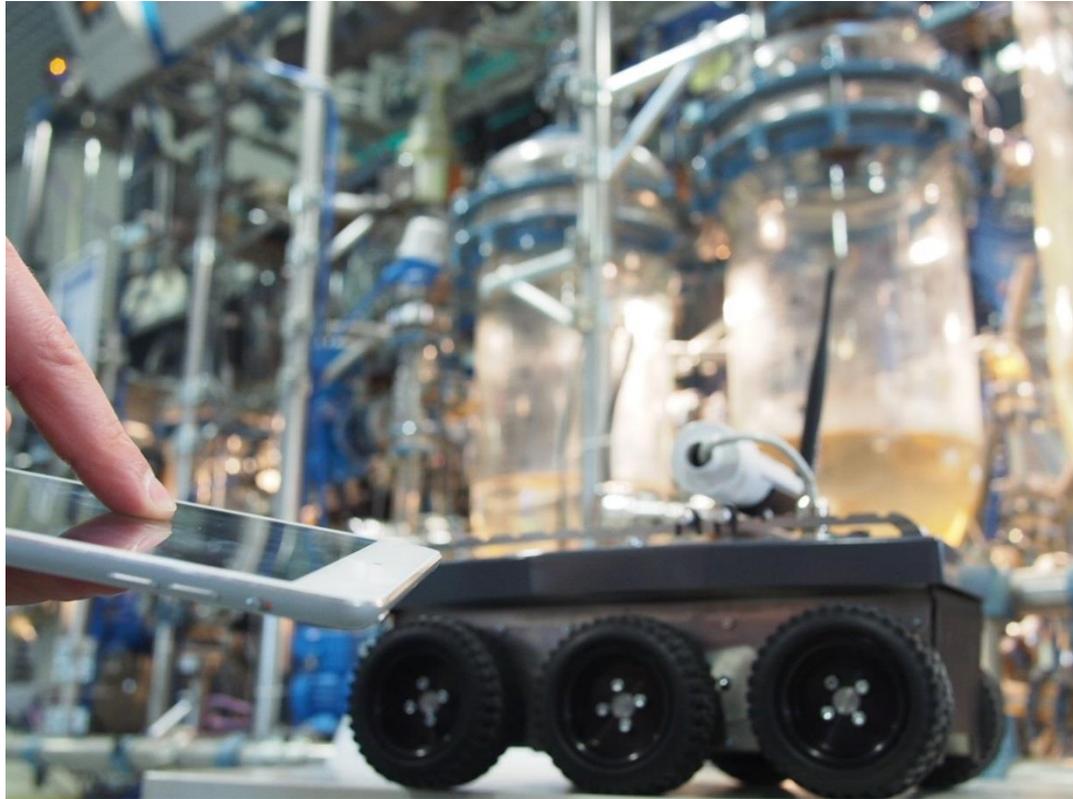


Kollaborative Fertigung mittels eines Multiagentensystems zur Vernetzung anlagenspezifischer Echtzeitsysteme



Daniel Regulin

Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme (AIS)
Fakultät für Maschinenwesen, Technische Universität München



Kollaborative Fertigung mittels eines Multiagentensystems zur Vernetzung anlagenspezifischer Echtzeitsysteme

1. **CPS- Multiagentensystem und Industrie 4.0- Bedeutung**
2. Agentennetzwerk für die verteilte Produktion
3. Agentennetzwerk RIAN für die Roboterkooperation – Aspekt Echtzeit
4. Lessons Learned – Industrie 4.0- Agentenbasierte Migration



