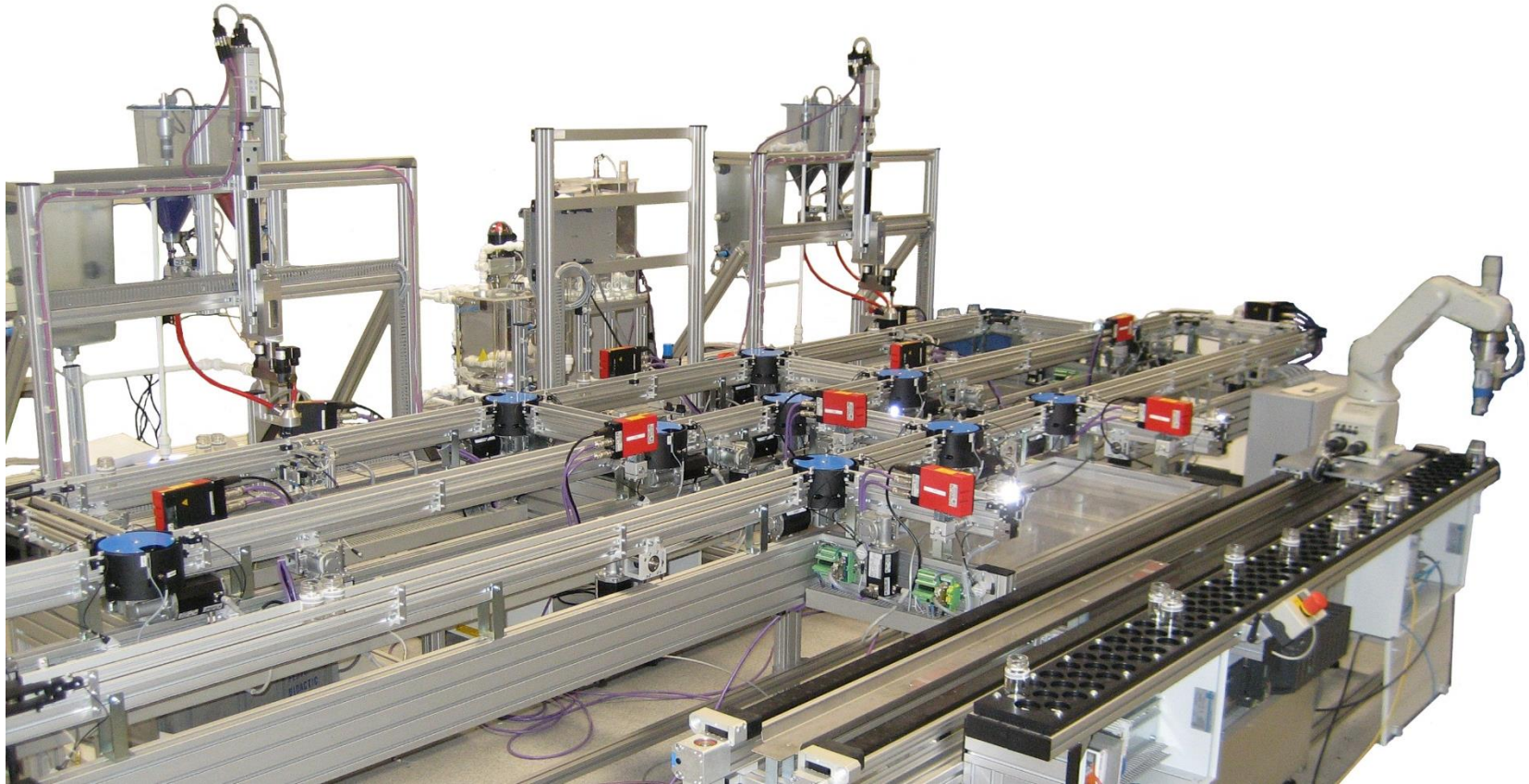


Agentenbasierte Dynamische Rekonfiguration von vernetzten intelligenten Produktionsanlagen



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser

Ordinaria des Lehrstuhls für Automatisierung und Informationssysteme (AIS)

Fakultät für Maschinenwesen, Technische Universität München

Agentenbasierte Dynamische Rekonfiguration von vernetzten intelligenten Produktionsanlagen

1. Begriffe und Definitionen

2. Smart Products in einer Smart Yoghurt Production mit CPS
3. Technologien und Ansätze zur Realisierung
4. Zusammenfassung und Ausblick

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Birgit Vogel-Heuser

Ordinaria des Lehrstuhls für Automatisierung und Informationssysteme (AIS)

Fakultät für Maschinenwesen, Technische Universität München

Ziele

- Lean Production → Geringe Lagerbestände
- Flexible Reaktion auf wechselnde Gegebenheiten (Auftragsänderung)
- Selbstorganisierende Produktion

Umsetzung

- Eigenintelligenz der Fertigungseinheiten durch Cyber-Physical Systems (**CPS**)
 - Übernehmen dezentral Planung, Koordination und Ausführung der Produktion
- Selbstständiger Informationsaustausch zwischen Fertigungseinheiten und Werkstücken
- Produkt / Werkstück als Informationsträger
 - Verwendung von im Produkt hinterlegten Daten
 - Qualitätssicherung, Wartung und Instandhaltung

