

---

# Vernetzung und dynamische Integration von Kooperationspartnern in Cyber- physischen Automatisierungs-, Logistik und Produktionssystemen

Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich

18.06.2015



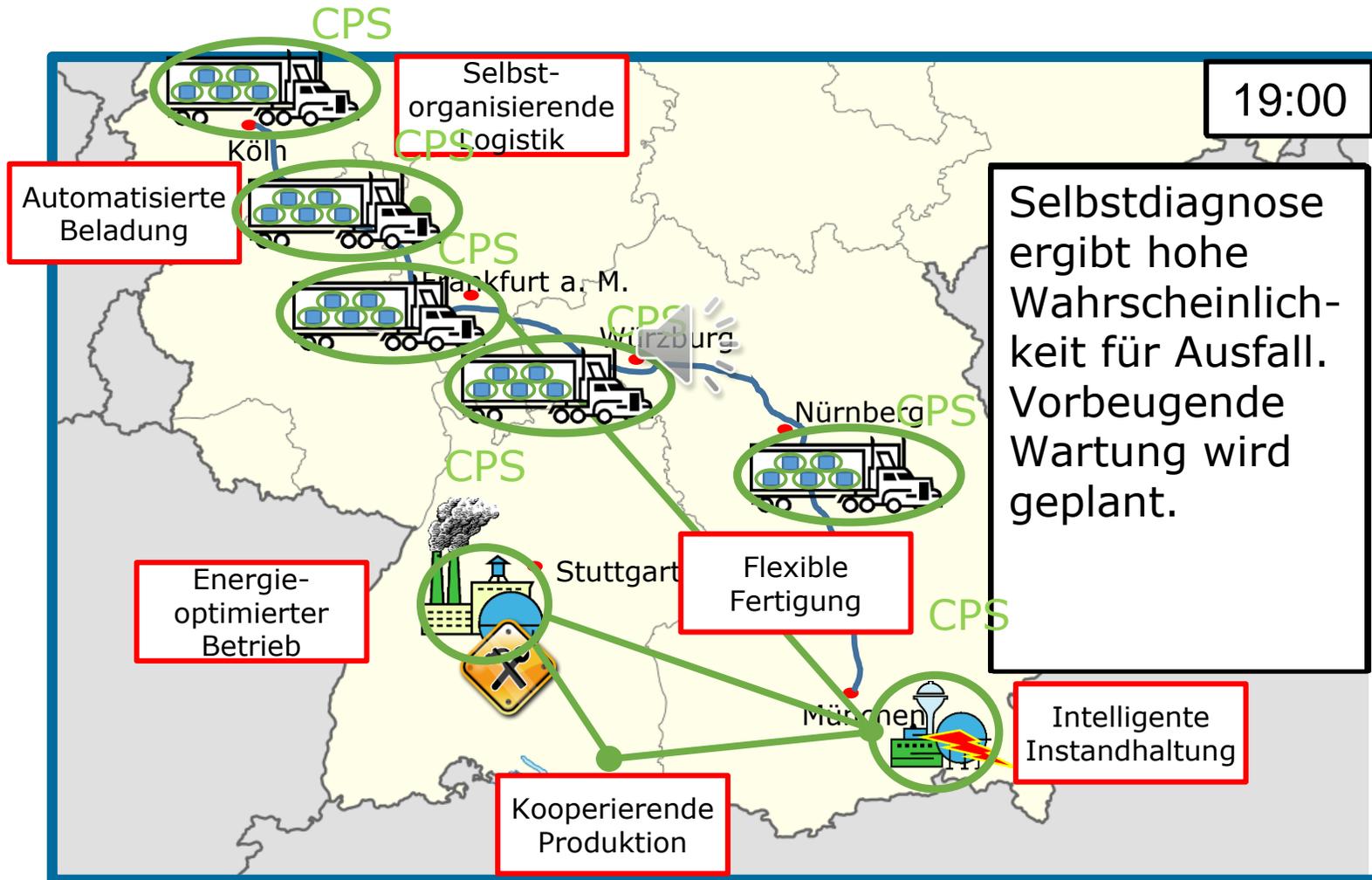
# Agenda

- Szenario und Anforderungen
- Industrie 4.0 Produktionssysteme
  - Einordnung
  - Bewertungsmodell und dezentrale Koordination
  - Dynamische Kopplung mit I40 Konnektor
- Realisierungsbeispiele
- Resümee



# Szenario – morgen

Ein Tag in Deutschland



Quelle: Göhner, P.: Softwareagenten für die flexible Kopplung von Automatisierungssystemen, 6. VDI-Expertenforum "Agenten im Umfeld von Industrie 4.0.", 7./8.05.2014



# Anforderungen

## Realisierung heterogener Industrie 4.0-Systeme

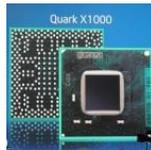
- > IT-Integration und Kommunikation zwischen unterschiedlichen Komponenten, z.B. Transportsysteme, Lager, Maschinen
- > Automatische Auswahl von Ressourcen mit entsprechenden Fähigkeiten und Verfügbarkeit
- > (Standardisierte) Verfahren zur Typisierung und Vermittlung der Leistungsumfänge





# Neue Plattformen

Komponenten, Produkte und Architektur des Internets der Dinge und vernetzter Fahrzeuge entstehen



## Initiativen zu Standards und Architekturen des IoT – Internet of Things

- IEEE - [IoT.ieee.org/](http://IoT.ieee.org/)
- IoT Architekturen  
(EU FP7 Projekt - <http://www.iot-a.eu/public>)
- IoT Consortium  
(<http://iofthings.org/>)
- ...