Cyber-Physical Systems

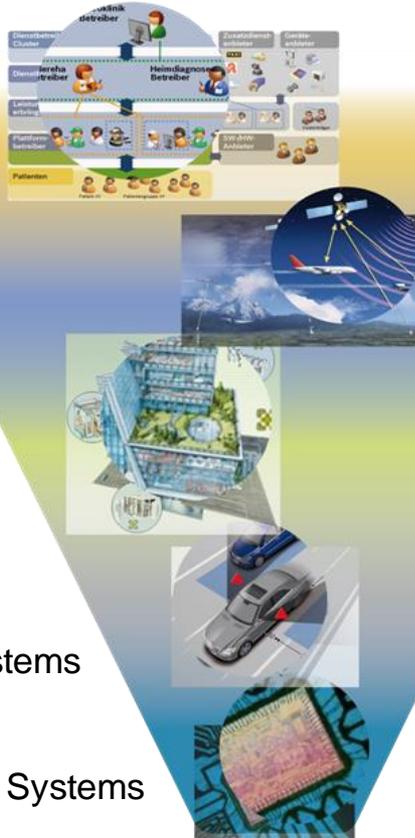
Cyber-Physical Systems

Systems of Systems

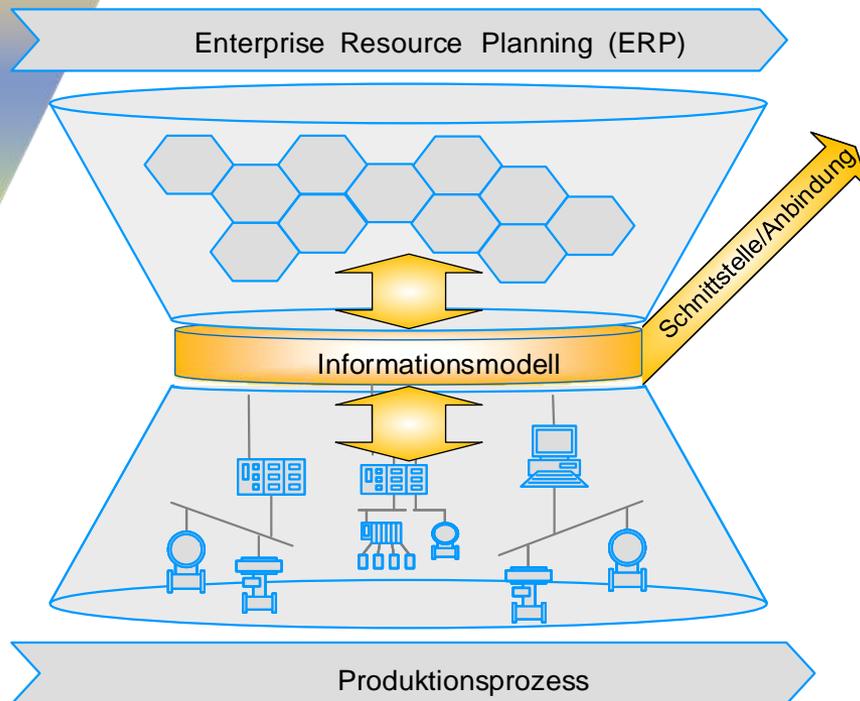
Intelligente und Kooperative Embedded Systems

Intelligente Embedded Systems

Embedded Systems



Automatisierungstechnik



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

Quelle (rechts): 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.

- **Cyber-Physical Systems (CPS)** umfassen typischerweise eingebettete Systeme (als Teil von Geräten, Gebäuden, Verkehrsmitteln, Verkehrswegen, Produktionsanlagen, Logistik- und Managementprozessen, etc.)
 - 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



CPS Marktplatz der Produktionseinheiten

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.

Kollaborative Fertigung mittels eines Multiagentensystems zur Vernetzung anlagenspezifischer Echtzeitsysteme

1. CPS- Multiagentensystem und Industrie 4.0- Bedeutung
- 2. Agentennetzwerk für die verteilte Produktion**
3. Agentennetzwerk RIAN für die Roboterkooperation – Aspekt Echtzeit
4. Lessons Learned – Industrie 4.0- Agentenbasierte Migration





Beschreibung der Symbole

-  Anlagenproduktion
-  Simulierte Produktion
-  Joghurtherstellung
-  Joghurtveredelung
-  Deckelgravierung
-  Abfüllung