Cyber-Physical Systems

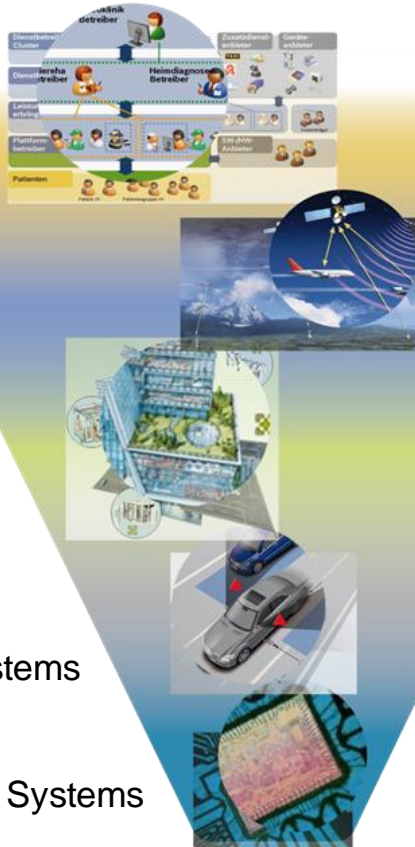
Cyber-Physical Systems

Systems of Systems

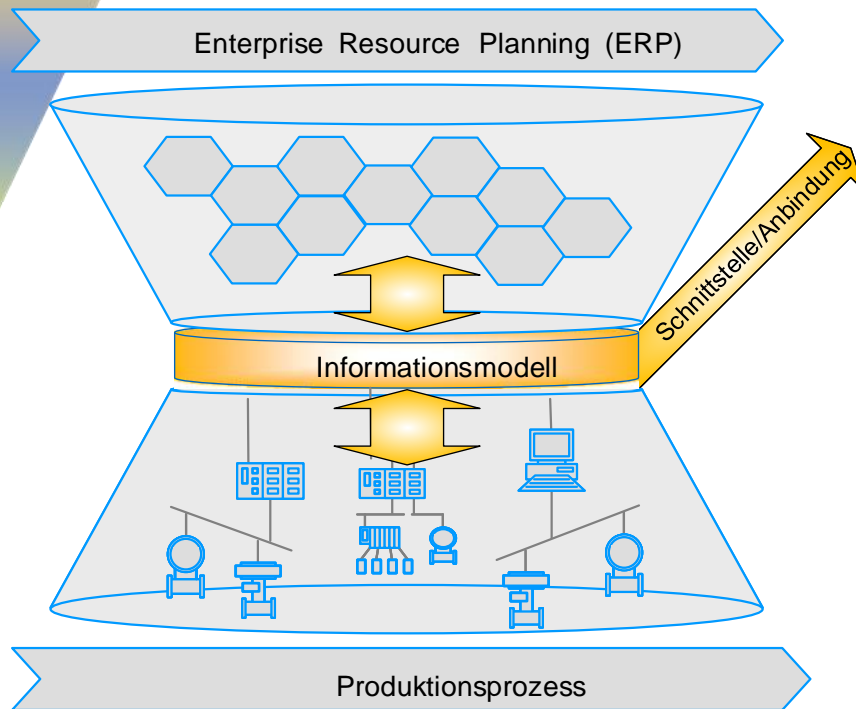
Intelligente und Kooperative Embedded Systems

Intelligente Embedded Systems

Embedded Systems



Automatisierungstechnik



Quelle (links): B. Vogel-Heuser, G. Kegel, K. Bender und K. Wucherer: Global Information Architecture for Industrial Automation. In: Automatisierungstechnische Praxis (atp), Jahrgang 51 (2009), Heft 1, S. 108-115.

Quelle (rechts): M. Broy: Das Internet – Innovation ohne Grenzen. Vortrag in: Netzdialog Bayern, München, 2001.



- **Cyber-Physical Systems (CPS)** umfassen typischerweise eingebettete Systeme (als Teil von Geräten, Gebäuden, Verkehrsmitteln, Verkehrswegen, Produktionsanlagen, Logistik- und Managementprozessen, etc.), die
 - mittels **Sensoren** und **Aktoren** unmittelbar **physikalische Daten** erfassen und auf physikalische Vorgänge einwirken,
 - mit digitalen Netzen verbunden sind (drahtlos, drahtgebunden, lokal, global),
 - weltweit verfügbare Daten und Dienste nutzen
 - und über eine Reihe multimodaler Mensch-Maschine-Schnittstellen (dediziert in Geräten, unspezifisch etwa über Browser, etc.) verfügen.

Quelle: M. Broy (Hrsg.): Cyber-Physical Systems. Innovation durch Software-Intensive Eingebettete Systeme. acatech diskutiert. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2010

Datenaufbereitung für den Menschen

Assistenzsysteme für das Engineering

Datenaufbereitung, Datenintegration für den Menschen



Architekturmodelle

(Referenzarchitektur) für eine Klasse von Aggregaten/Modulen in Bezug auf Eigenschaften, Fähigkeiten, Schnittstellen...

Intelligente Produkte und Produktionseinheiten

Produktionseinheiten mit **inhärenten Fähigkeiten**

Datenanalyse von Prozess- und Alarmdaten und Verknüpfung mit Engineeringdaten

Flexible Produktionseinheiten, adaptierbar auf geänderte Produktanforderungen, erlauben auch strukturelle Änderungen

Beschreibung von Produkt- und Betriebsmitteln, z.B. Ontologien, zur eigenständigen Analyse, Darstellung, Organisation und Ausführung eines Produktionsablaufes



Kommunikation und Datendurchgängigkeit

Bereitstellung notwendiger Daten für Konfiguration, Produktion, Verhandlung

Weltweite Verteilung von Daten, **hohe Verfügbarkeit, Zugriffsschutz**

Datendurchgängigkeit über verschiedene „Stakeholder“ in verschiedenen Engineeringphasen und -gewerken

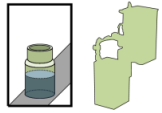
Digitale Netze und Schnittstellen für die Kommunikation (zwischen Geräten, Mensch und Anlage, Anlage und Anlage)

In Anlehnung: B. Vogel-Heuser, G. Bayrak, U. Frank: Forschungsfragen in "Produktautomatisierung der Zukunft". acatech Materialien. 2012.



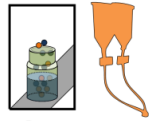
Industrie 4.0–Update: Welche neuen Fortschritte, Herausforderungen und Lösungsansätze gibt es?