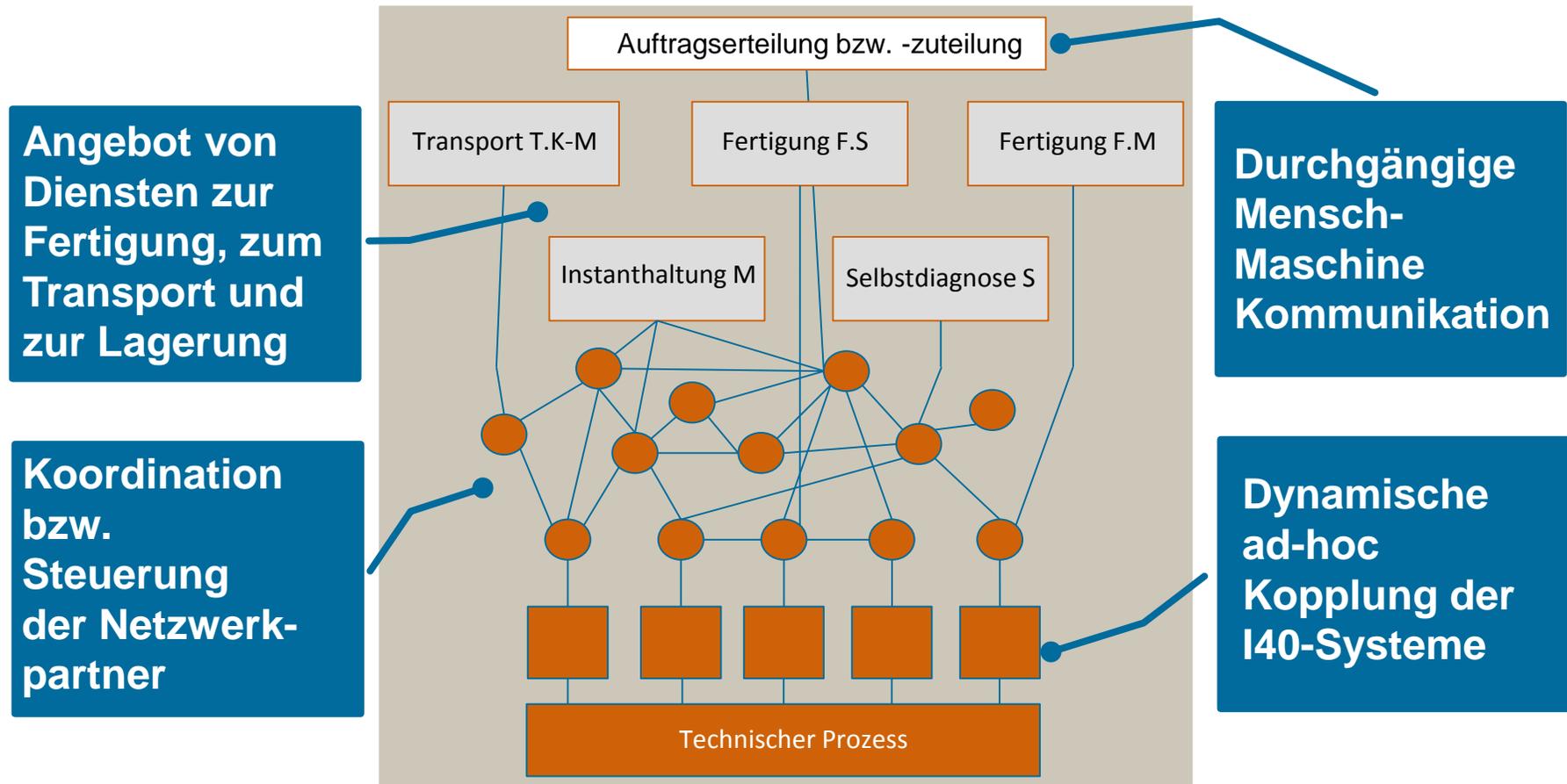
## Die Vernetzung von Fahrzeugen (Connected Car, Vehicle2X) setzt neue Standards

