

Vom Milk-Run zum Bringdienst – Hybride Teams in der wandelbaren Produktion

Der Milchjunge stand Pate für das produktionslogistische Konzept des Milk-Run: Damit nicht zu viel Milch geliefert wurde, die dann verdarb, stellte der Junge nur dann eine volle Flasche bereit, wenn er eine leere vorfand. Übertragen auf die industrielle Fertigung erlaubt dieser Entwurf die Steuerung der Materialien, jedoch einhergehend mit einem fixen Fahrplan und festen Losgrößen. Das Konzept des Bringdienstes hingegen ermöglicht die bedarfsgerechte Bestellung und Lieferung von Bauteilen in der konkreten Fertigungssituation. Darüber hinaus kann der robotische Lieferant auch damit beauftragt werden, z.B. ein Getränk oder einen Snack mitzubringen. So trägt er zu einem positiven Arbeitsumfeld des Werkers bei.

► Zusammen mit seinen Partnern ZF Friedrichshafen AG, EngRoTec GmbH & Co. KG und Festo AG & Co KG hat das DFKI einen gemeinsamen Forschungsdemonstrator für hybride Fertigungsszenarien entwickelt, der Ergebnisse aus vier vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekten integriert. Anlässlich der CEBIT 2018 wird dieses Gesamtsystem verteilt auf dem Stand des BMBF (E52) und dem Stand des DFKI (F62) in Halle 27 präsentiert.

Im Zentrum der Forschungsarbeiten steht die effiziente Ertüchtigung der wandelbaren Produktion auf Prozess-, Produkt- und Geräteebe durch eine kontrollierbare Industrie 4.0-Infrastruktur, um den Einsatz heterogener, mobiler und stationärer Roboter zur soziotechnischen Produktion zu unterstützen. Erforscht und erprobt werden Komponenten, die das Zusammenspiel von Menschen, Maschinen und Diensten in hybriden Teams auf der Basis vorhandener und neu gelernter Fähigkeiten flexibel ermöglichen.

Der integrierte Demonstrator der beteiligten Projekte basiert auf folgenden Ergebnissen:

- einer kontrollierbaren dienstebasierten Infrastruktur aus dem Verbundprojekt **BaSys 4.0**,
- einer soziotechnischen Produktionsunterstützung durch hybride Teams aus dem **Verbundprojekt Hybr-iT**,
- dem „pilотиerten Lernen“ neuer Fähigkeiten aus dem **Projekt TRACTAT** und
- den robotischen Plattformen aus dem **Deutsch-Tschechischen Innovationslabor für Mensch-Roboter-Kollaboration in Industrie 4.0 (MRK 4.0)**.

Das Verbundprojekt BaSys 4.0 unter der Konsortialleitung des Fraunhofer IESE entwickelt eine offene Dienstplattform für die 4. Industrielle Revolution. Diese Softwareplattform für Industrie 4.0 soll eine wandelbare Produktion auf Prozess-, Produkt- und Geräteebe effizient unterstützen und verfolgt einen modellbasierten Software Engineering-Ansatz: Gebildet werden einerseits Modelle zur Erfassung domänen-**spezifischer** Entitäten wie Varianten, Aufträge, Stücklisten, Produktionsprozesse, Fähigkeiten, Betriebsmittel, Anlagen, andererseits zur Erfassung domänen-**agnostischer** Entitäten wie Dienste, Prozesse, Verwaltungsschalen, Kommunikation, Typen, Instanzen.

Grundprinzipien sind dabei die funktionale Abstraktion und Modularisierung von Anforderungen und Fähigkeiten. Verfeinerungen und Festlegungen auf der jeweiligen Produktionsebene erfolgen immer



Im Deutsch-Tschechischen Innovationslabor werden Szenarien für die Mensch-Roboter-Kollaboration in Industrie 4.0 entwickelt und erprobt.

nur soweit wie notwendig, um maximalen Spielraum für dynamische Anpassungen und Optimierungen zu erhalten. Die Unterstützung der Migration bestehender Produktionssysteme zur Kompatibilität mit BaSys 4.0-Systemen ist ein zentrales Anliegen des Projektes in Hinblick auf die Akzeptanz des Ansatzes in den Unternehmen.

Das DFKI hat im Rahmen des Projektes eine kontrollierbare dienstbasierte Infrastruktur aufgebaut, die die notwendige Dynamik von Industrie 4.0-Produktionssystemen kosten- und zeiteffektiv umsetzt und geleitet ist durch die produktionspezifischen Fragen:

- **WARUM** soll **WAS** geschehen?
- **WIE** und **WO** soll es passieren?
- **WER** soll es tun?