1. Begriffe und Definitionen
2. **Smart Products in einer Smart Yoghurt Production mit CPS**
3. Technologien und Ansätze zur Realisierung
4. Zusammenfassung und Ausblick



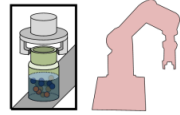
① **Aufbereiten**
(Verfahrenstechnik)

Erhitzen und
Impfung mit
Joghurtkultur



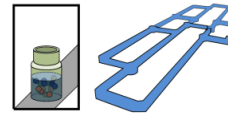
② **Befüllen**
(Abfüllstation)

1. Einfüllen
Joghurt
2. Einfüllen
Kugeln



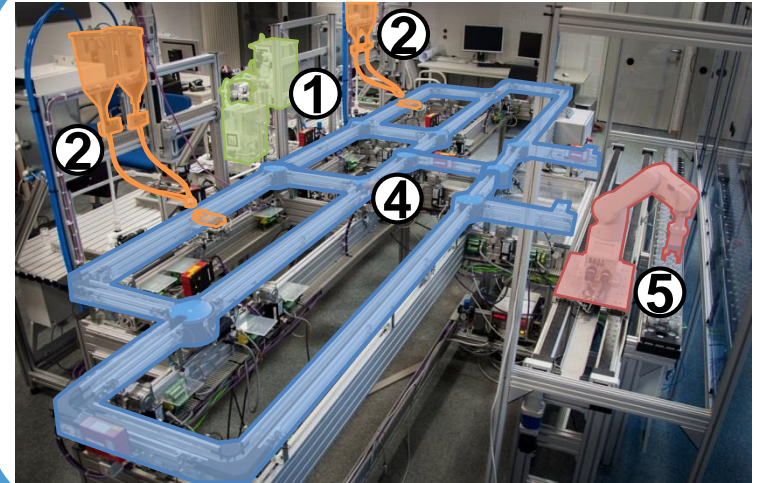
③ **Greifen**
(Roboter)

Zubringen
Logistik nach
Produktions-
nachfrage

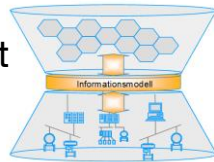


④ **Transportieren**
(Logistik)

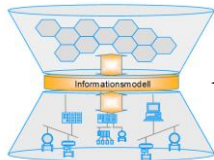
Transport
Becher



Produktionseinheit
Schokokugeln
Dunkel



Produktionseinheit
Schokokugeln
Weiß



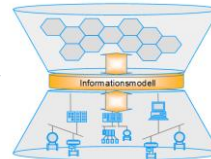
Produktionseinheit Becher



Produktionseinheit Joghurt 1

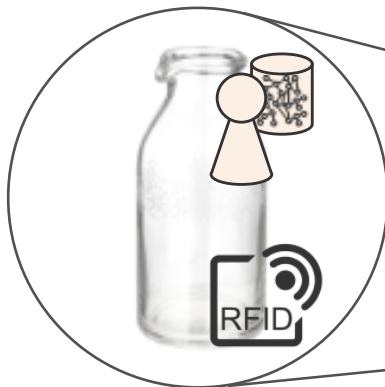
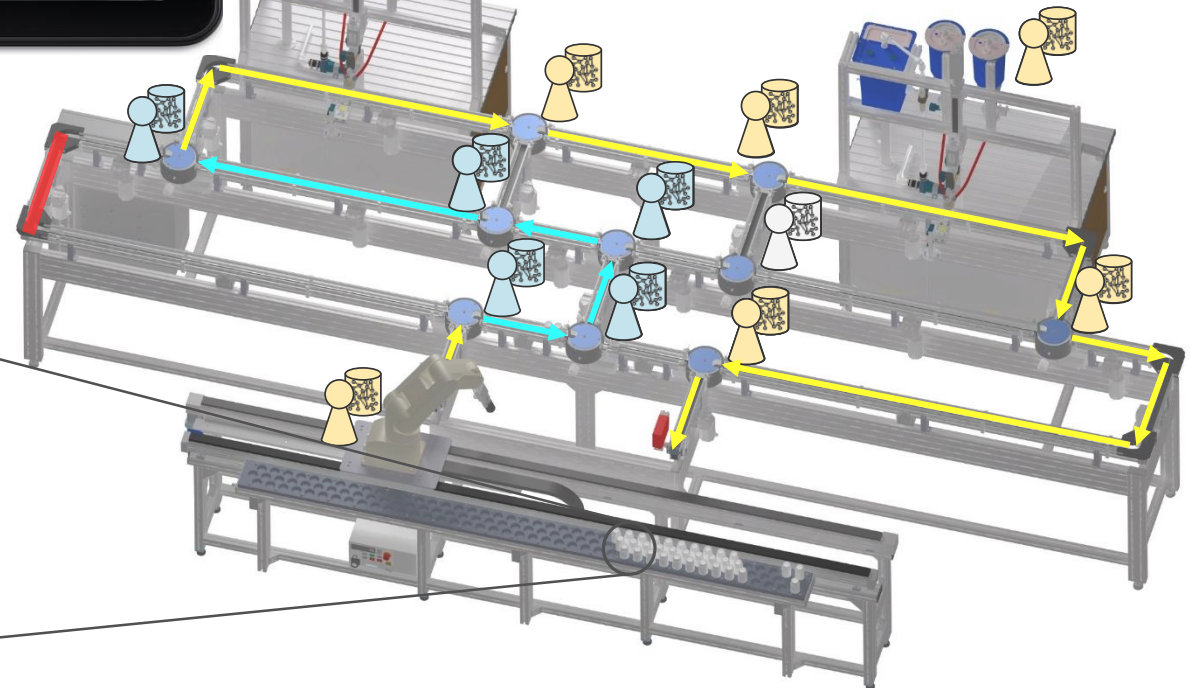
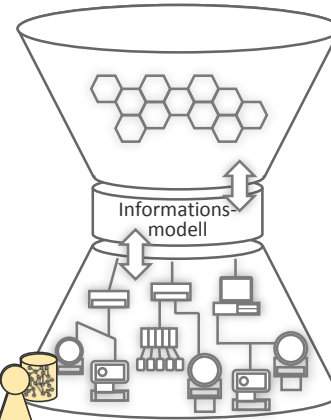