- ISO/TC 204
- IEEE WG 1609
- ETSI TC ITS
- CEN/TC 278



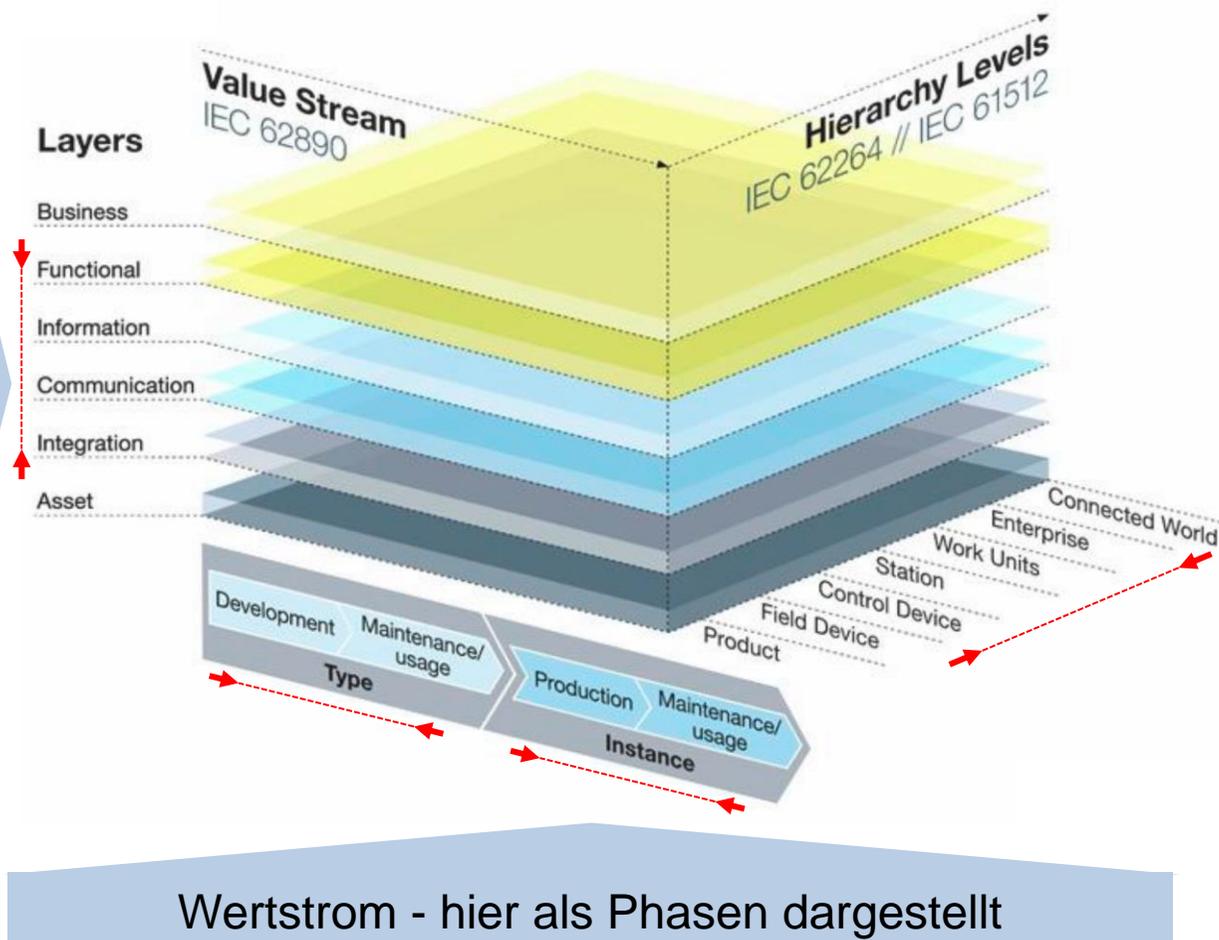
# I40 Produktionssysteme

IT und Software für das automatische Zusammenspiel im komplexen Wertschöpfungsnetz





# Einordnung in die I4.0 Referenzarchitektur



Unter-  
schiedliche  
Schichten und  
Betrachtungs-  
weisen

Erweiterung  
der  
Automatisier-  
ungs-  
pyramide

Wertstrom - hier als Phasen dargestellt

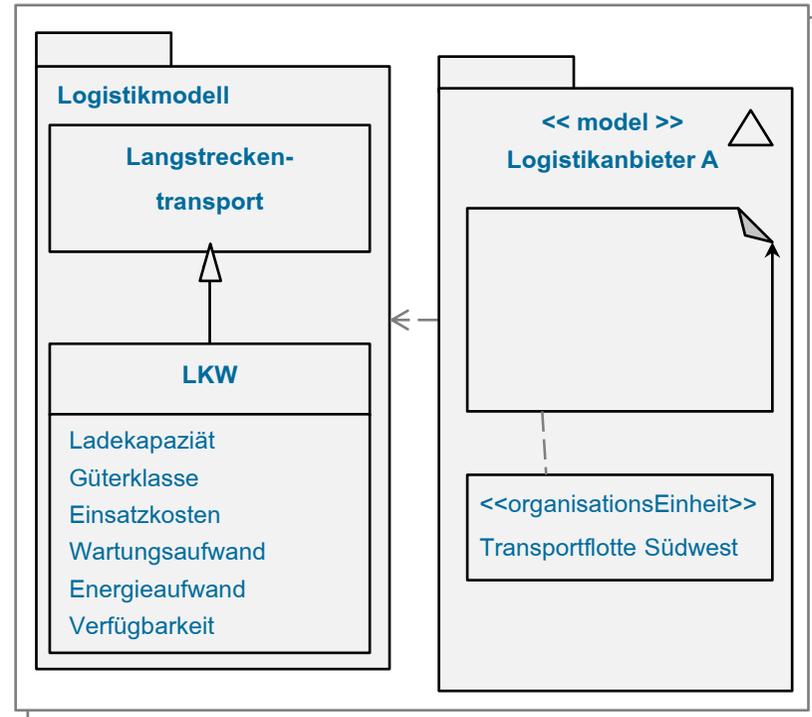


# Bewertungsmodell

Wie lassen sich die Produktions-Komponenten bewerten?

## Einheitliche Spezifikation und Auswahl des Leistungsumfangs

- > Entwicklung von Bewertungsmodellen
- > Spezifikation der System- und Komponenteneigenschaften
- > Standards zur verbindlichen Definition und Darstellung