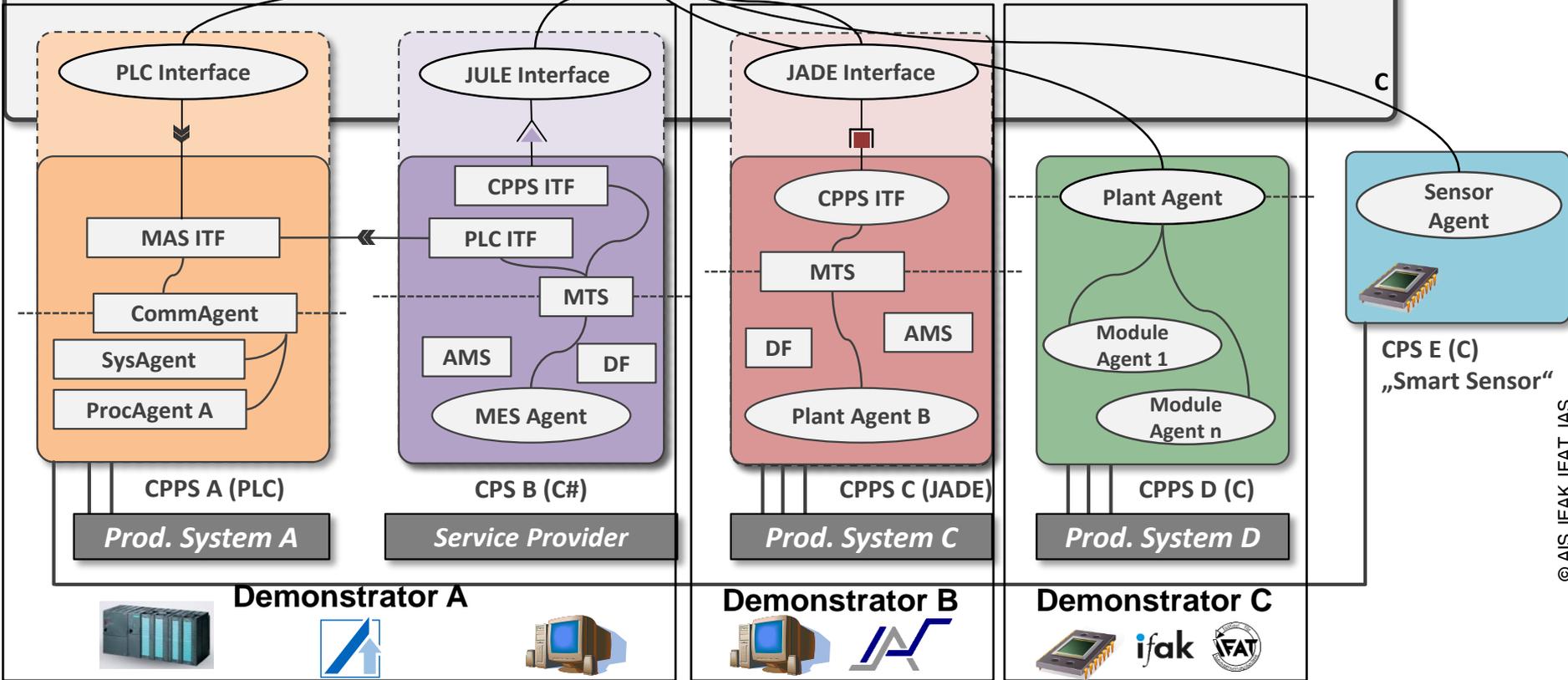
CPPS Compound (Multi-Agent System)

CPPS Cloud (Infrastructure)

CPPS Agent Management System Agent A: Adresse A Agent B: Adresse B	CPPS Message Transport System Agent A, Message A Agent 3, Message D	CPPS Directory Facilitator Agent A: Cap1, Cap2 Agent B: Cap2, Cap3
---	--	---

Customer Agent

Coordination Agent



Kollaborative Fertigung mittels eines Multiagentensystems zur Vernetzung anlagenspezifischer Echtzeitsysteme

1. CPS- Multiagentensystem und Industrie 4.0- Bedeutung
2. Agentennetzwerk für die verteilte Produktion
- 3. Agentennetzwerk RIAN für die Roboterkooperation – Aspekt Echtzeit**
4. Lessons Learned – Industrie 4.0- Agentenbasierte Migration



- Nutzung der Synergien und Kernkompetenzen mehrerer Unternehmen zur Herstellung eines individualisierten Flaschenöffners
- Gemeinsame Live-Produktion mit heterogenen Steuerungsarchitekturen
 - unterschiedlichster Steuerungshardware
 - Verschiedene Betriebssysteme (Windows, Fanuc-OS, Linux)
 - Herstellung individueller Produkte
- **Robot Integrated Agent Network (RIAN) vernetzt Anlagen auf Steuerungsebene**
 - Verknüpfung verschiedener Produktionsschritte
 - Auftragsmanagement durch Agentennetzwerk
 - Vernetzung der Messestände über Internet und Roboter-Transportsystem