Produktionseinheit
Joghurt 2





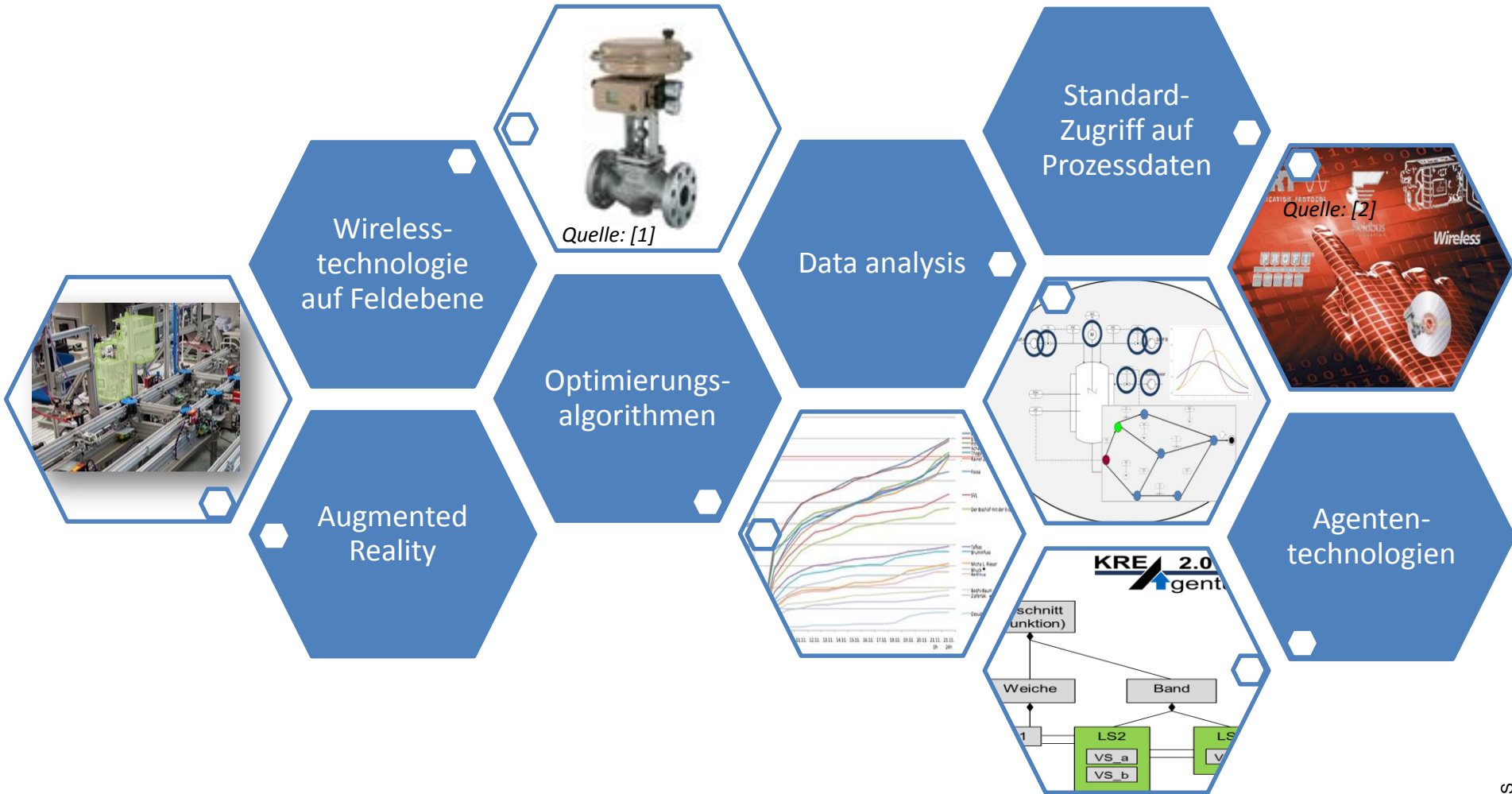
Ausgangssituation Anlagenkomponenten als Agenten



Industrie 4.0–Update: Welche neuen Fortschritte, Herausforderungen und Lösungsansätze gibt es?



1. Begriffe und Definitionen
2. Smart Products in einer Smart Yoghurt Production mit CPS
- 3. Technologien und Ansätze zur Realisierung**
 - **Intelligente Produkte und Produktionseinheiten**
 - **Modellbasierte Entwicklung, Varianten- und Versionsmanagement**
 - Mittels Agentensystemen und Ontologien
 - Self healing machine mit Datenanalyse zur Laufzeit
 - Kommunikation und Datendurchgängigkeit – intelligente Interfaces
 - Mensch-Maschine-Schnittstelle
4. Zusammenfassung und Ausblick



Quelle:

[1] Kiesbauer: NAMUR-Hauptsitzung 2012 Sponsor-Vortrag „Von der Handdrossel zum smarten Stellgerät“, 08.11.2012

[2] G. König: NAMUR-Hauptsitzung 2012 · Sponsor-Workshop · „Smarte Stellgeräte – zukunftssichere Investition heute“, 08.11.2012