*Beispielprofil für die Organisationsmodellierung im Bereich Logistik*

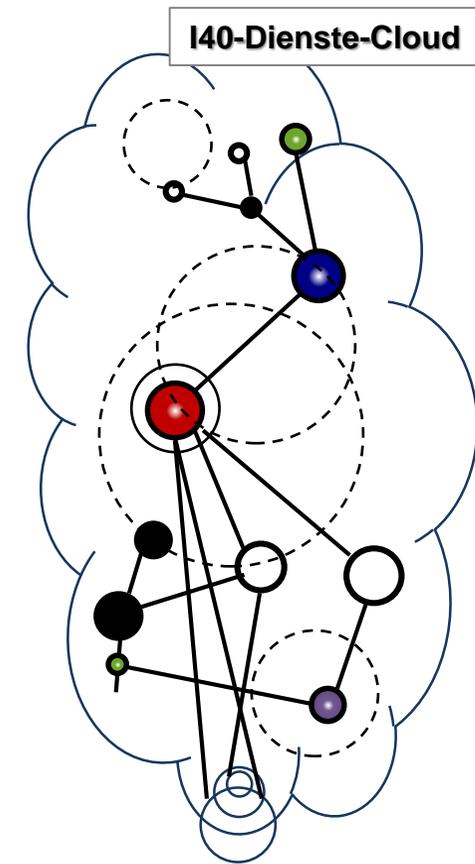


# Dezentrale Koordination

Konzept: Der Auftrag steuert die Produktion

**Anforderung an die Zuteilung von Aufträgen:  
Flexibel, interaktiv und autonom Ressourcen  
koordinieren**

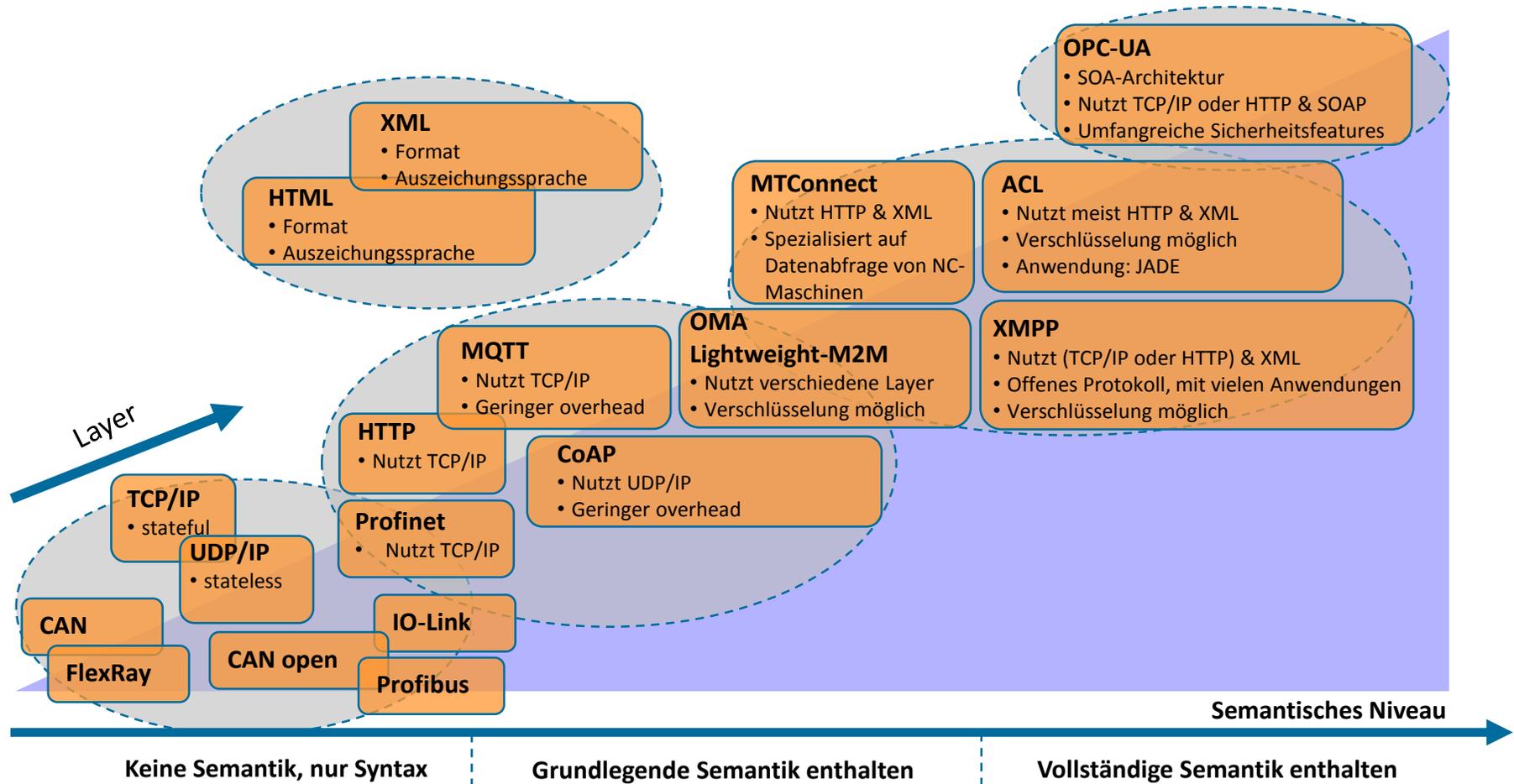
- > Autonomes Verhalten nach vordefinierten Zielen, d.h. Planung, Adaption etc.
- > Proaktiv und reaktiv auf Einflüsse reagieren
- > persistente Zielerreichung
- > Kapselung von Informationen
- > Fähigkeit der Interaktion von Systemen und mit dem Menschen