Mobiler AIS-Roboter



Individualisierter Flaschenöffner



Halle B4

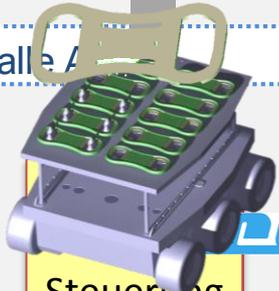
Spritzgießen

Anlagen ID: 3

Fanuc-
Steuer-
erung



Halle A



Steuerung

Laser Simulation

Garching bei München



Halle A5

Lager

Anlagen ID: 1



Verpacken

Anlagen ID: 5

Beck-
hoff-Steuer-
erung

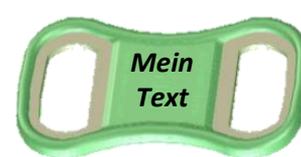
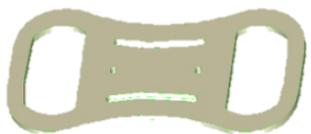
Anlagen ID: 4

Fanuc-
Steuer-
erung

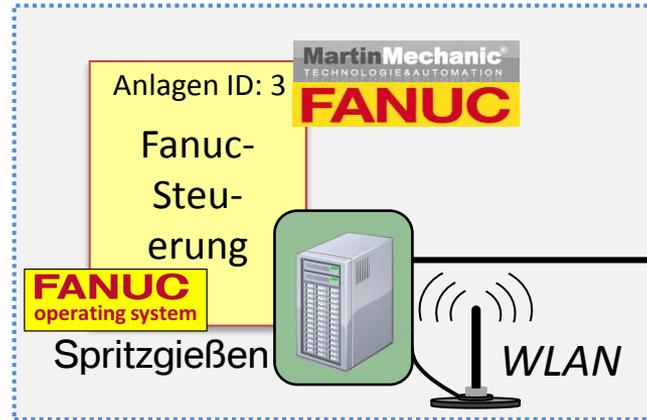


Lasergravur & Verpackung

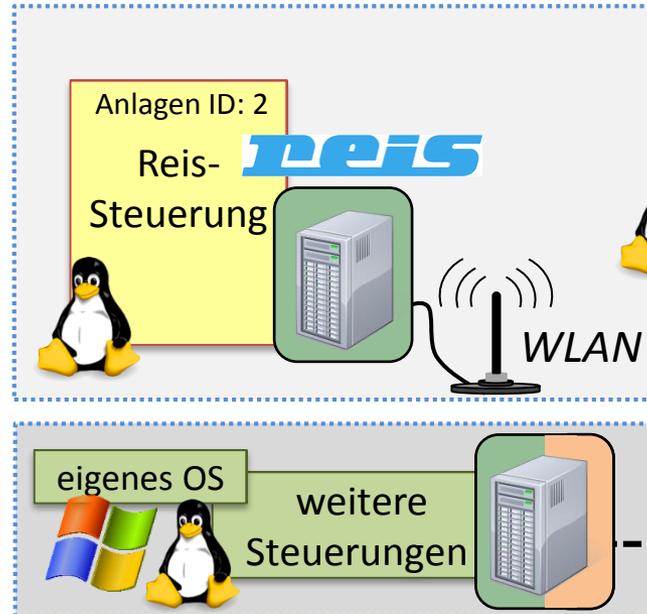




Halle B4



Halle A4



Mobilfunk via „Smart Devices“

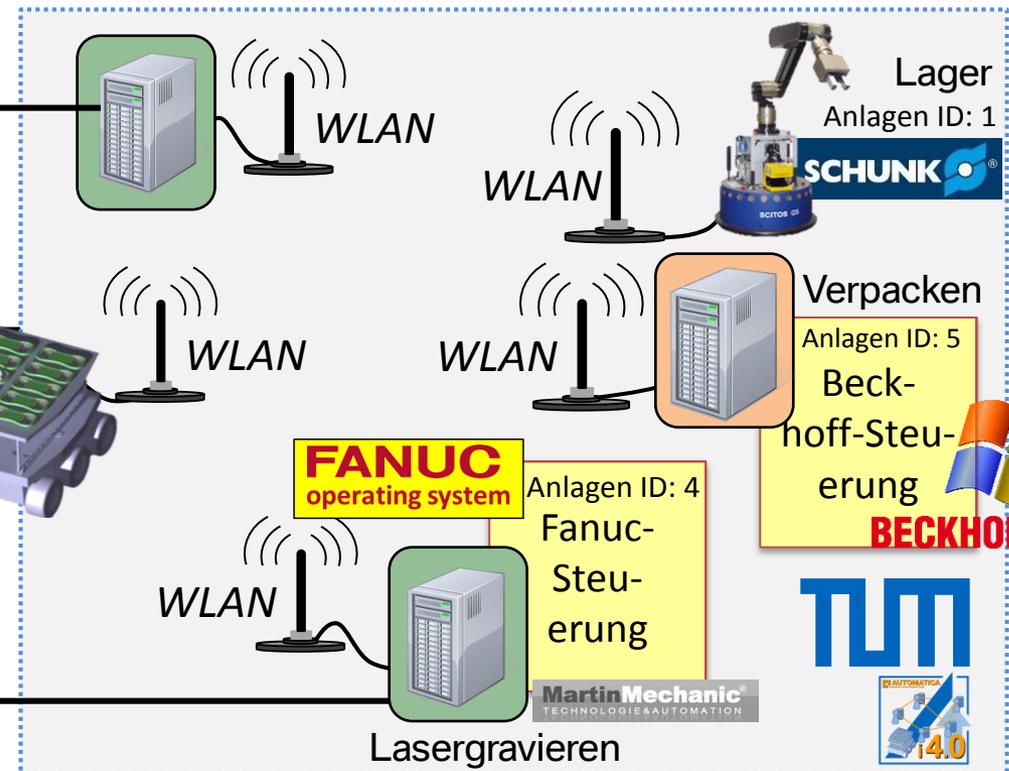


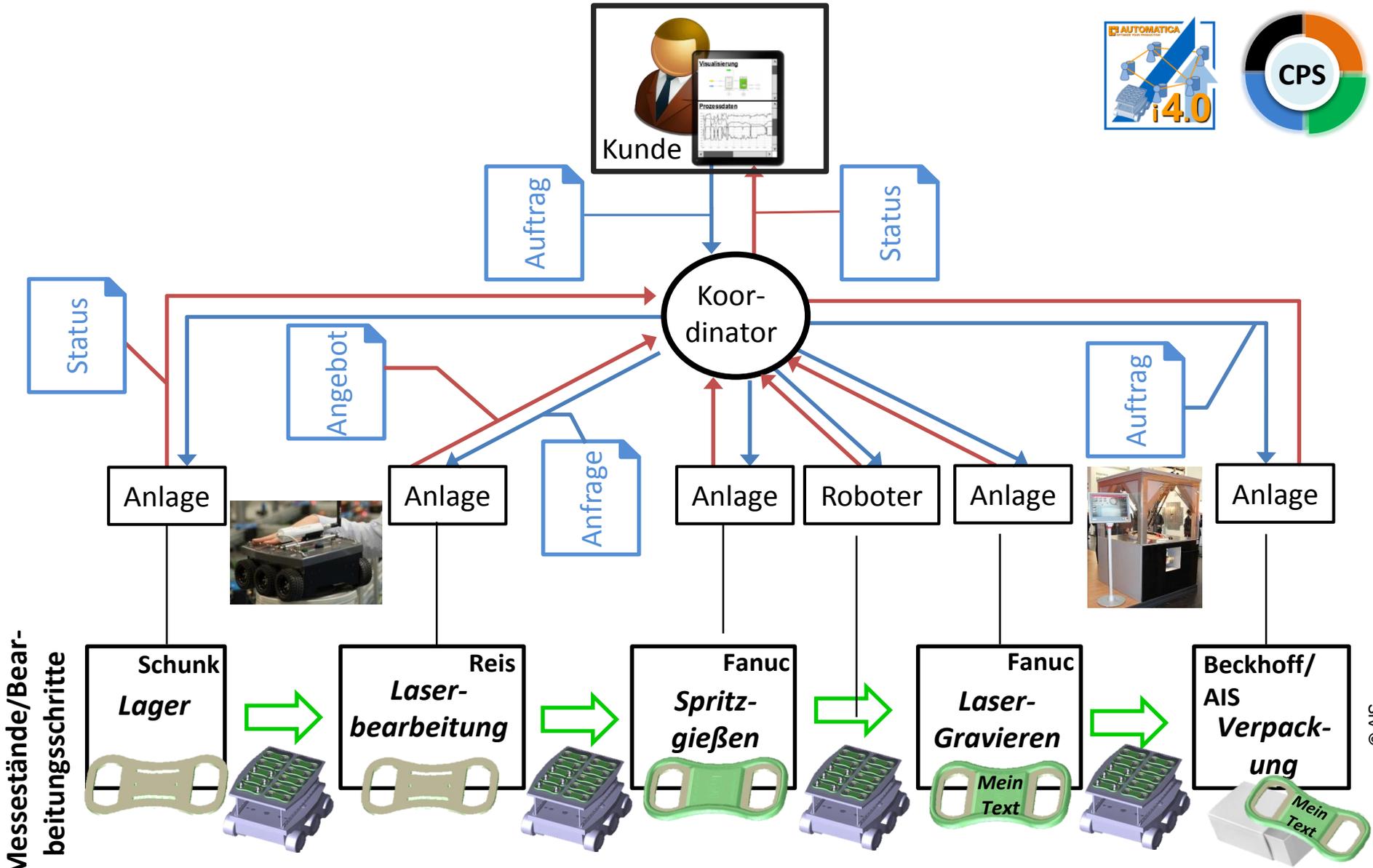
Messenetzwerk mit Verbindung zum Internet