Selbstadaption der Produktionsanlage

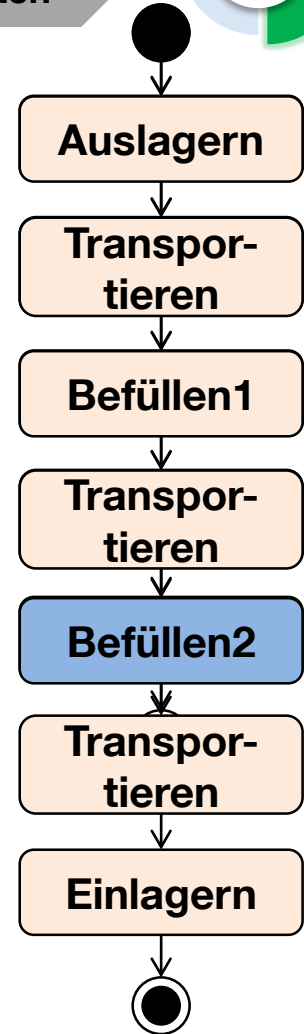
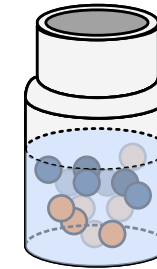
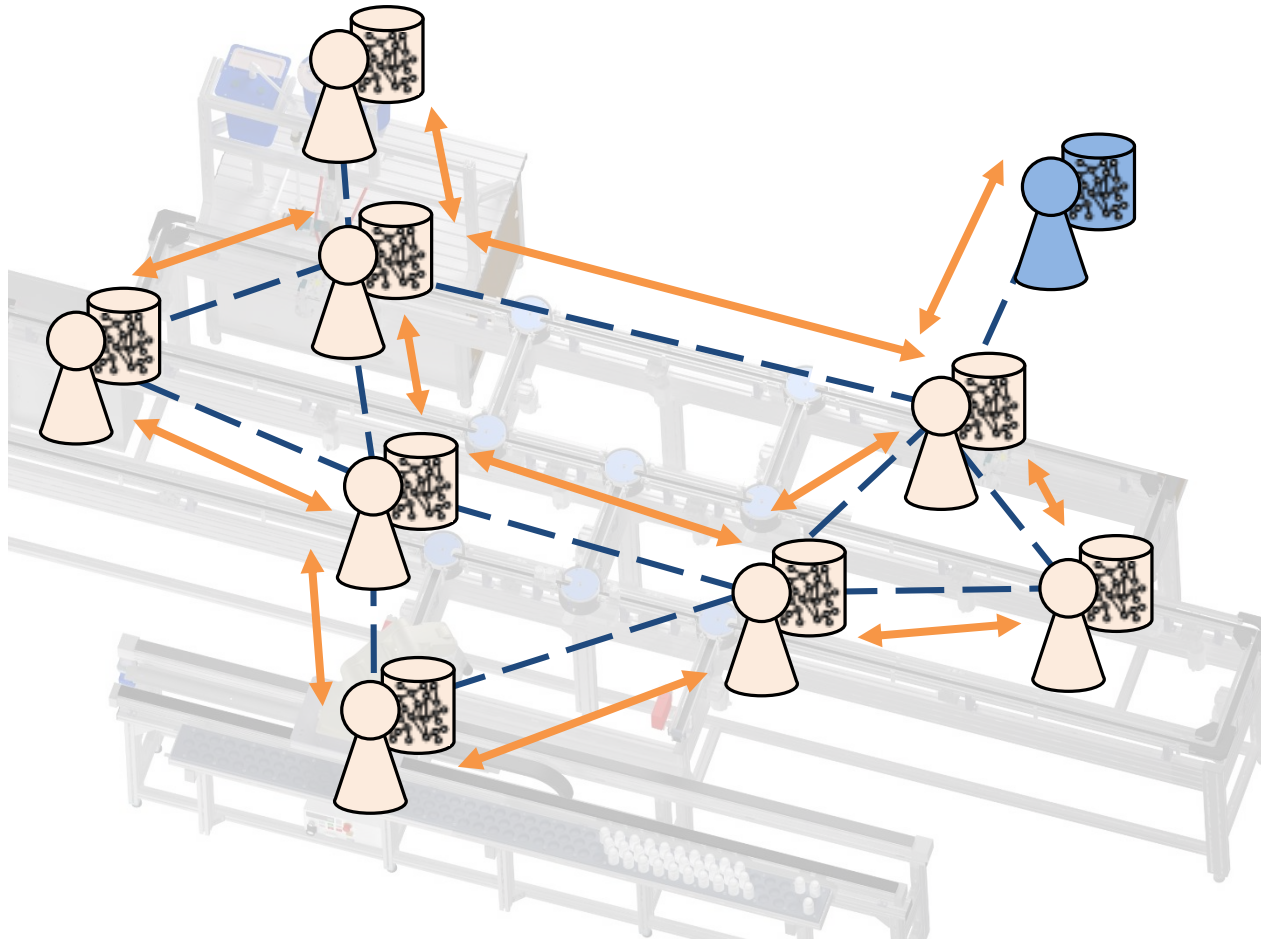


Laufende
Produktions-
anlage

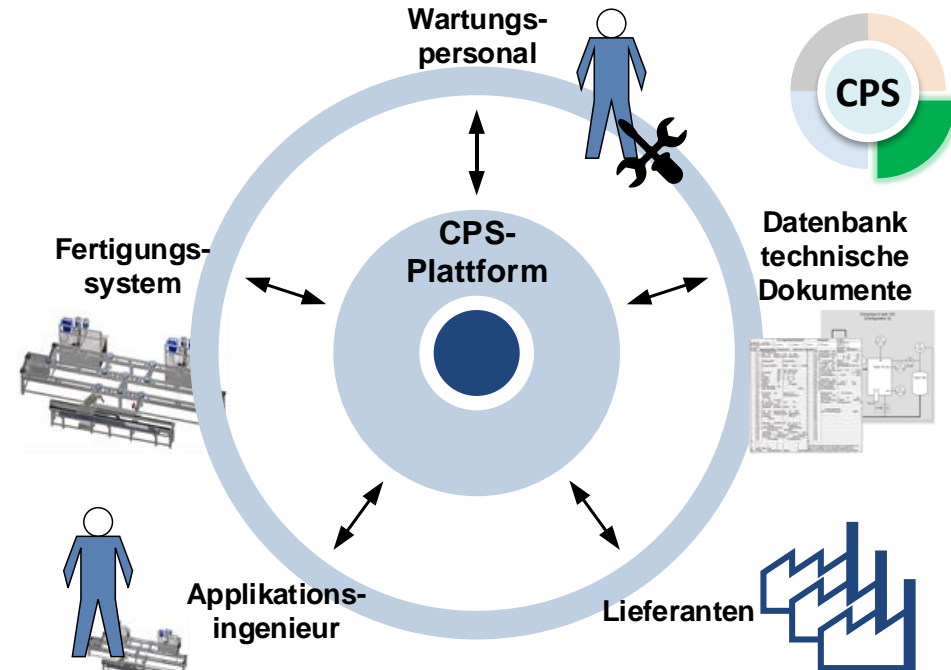
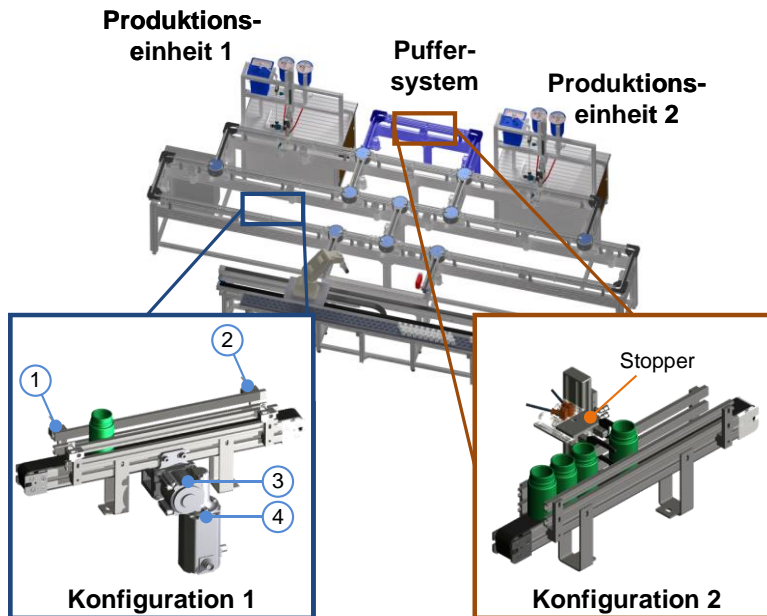
Veränderte
Produkt-
anforderungen

