf gesucht.

Weg von der Fertigung mit Takt und Band hin zur individuellen Massenproduktion mit Losgröße 1: Was theoretisch bei vielen Industrieunternehmen und Konsumgüterherstellern bereits angekommen ist, fällt in der praktischen Umsetzung vielerorts schwer. Gemeinsam mit den Partnern Simplifier AG, Kinexon Industries GmbH und dem **Fraunhofer**-Institut für Integrierte Schaltungen IIS mit seiner **Fraunhofer**-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS hat die Siemens AG in Nürnberg deshalb das Projekt „R2D – Road to Digital Production“ auf die Beine gestellt. Ziel ist es, ein Cyber-Physisches Produktionssystem (CPPS) für die Massenfertigung bei Losgröße 1 mit Schwerpunkt auf einer zellenbasierten Produktion zu entwickeln.

Beispiel dafür ist die Digitalisierung einer diskreten Motorenfertigung mit kleinen Losgrößen. Dabei griffen die Partner auf moderne Technologien aus dem Bereich Internet der Dinge zurück, um etwa auch intralogistische Prozesse vollständig automatisieren zu können. So wurden Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) für die Motoren sowie Materialkits, Ultra-wideband-Lokalisierung und Werkerinformationssysteme zu einem CPPS mit modularen Fertigungszellen integriert. Die Steuerung dieses CPPS erfolgt dezentral durch sogenannte Smart Production Tags, die direkt an den Motorgehäusen angebracht sind. Zur Strukturierung und Planung der Fertigung werden Simulationenkomponenten eingesetzt.

Im Fokus des Projekts stand zunächst die Entwicklung eines Baukastens zur Simulation eines CPPS, für die die spezialisierte Software „Tecnomatix Plant Simulation“ (TPS) eingesetzt wird. Sie ermöglicht

es, nahezu beliebig komplexe Systeme und ihre Wechselwirkungen zu modellieren. Mithilfe des Baukastens können anschließend geplante Fertigungsszenarien – bestehend aus Zellen, Fahrwegen, Transportfahrzeugen und Werkern – erstellt, an bestimmte Parameter angepasst und evaluiert werden.

Digital statt manuell

Anstatt manuell nach den bestmöglichen Szenarien zu suchen, kommt dafür mit der Software „HEEDS“ eine Lösung zur automatisierten Designexploration zum Einsatz. Dabei werden vorgegebene Parameter innerhalb festgelegter Grenzwerte variiert und als Fertigungsszenarien in TPS simuliert. So können Kennzahlen leichter ermittelt werden. Die unterschiedlichen Szenarien werden anschließend beispielsweise anhand ihrer Kosten oder mittleren Durchlaufzeiten verglichen und ein dafür optimales Fertigungssystem bestimmt.

Um das fertige Produktionssystem hinterher optimal nutzen zu können, kam im Projekt das Konzept des sogenannten „Receding Horizon Planning“ zum Einsatz, das ebenfalls die Methoden der Simulation und Exploration in den Mittelpunkt stellt. Der Planner wählt dazu alle für einen definierten zeitlichen Horizont relevanten Fertigungsaufträge aus, um daraus eine ideale Auftragsreihenfolge unter Berücksichtigung des Systemverhaltens und der jeweiligen Ressourcenverfügbarkeit zu ermitteln. Dabei werden keine starren Einplanungsregeln angewendet, sondern mögliche Reihenfolgen untersucht, bewertet und letztlich das Optimum zur Nutzung des vorliegenden Systems bestimmt. Die Ergebnisse können wiederum in der Simulation festgelegt werden.

Nach erfolgreicher Fertigungsplanung erfolgt im Anschluss die Durchführung eines realen Produktionsauftrags in den modularen Fertigungszellen. Ziel ist es dabei, im Rahmen des Auftrags das Zusammenspiel automatisierter und manueller Abläufe zu demonstrieren. Analog zu den Prozessen im Werk werden dafür die Gehäuse der Motoren zunächst in einer Zelle auf die FTF geladen und anschließend die Gehäuse mit dem Smart Production Tag (SPT) ausgestattet. Das SPT sorgt dafür, dass der Motor alle relevanten Auftragsinformationen direkt mit sich führen und mit anderen Tags interagieren kann.

In der darauffolgenden Zelle wird der Läufer in das Gehäuse verbaut. An den Läufern befinden sich Komponenten-Tags mit WLAN-, GPS- und GSM-Modulen, sodass mit ihnen der gesamte überbetriebliche Transportprozess der Läufer überwacht werden kann. Am Verbauort leuchtet dann der zum Fertigungsauftrag zugehörige Läufer auf, um Suchzeiten zu minimieren.

Neben unterschiedlichen Sensor- und Tracking-Technologien findet im Produktionssystem der Zukunft auch Augmented Reality Anwendung – etwa im Bereich der Klemmkastenmontage. Die zu installierenden Klemmenkästen besitzen eine hohe Varianz, und je nach Fertigungsauftrag müssen Werker die Kästen stets unterschiedlich verkabeln. Daher ist der Prozess sehr anspruchsvoll und besitzt eine hohe Fehleranfälligkeit. Im Projekt wurde durch Einsatz von Tablets und Smart Glasses auf dieses Problem eingegangen. Dort können dem Werker 3D-CAD-Modelle angezeigt werden, samt der Zuordnung für die Klemmen. Dies vereinfacht die Prozessdurchführung

und verhindert Fehler.