Garching bei München



Halle A5





Messestände/Bearbeitungsschritte



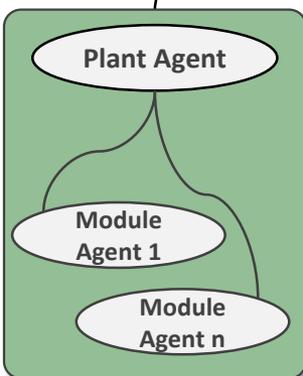
CPPS Compound (Multi-Agent System)

CPPS Cloud (Infrastructure)

CPPS Agent Management System Agent A: Adresse A Agent B: Adresse B	CPPS Message Transport System Agent A, Message A Agent 3, Message D	CPPS Directory Facilitator Agent A: Cap1, Cap2 Agent B: Cap2, Cap3
---	--	---

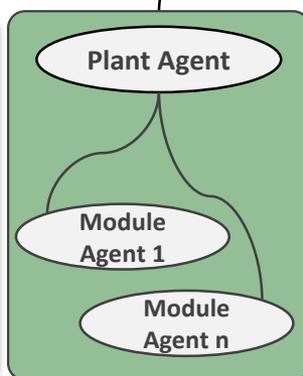
Customer Agent

Coordination Agent



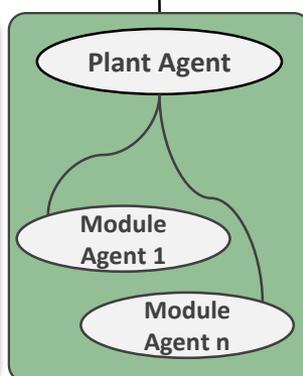
CPPS A (Linux)

Prod. System
Reis



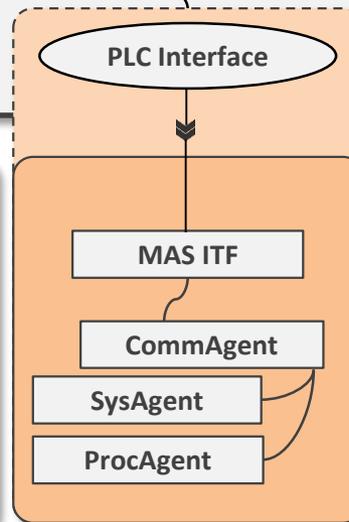
CPPS B (Fanuc-OS)

Prod. System
Fanuc-SGM



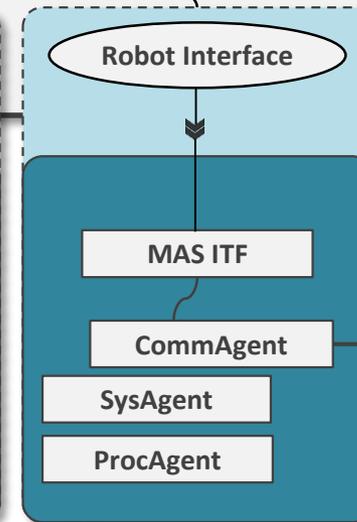
CPPS C (Fanuc-OS)

Prod. System
Fanuc Laser



CPPS D (PLC)

Prod. System
Beckhoff/ AIS



CPPS E (Linux)

Robot System
AIS



CPPS Compound (Multi-Agent System)

5-10 Sekunden

CPPS Cloud (Infrastructure)