Hinzufügen von
Komponenten
zur Laufzeit

Integration in Produk-
tionsablauf durch Ver-
handlung der Agenten



1. Störungen während des Betriebs → Analyse durch **Wartungspersonal**
2. Abfrage an **Datenbank: Technische Dokumente** für das **Fertigungssystem**
→ Durchsatz(links) > Durchsatz(rechts)

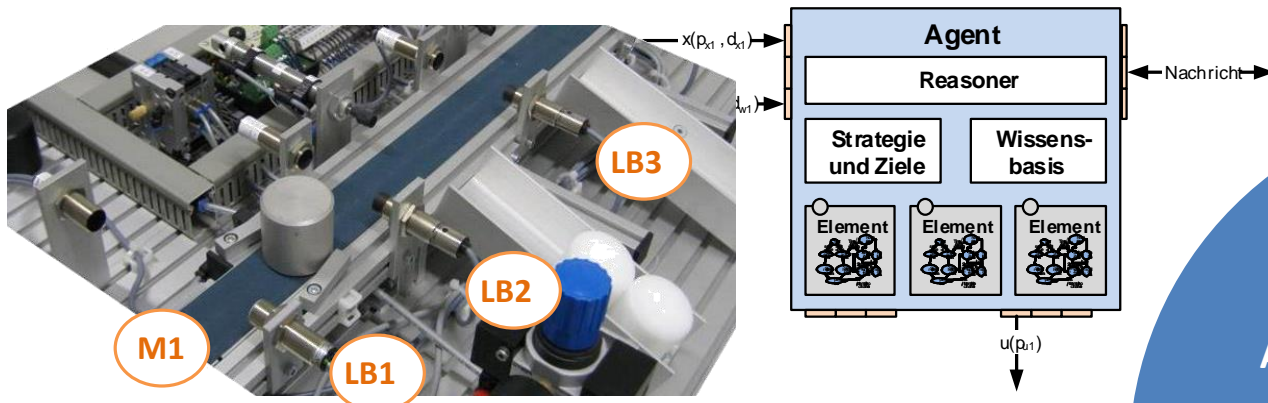


3. **CPS-Plattform schlägt Puffersystem vor**
4. **Applikationsingenieur**

- plant und modelliert mittels mCAD
- Anpassung von eCAD entsprechend der Änderungen
- Anpassung der Software entsprechend der Änderungen

→ CPS-Plattform mit dieser Funktionalität bisher nicht Stand der Technik
→ Erster Schritt zur Realisierung: Semantische Modulbibliothek

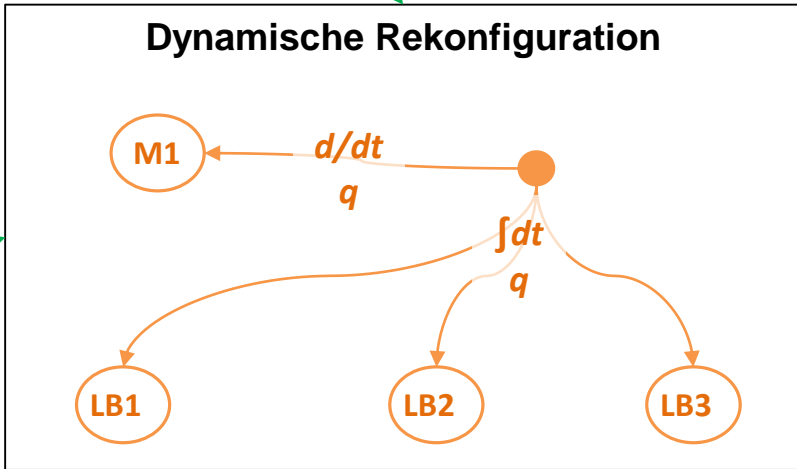
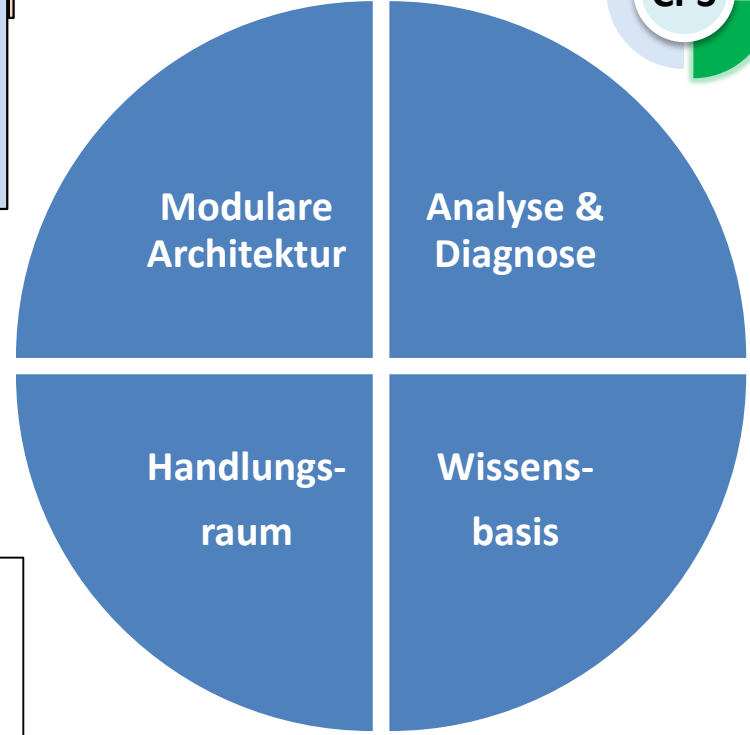
In Anlehnung: Feldmann, S.; Rösch, S.; Schütz, D.; Vogel-Heuser, B. In: IMS 2013



Online Prozess Daten



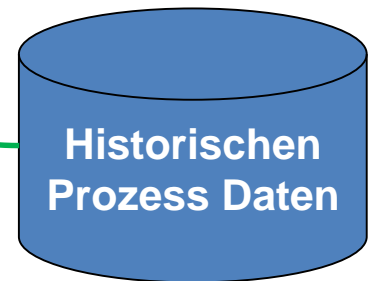
Analyse und Lernen



Manuelle Entwicklung



Analyse und Lernen



In Anlehnung: Wannagat, A.; Vogel-Heuser, B.; 2008a, 2008b, 2010, DFG Projekt AVE