# Kommunikationsarchitektur

Es gibt unterschiedliche Formate, Protokolle und Architekturen



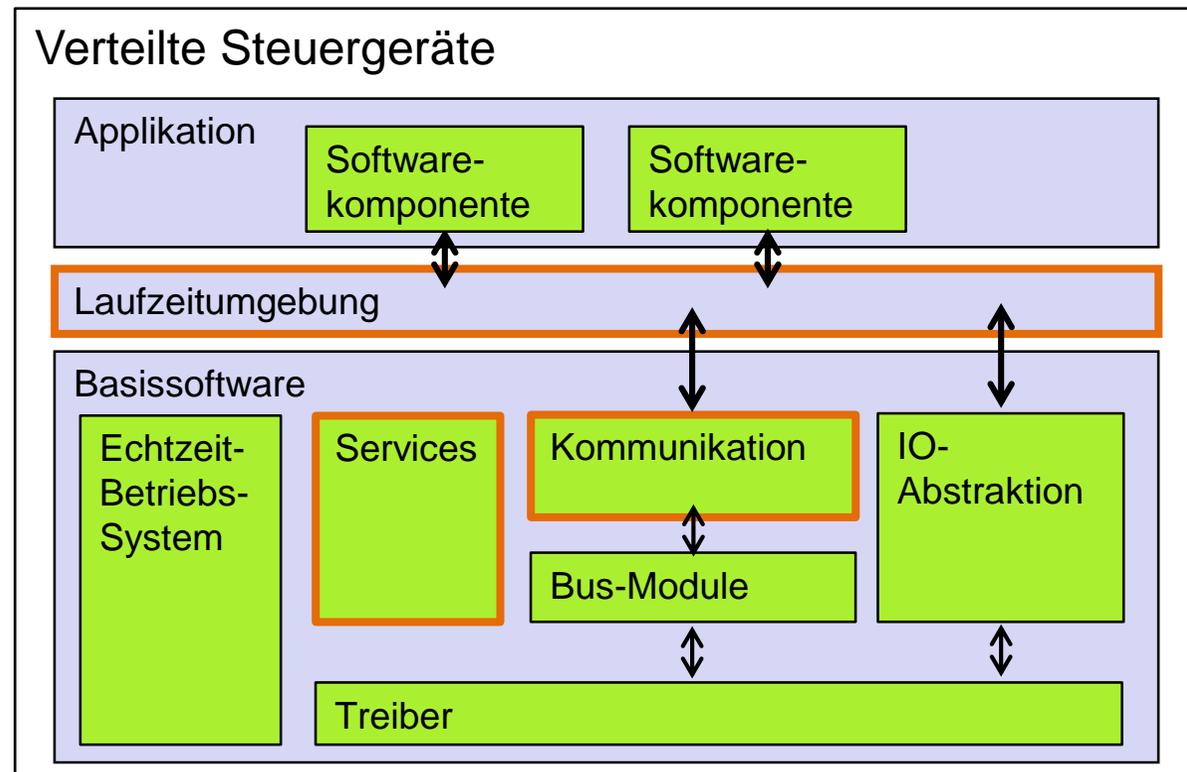


# Architektur Verteilter Systeme

Entwicklung von dezentralen kooperierenden Steuerungen

## Entwicklung mikrocontrollerbasierte dezentrale Steuerungen

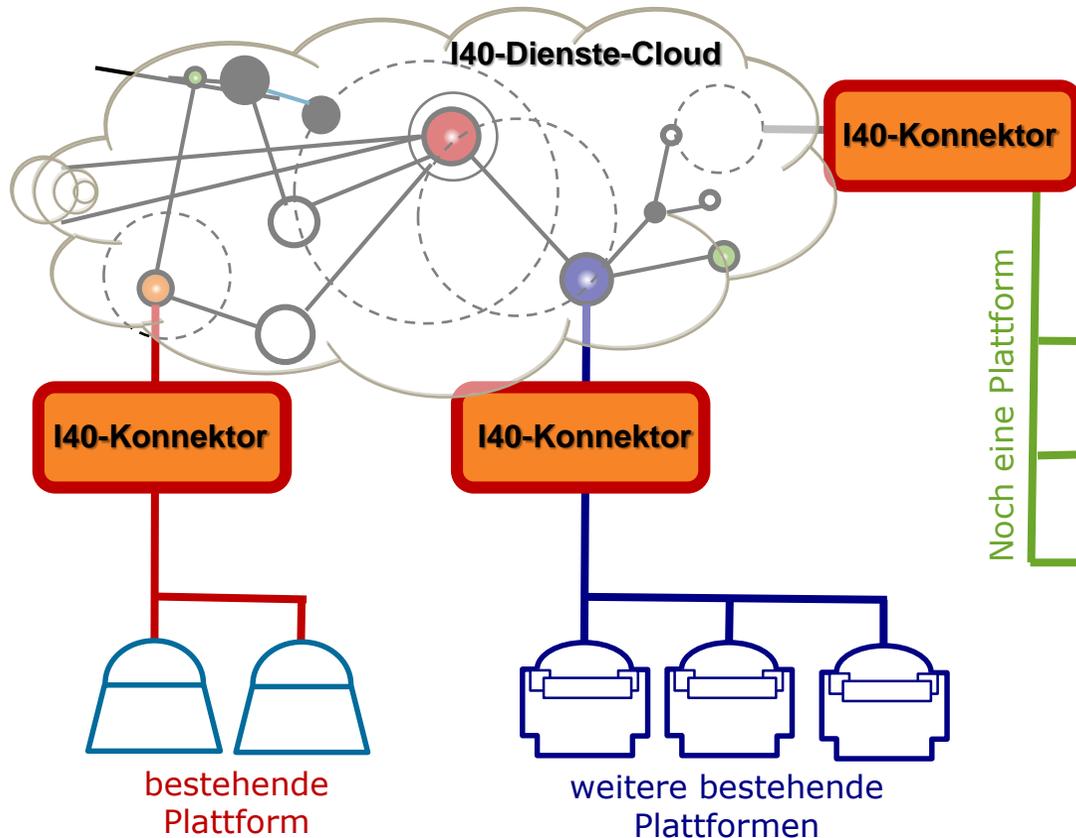
- Konzeption eines Stacks auf Steuerungsebene
- Berücksichtigung heterogener Systeme
- Berücksichtigung von modellbasierten Entwicklungsprozessen