Die Uhr informiert

Abschließend wird in zwei Zellen das Zusammenspiel zwischen den Werkerinformationssystemen gezeigt. Im demonstrierten Prozess wird bei der Endprüfung ein Fehler über eine Tablet-App aufgenommen, wobei der Werker die Informationen zur Fehlerbeschreibung komfortabel einsprechen kann. Der Verantwortliche für die Nacharbeit wird dann unmittelbar auf seiner Smartwatch über den detektierten Fehler informiert. Mit einer Eye-Tracking-Lösung kann er notwendige Informationen aus den IT-Systemen abrufen, ohne dabei seine Hände einsetzen zu müssen. Und auch für andere Störungen, wie etwa die mangelnde Verfügbarkeit eines bestimmten Arbeitsmit-

tels, ist die Fertigungszelle der Zukunft gerüstet – beispielsweise durch sogenanntes Werkzeug-Tracking. Verlässt ein für den Fertigungsschritt benötigtes Hilfsmittel seine Montagezelle, wird diese für den Fertigungsschritt gesperrt, bis das Werkzeug wieder verfügbar ist. Meldungen werden dank Geofencing-Informationen direkt digital an den Schichtführer gegeben und der Zellenstatus in der Mindsphere-Cloud auf „gestört“ gesetzt.

Die Innovationen, die im Rahmen des Projekts vorgestellt wurden, haben zum Ziel, den Fertigungsprozess flexibler und transparenter zu machen. Werker sollen entlastet werden und zukünftig mit der hohen Variantenvielfalt im Alltag besser umgehen können. Logistische Prozesse

sollen dabei vollständig automatisiert ablaufen.

Autoren: **Andreas Hölczi**, **Fraunhofer**-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS, Nürnberg; **Timothy Kamleiter**, Projektingenieur, und **Stefan Krause**, Entwickler, beide Siemens AG, München.

Road to Digital Production im Test

Das im Rahmen des Projekts „R2D“ entwickelte CPPS wurde im Test- und Anwendungszentrum L.I.N.K. des **Fraunhofer** IIS in Nürnberg auf seine Funktionsfähigkeit getestet. Jede Arbeitszelle hatte definierte Fähigkeiten. Zusätzlich wurde eine Zelle mit einer redundanten Fähigkeit und die Arbeitspläne wurden mit mehr Montageschrittkombinationen ausgestattet, um die Varianz zu erhöhen. Eine Low-Code-Plattform, ein digitales Shopfloor-Management mit angeschlossenen Flottenmanager, ein Real-Time-Lokalisierungssystem, eine Automati-

sierungssteuerung und sechs Smart Production Tags stellten zusammen mit der sternförmigen Verknüpfung über einen einheitlichen „MQTT/Json“-Kommunikationsstandard das CPPS dar. Im ersten Schritt bekamen sechs Motorenhäuser ein Smart Production Tag. Gleichzeitig wurden alle fertigungsrelevanten Informationen mittels der Auto-IoT-Software von **Fraunhofer** auf die SPTs übertragen.

Ab diesem Zeitpunkt übernahm das Smart Production Tag (SPT) die Steuerung des jeweiligen Produktes durch

die Fertigung und entschied selbstständig, welche Varianten im nächsten Schritt möglich wären. Das Shopfloor-Managementsystem konsolidierte alle Informationen, sodass alle SPTs immer den aktuellen Shopfloor-Status mit Auslastung, Warteschlangen, Lieferengpässen und Fahrzeiten erhielten. Zusätzlich forderte das Smart Production Tag situations- und arbeitsplanbedingt selbstständig Materialkits an. Der Flottenmanager koordinierte alle Transportaufträge der fahrerlosen Transportsysteme zur angeforderten Zielerbeitszelle. sln

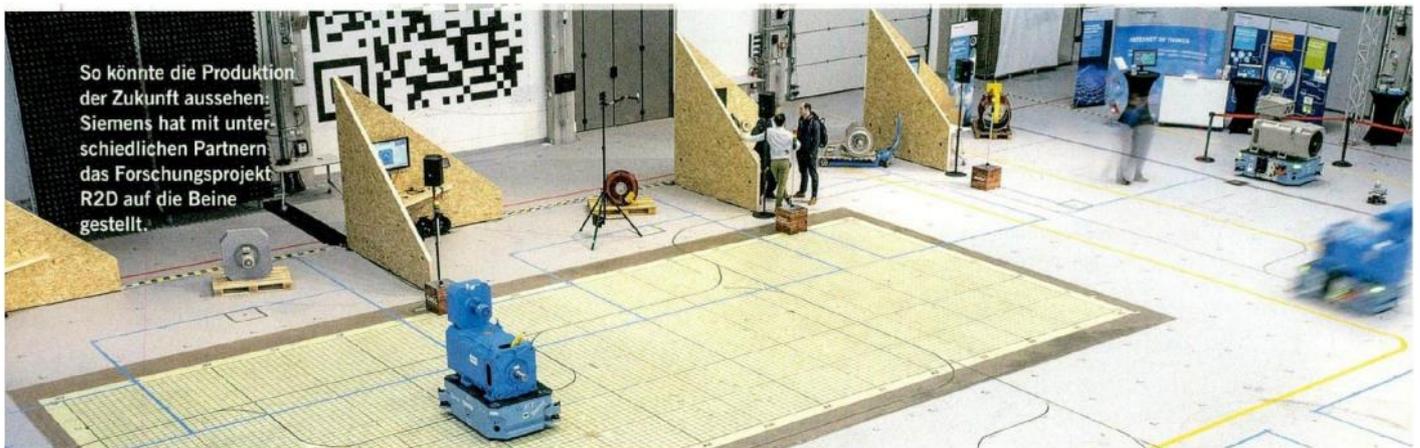


Bild: Julian Graf/Kinexon