CPPS Agent Management System Agent A: Adresse A Agent B: Adresse B	CPPS Message Transport System Agent A, Message A Agent 3, Message D	CPPS Directory Facilitator Agent A: Cap1, Cap2 Agent B: Cap2, Cap3
---	--	---

Customer Agent

Coordination Agent

1-5 Sekunden

Anlagenagent

Anlagenagent

Roboteragent

Agentensystem auf zusätzlicher Hardware (PC)

„Smart Device“

10-100 Millisekunden

Proprietäre Schnittstelle

Produktionssystem A
Agentensystem auf SPS/
Anlagensteuerung

Produktionssystem B
Implementierung auf SPS
(nicht I4.0-fähig)

Mobile Transportroboter
Agentensystem auf
Embeddedsteuerung

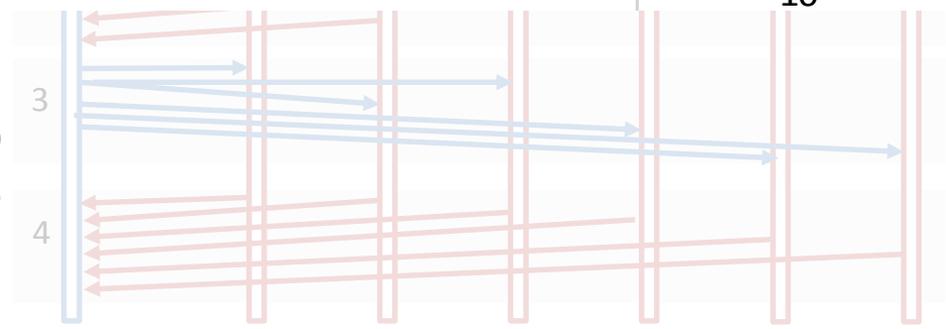
1-10 Millisekunden

Zusammenfassung der Botschaften

AIS/M-Roboter <ID> bereit zum Einfahren in Anlage <ID> Dock <ID>	1
AIS/M-Roboter <ID> bereit für Übergabe in Anlage <ID> Dock <ID>	2
AIS/M-Roboter <ID> hat Endposition in Anlage <ID> Dock <ID> erreicht	3
Entlade Werkstück in Anlage <ID> Dock <ID> aus Feld <ID> von AIS/M-Roboter <ID>	4
Entlade Werkstück <ID> in Anlage <ID> Dock <ID> aus Feld <ID> von AIS/M-Roboter <ID>	5
AIS/M-Roboter <ID> in Anlage <ID> Dock <ID> fertig entladen	6
AIS/M-Roboter <ID> aus Anlage <ID> Dock <ID> gefahren	7
Belade Werkstück <ID> aus Anlage <ID> Dock <ID> in Feld <ID> von AIS/M-Roboter <ID>	8
AIS/M-Roboter <ID> in Anlage <ID> Dock <ID> fertig beladen	9
Freigabe für Werkstück <ID> in Anlage <ID> Dock<ID>	10



- Transportzeit zurück geben
- 3. Aufträge für Produktion/ Transport des Flaschenöffners vergeben
 - 4. Auftrag bestätigen