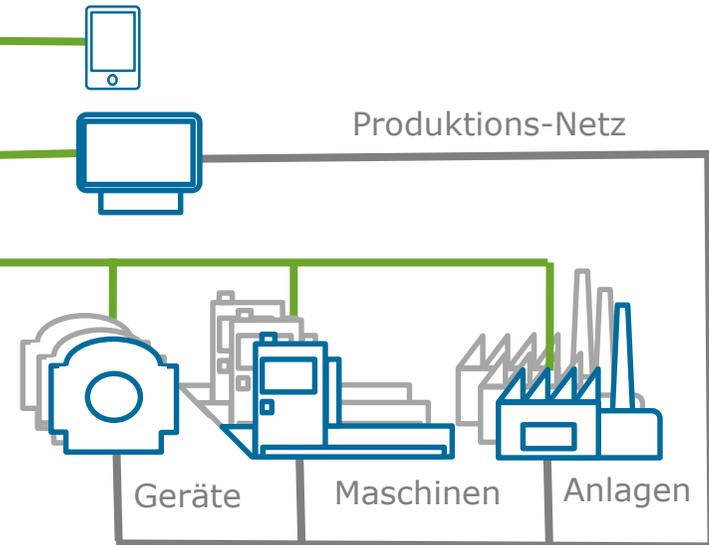
# Dynamische Kopplung

Es müssen heterogene Plattformen und IT-Systeme verbunden werden



- > Automatisierungssysteme verschiedener Hersteller
- > Offene Architekturen
- > Proprietäre IT-Systemwelten

Noch eine Plattform



Einfaches Hinzufügen und Entfernen von Teilsystemen



# I40 Konnektor

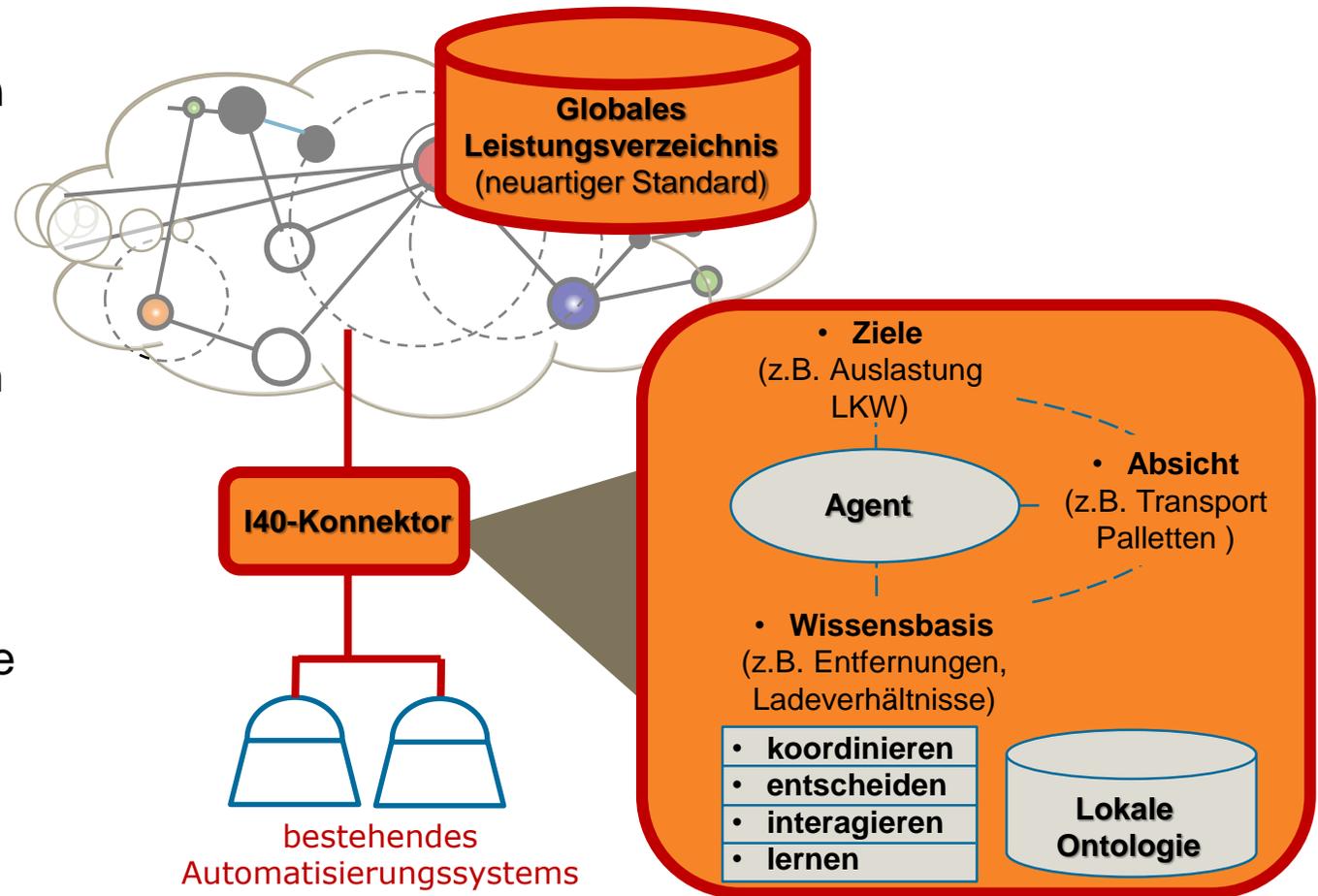
Verbindung von bestehenden Anlagen mit einer Dienstearchitektur

Leistungen (Dienste)  
von lokalen Systemen  
global anbieten

> Dienste und  
Leistungsnachfragen  
müssen übersetzt  
werden (Ontologien)