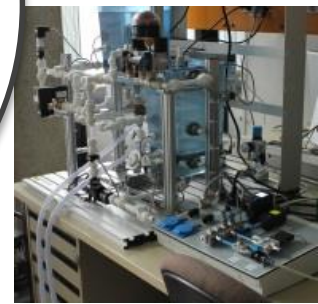
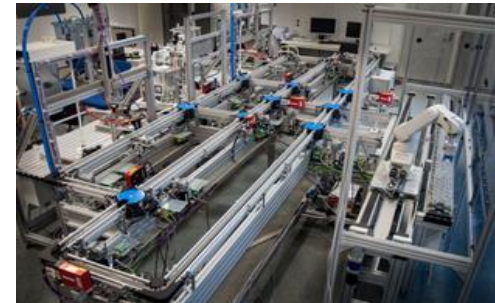
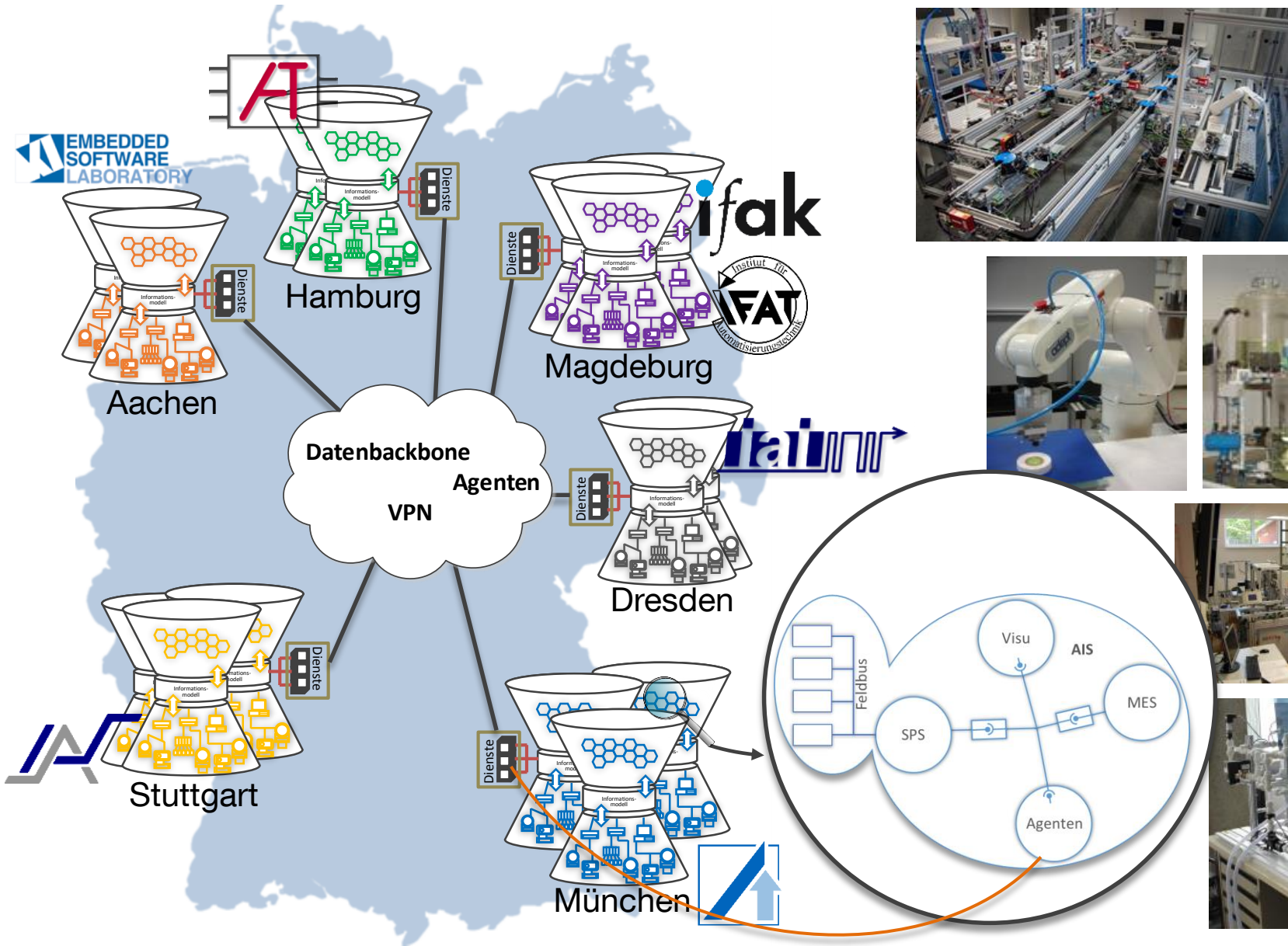
Industrie 4.0–Update: Welche neuen Fortschritte, Herausforderungen und Lösungsansätze gibt es?