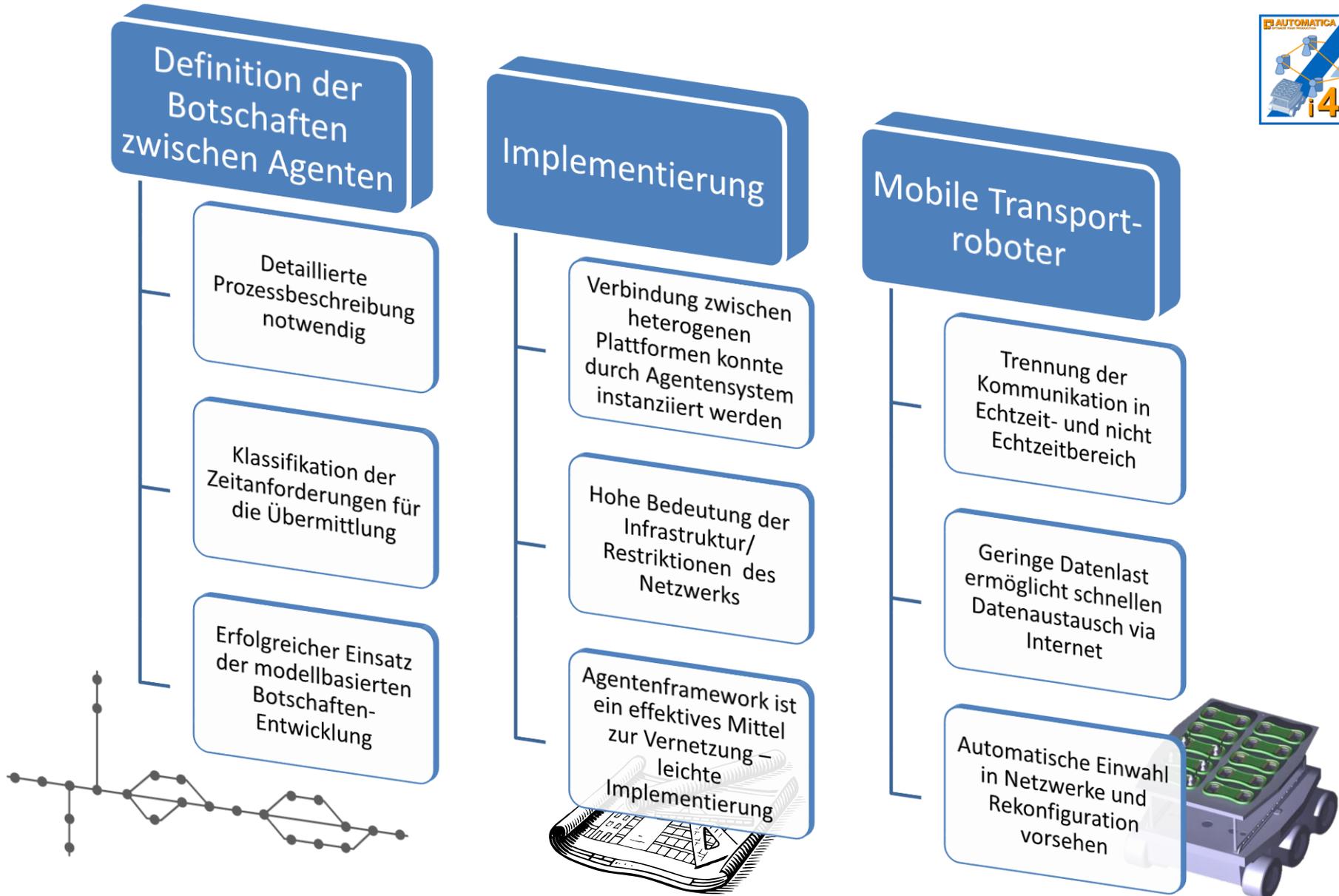


(Verhalten des Internets nicht-deterministisch)

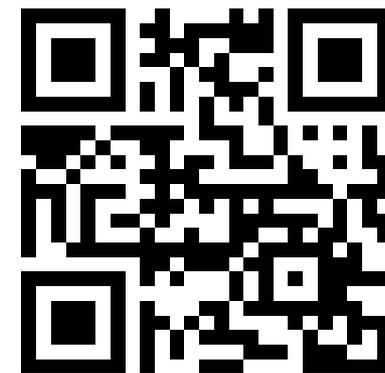
Kollaborative Fertigung mittels eines Multiagentensystems zur Vernetzung anlagenspezifischer Echtzeitsysteme

1. CPS- Multiagentensystem und Industrie 4.0- Bedeutung
2. Agentennetzwerk **für die verteilte Produktion**
3. Agentennetzwerk RIAN für die Roboterkooperation – Aspekt Echtzeit
4. **Lessons Learned – Industrie 4.0**





- Kein direkter Eingriff in den Anlagenablauf
- Konfiguration der Schnittstelle durch Anlagenbetreiber ermöglicht Anbindung aller nachgelagerten Steuerungen
- Agenten-Starterkit bietet Möglichkeit zur Anbindung eigener Anlage
 - Verbindung von zentralisierter und dezentralisierter Kommunikation
 - Implementierung direkt auf Steuerungsebene ermöglicht Echtzeitkommunikation bei entsprechendem Feldbus
 - Kapselung der Steuerungs- und Prozessdaten
 - Schnittstelle zum Agentennetzwerk sichert das Unternehmens-Know-How
 - Schnittstelle kann durch Unternehmen selbst angepasst werden
- neue Potentiale zur kooperativen Produktion komplexer Produkte



<http://i40d.ais.mw.tum.de>