Konnektor vertritt Ziele  
und Absichten eines  
Teilsystems

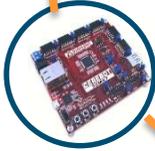




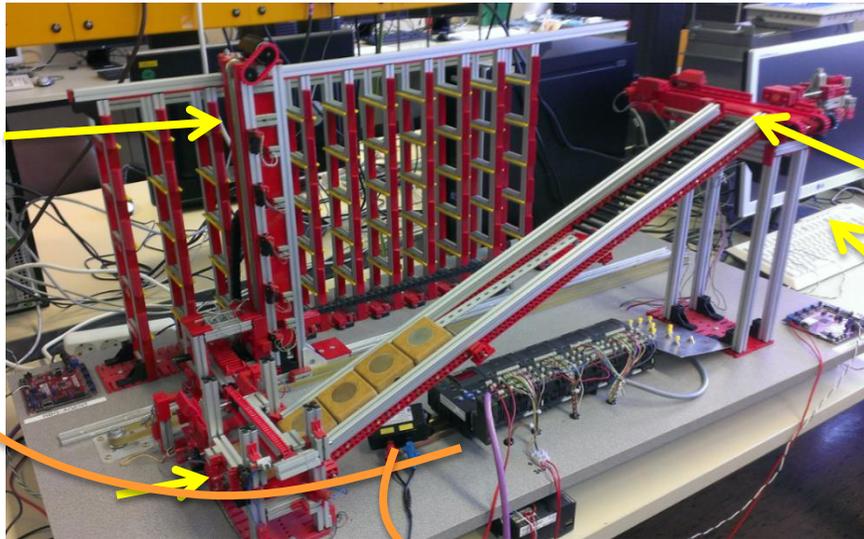
# Realisierung: Hochregallager

Service-orientierte Steuerung eines Hochregallagers mit dezentralen Mikrocontrollern

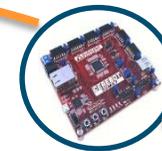
Regal-  
bediengerät



Eingabe-  
station



CAN-Bus



Ausgabe-  
station



Bedien-PC

Profibus



Soft-  
SPS

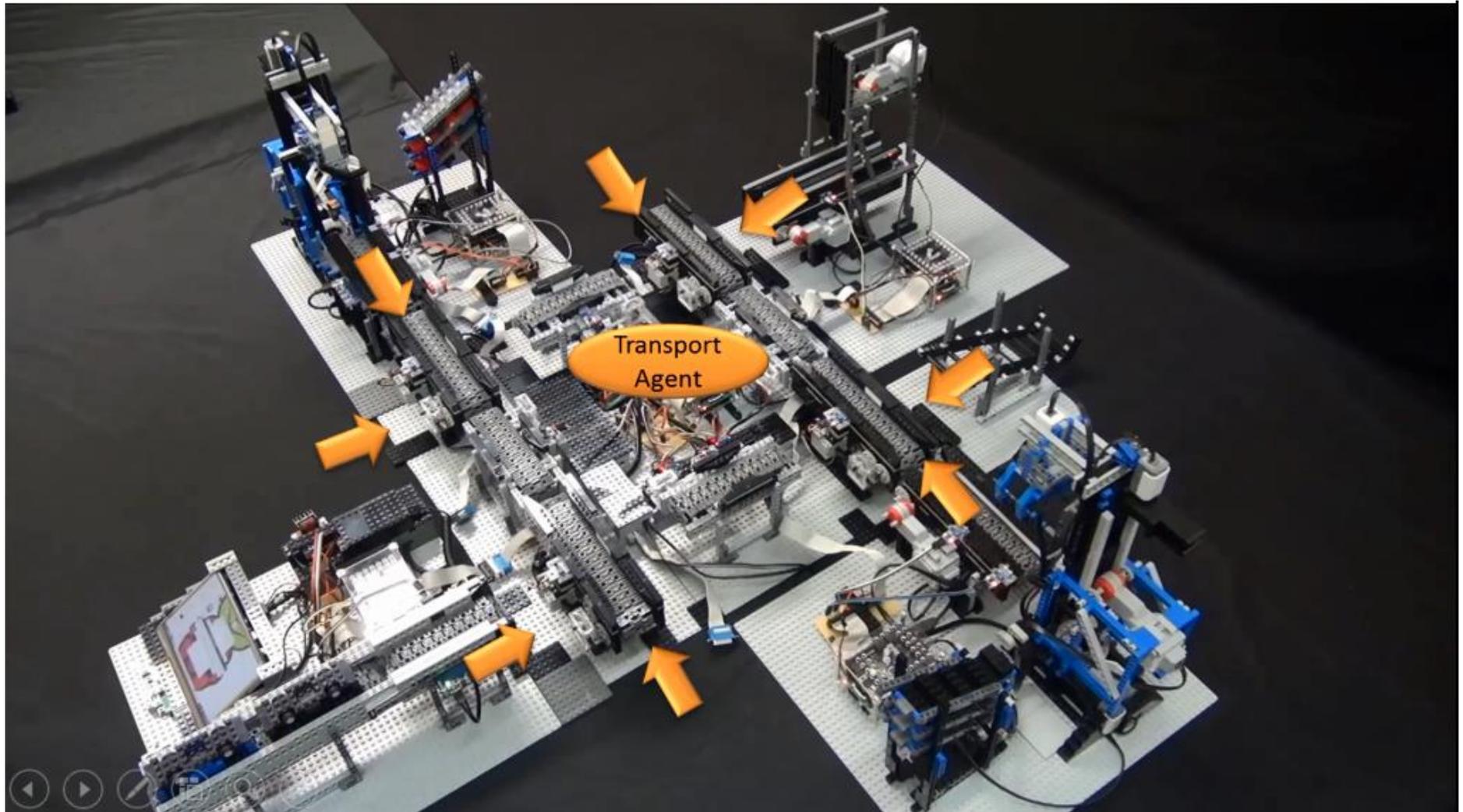
Dienste:

- Vereinzeln
- Einlagern
- Auslagern
- Anfrage Einlagern
- Rückmeldung Einlagern
- Anfrage Auslagern
- Rückmeldung Auslagern
- ...