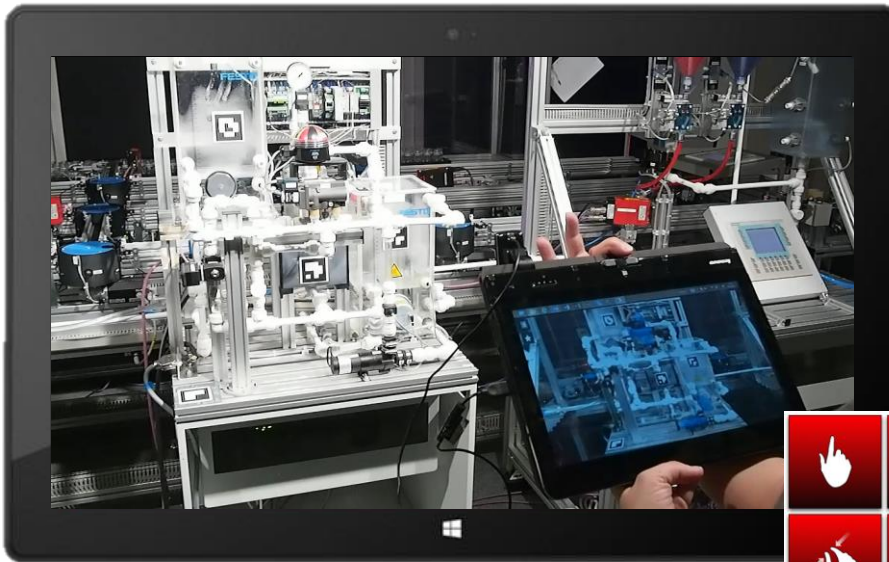


1. Begriffe und Definitionen
2. Smart Products in einer Smart Yoghurt Production mit CPS
- 3. Technologien und Ansätze zur Realisierung**
 - **Intelligente Produkte und Produktionseinheiten**
 - Modellbasierte Entwicklung, Varianten- und Versionsmanagement
 - Mittels Agentensystemen und Ontologien
 - Self healing machine mit Datenanalyse zur Laufzeit
 - **Kommunikation und Datendurchgängigkeit – intelligente Interfaces**
 - **Mensch-Maschine-Schnittstelle**
4. Zusammenfassung und Ausblick

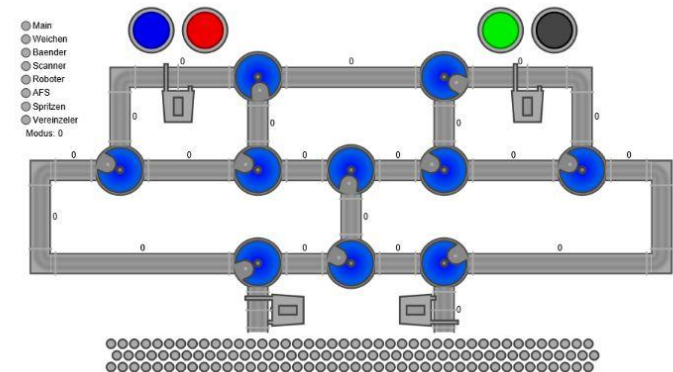
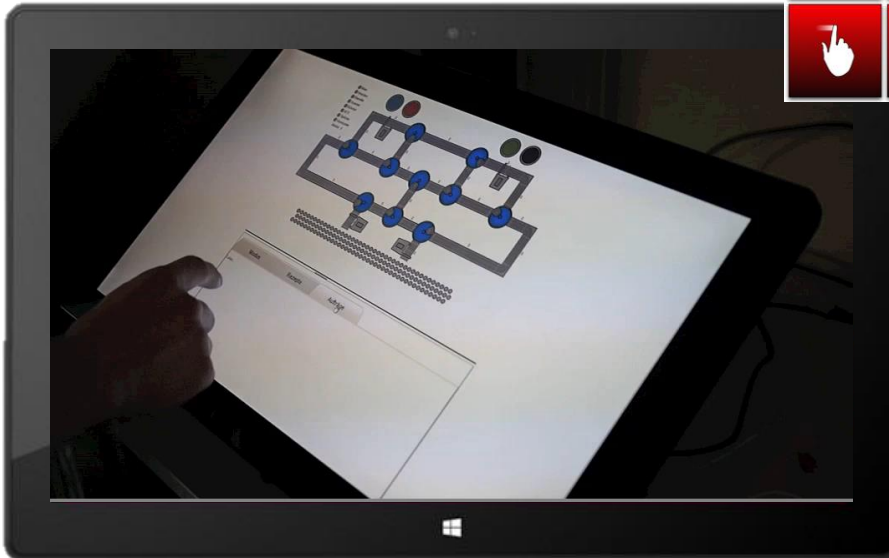


Kommunikation und Datendurchgängigkeit mittels dienstorientierten Architekturmodellen





- Touch-Interaktionsgestützte Gestensteuerung auf mobilen Endgeräten
- Augmented Reality zur Unterstützung bei Wartung, Optimierung und Instandhaltung von industriellen Anlagen



- **Feldmann, S.; Loskyll, M.; Rösch, S.; Schlick, J.; Zühlke, D.; Vogel-Heuser, B.:** *Increasing Agility in Engineering and Runtime of Automated Manufacturing Systems*. In: IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), Kapstadt, Südafrika, 2013.
- **Frank, U.; Papenfort, J.; Schütz, D.:** *Real-time capable software agents on IEC 61131 systems – Developing a tool supported method*. In: Proc. of 18th IFAC World Congress, Mailand, Italien, 2011, S. 9164-9169.
- **Legat, C.; Vogel-Heuser, B.:** *A Multi-agent Architecture for Compensating Unforeseen Failures on Field Control Level*. In: International Workshop on Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing and Robotics (SOHOMA), Valenciennes, Frankreich, 2013.
- **Li, F.; Bayrak, G.; Kernschmidt, K.; Vogel-Heuser, B.:** *Specification of the Requirements to Support Information Technology-Cycles in the Machine and Plant Manufacturing Industry*. In: 14th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM), Bukarest, Rumänien, 2012.
- **Ulewicz, S.; Schütz, D.; Vogel-Heuser, B.:** *Design, Implementation and Evaluation of a Hybrid Approach for Software Agents in Automation*. In: 17th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), 2012, Krakau, Polen.
- **Vogel-Heuser, B.; Bayrak, G.; Frank, U.:** *Forschungsfragen in „Produktautomatisierung der Zukunft“*, acatech MATERIALIEN. 2012.
- **Wannagat, A.:** *Entwicklung und Evaluation agentenorientierter Automatisierungssysteme zur Erhöhung der Flexibilität und Zuverlässigkeit von Produktionsanlagen*. Dissertation, Technische Universität München, 2010.
- **Witsch, D.; Vogel-Heuser, B.:** *PLC-Statecharts: An Approach to Integrate UML-Statecharts in Open-Loop Control Engineering – Aspects on Behavioral Semantics and Model-Checking*. In: 18th World Congress of International Federation of Automation Control (IFAC), Mailand, Italien, 2011.
- **Vogel-Heuser, B.; Kormann, B.; Tikhonov, D.; Rösch, S.:** *Automatisierter modellbasierter Applikationstest für SPS Steuerungsprogramme auf der Basis von UML*. In: at - Automatisierungstechnik Methoden und Anwendungen der Steuerungs-, Regelungs- und Informationstechnik. Band 61, Heft 6, Seiten 382–392, ISSN (Print) 0178-2312, DOI: 10.1524/auto.2013.0033, Juni 2013