Dieser Ansatz verwendet eine Dienstplattform für die Wandlung einer Produktionslinie, welche die Ertüchtigung eines multifunktionalen Betriebsmittels (mobiler Roboter) mit einer neuen Fähigkeit unterstützt. Umgesetzt wird dies über einen ganzheitlichen, produktionsstauglichen Plug&Produce-Prozess und die Ausnutzung orchesterter Einzelfähigkeiten. Der entstehende Produktivitätsvorteil wird automatisch durch eine permanente Produktionsoptimierung erreicht: Dieses autonome System entdeckt und realisiert kontinuierlich eine dynamische Produktionsschrittverfeinerung (WIE, WO, WER).

Das Verbundprojekt Hybr-iT erforscht unter der Konsortialleitung des DFKI die hybride und intelligente Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK); der Fokus liegt dabei auf hybriden Teams in wandlungsfähigen, cyber-physischen Produktionsumgebungen. Der Einsatz heterogener, mobiler und stationärer Roboter zur soziotechnischen Produktionsunterstützung demonstriert die Verwendung der BaSys 4.0-Dienstplattform für die MRK-Integration am Beispiel eines dynamischen Milk-Run mit mobilen und stationären Fertigungsstationen sowie sozialer Arbeitsplatzgestaltung.

Die Programmierung komplexer Abläufe erfolgt dabei durch funktionale Abstraktion konkreter Geräte und einfache Komposition auf Prozessebene. Dies erlaubt eine geregelte, kontrollierbare Unterbrechbarkeit autonomer Prozesse durch menschliche Intervention. Außerdem wird ein kontrollierter Übergang von virtueller zu realer Inbetriebnahme einer Produktionskomponente ermöglicht.

Der Demonstrator veranschaulicht zentrale Aspekte hybrider Teams wie die kollegiale Interaktion zwischen Mensch und Roboter, die multimodale Mensch-Roboter-Kommunikation (per Sprachein- und -ausgabe sowie mittels Smartwatches), die sensorunterstützte flexible Interaktion zwischen Robotern sowie Sicherheitsaspekte (Safety) mobiler Co-Bots. Basis dafür ist die beispielhafte Umsetzung verschiedener Roboterfähigkeiten:

- einfache Transportaufträge per mobiler Roboterplattform
- kombinierter Transportauftrag mit paralleler Ausführung eines Produktionsschritts
- automatisierte Qualitätskontrolle
- automatisches Beladen eines Transportroboters
- sensorgestütztes Greifen von Objekten

Das **Projekt TRACTAT** nimmt sich einer der Kernherausforderungen bei autonomen Systemen an: dem Kontrollübergang zwischen Mensch und autonomem System. Dabei werden ein allgemeingültiger Ansatz sowie eine Formalisierung zur Realisierung eines rei-

nungslosen und effektiven Übergangs vor allem in komplexen, nicht eindeutigen Situationen entwickelt. Eine mögliche Anwendung ist die Bereitstellung neuer Fähigkeiten für die permanente Optimierung der Produktion als autonomes System, z.B. für bestehende Produktionsabläufe oder zur Behebung ausfallbedingter Engpässe.

Die Herausforderung im gezeigten Szenario besteht in einem „Pilotierten Lernen“ durch ein schnelles **Remote Teach-In**, bei dem der lernende Roboter nicht vor Ort, sondern durch einen Teach-In-Experten in einem Service Center mit der neuen Fähigkeit versehen wird. Dieser Lehrer nutzt dazu ein mit dem Ziel-Roboter vergleichbares taktiles Interface wie etwa einen Roboter mit ausreichend ähnlichen Freiheitsgraden.

Zusammengefasst sind die in den Exponaten gezeigten Ergebnisse zum Einsatz hybrider Teams in der wandelbaren Produktion Ausprägungen des zugrundeliegenden Konzeptes von Industrie 4.0, bei dem die Optimierung von Produktivität und Arbeitszufriedenheit zwei zentrale Ziele fokussiert:

- **Gute Arbeit:**
Punktuell unterstützende Assistenzsysteme werden weiterentwickelt zu sicherer und angenehmer Mensch-Roboter-Zusammenarbeit in Teams.
- **Gute Zahlen:**
Es entstehen Wettbewerbs- und Kostenvorteile durch kürzere Engineering- und Stillstandszeiten.

Neben den Projektpartnern waren LAP GmbH Laser Applikationen, SICK AG und WOLL MASCHINENBAU GmbH als Unterstützer an der Realisierung des Demonstrators beteiligt.

WEITERE INFORMATIONEN

- 🌐 <http://hybr-it-projekt.de>
- 🌐 www.basys40.de
- 🌐 <http://tractat.dfki.de>
- 🌐 www.power4production.de/industrie-4-0-projekte/mrk-4-0

KONTAKT

👤 **Dr. Anselm Blocher | Dr. Dietmar Dengler | Dr. Tim Schwartz**

Forschungsbereich Intelligente Benutzerschnittstellen

✉️ [\[Anselm.Blocher | Dietmar.Dengler | Tim.Schwartz\]@dfki.de](mailto:[Anselm.Blocher | Dietmar.Dengler | Tim.Schwartz]@dfki.de)

☎️ +49 681 85775 5262 | 5259 | 5306