# Realisierung: Fahrzeugmontage

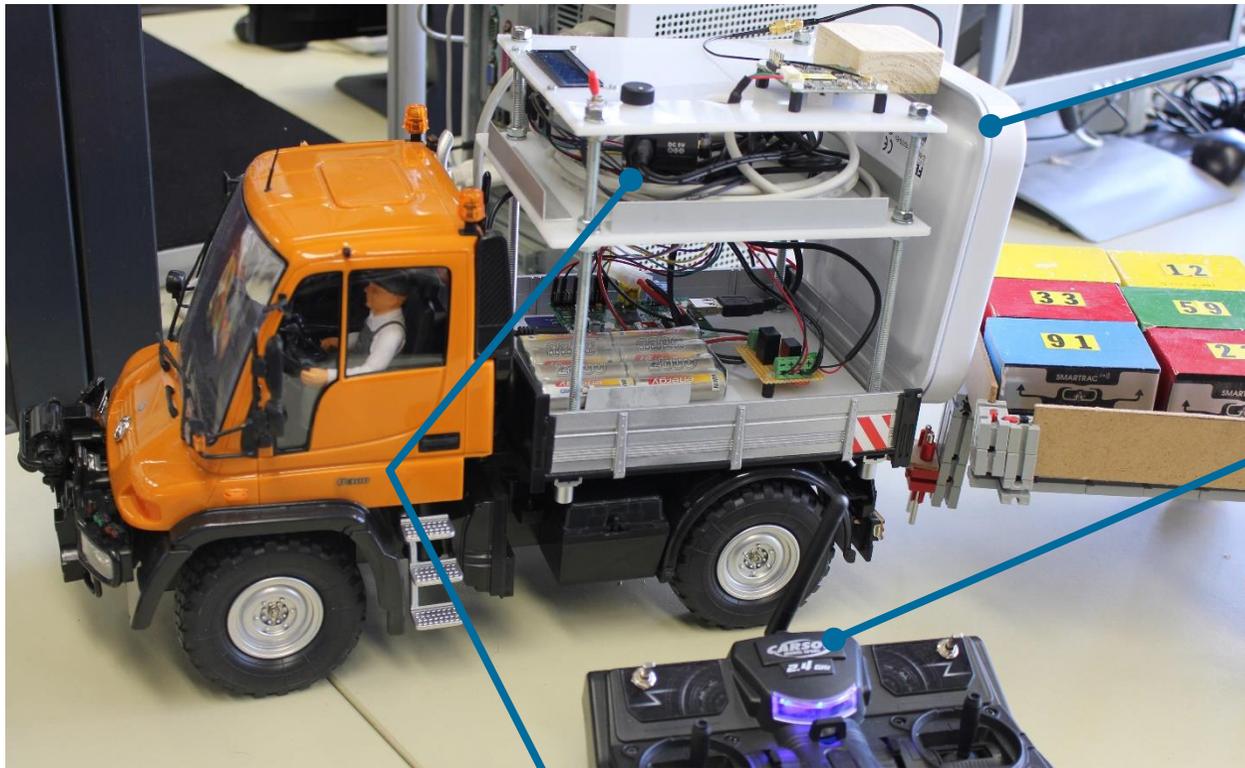
Automatisierte und automatische Koordination der Fertigung





# Realisierung: I40-LKW

Automatisierte Ladungserkennung mit live-Benachrichtigung der Empfänger bei Verspätungen



RFID-Antenne zur Ladungs- und Verkehrszeichen-erkennung

Individuelle Fahrtrouten durch Fernbedienung möglich

Mikrokontroller (RaspberryPi) zur Verwaltung der Ladung und Kommunikation mit den Empfängern



# Realisierung: Verbund

## Integration System-Bewertung und Dynamische Kopplung





# Resümee

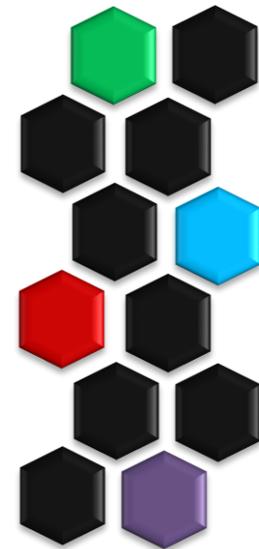
## Orchestrierung komplexer Dienste

### Systemeigenschaften der Realisierung:

- > Interoperabilität – Dynamische Kopplung mit I4.0 Konnektor
- > Agilität – Flexibilität bei der Anwendung
- > Verteilbarkeit – generische Architektur von Diensten
- > IT-Transportsicherheit – Verwendung bisheriger Standards

### Aber:

- > Notwendigkeit einer Middleware
- > Unklares dynamisches Echtzeitverhalten bei Skalierung
- > Fragen zu IT-Systemtests offen, da komplexe Servicestruktur





Forschung, Entwicklung und Pilotanwendungen werden benötigt

## Weitere Forschungen :

- > Entwicklung von **Bewertungsmodellen** zur dynamischen Kopplung von Wertschöpfungssystemen
- > Realisierung eines **Frameworks für I40-Konnektoren** im Sinne wiederverwendbarer I40-Koppelmodule für Automatisierungssysteme
- > Kopplung von **Dienste-Plattformen**, z.B. OPC-UA oder anderen SOA-Architekturen
- > Techniken zum **Testen dynamischer Systeme**





Vielen Dank für Ihr Interesse!

Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich

Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik  
Universität Stuttgart  
Pfaffenwaldring 47  
70550 Stuttgart

Email: [michael.weyrich@ias.uni-stuttgart.de](mailto:michael.weyrich@ias.uni-stuttgart.de)

Web: [www.ias.uni-stuttgart.de](http://www.ias.uni-stuttgart.de)