Universität Stuttgart
Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik
Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich

Industrie 4.0 und intelligente Produkte

Wie Automatisierungs- und Softwaresysteme der nächsten Generation die Produktentwicklung und Produktion verändern

Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich
München, 17. Juni 2015

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Zusammenfassung

In der Automatisierungstechnik geht der Trend hin zu vernetzten, dezentralen und intelligenten Systemen mit Self-X Eigenschaften. Industrie 4.0 und intelligente Produkte werden neue Maßstäbe setzen und umfassende Veränderungen bewirken:

- Das Internet der Dinge und Dienste gewinnt an Bedeutung, Produkte der Zukunft beinhalten Software und erlauben zahlreiche Dienstleistungen.
- Eigenschaften der Artifical Intelligence erlauben Autonomie von Systemen, bieten Entscheidungsunterstützung und erleichtern den Umgang mit Komplexität.
- In der Zukunft entstehen völlig neue Netzwerke, in die der Mensch durchgängig integriert ist und dabei mit anderen Menschen und / oder Maschinen interagiert.
- Die Produkte der Zukunft werden Software enthalten und vernetzt sein.

Aber:

Was passiert in der Entwicklung beim Übergang von hardwareorientierten Unternehmen, die nun auch Produkte mit neuen Eigenschaften anbieten?

Wie verändern sich Systembaukästen, die Modularisierung und der Test von Systemen in der Entwicklung und Produktion der Zukunft?

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS) an der Fakultät für Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Stuttgart

Die Forschung und Lehre des Instituts konzentriert sich auf das Thema Softwaresysteme für die Automatisierungstechnik.

Dabei verstehen wir uns als Brückenkopf der Produkt- und Anlagenautomatisierung in die Forschungsdisziplinen der Informationstechnik, Softwaretechnologie und Elektronik.

Prof. Weyrich wurde im April 2013 an die Universität Stuttgart berufen.

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

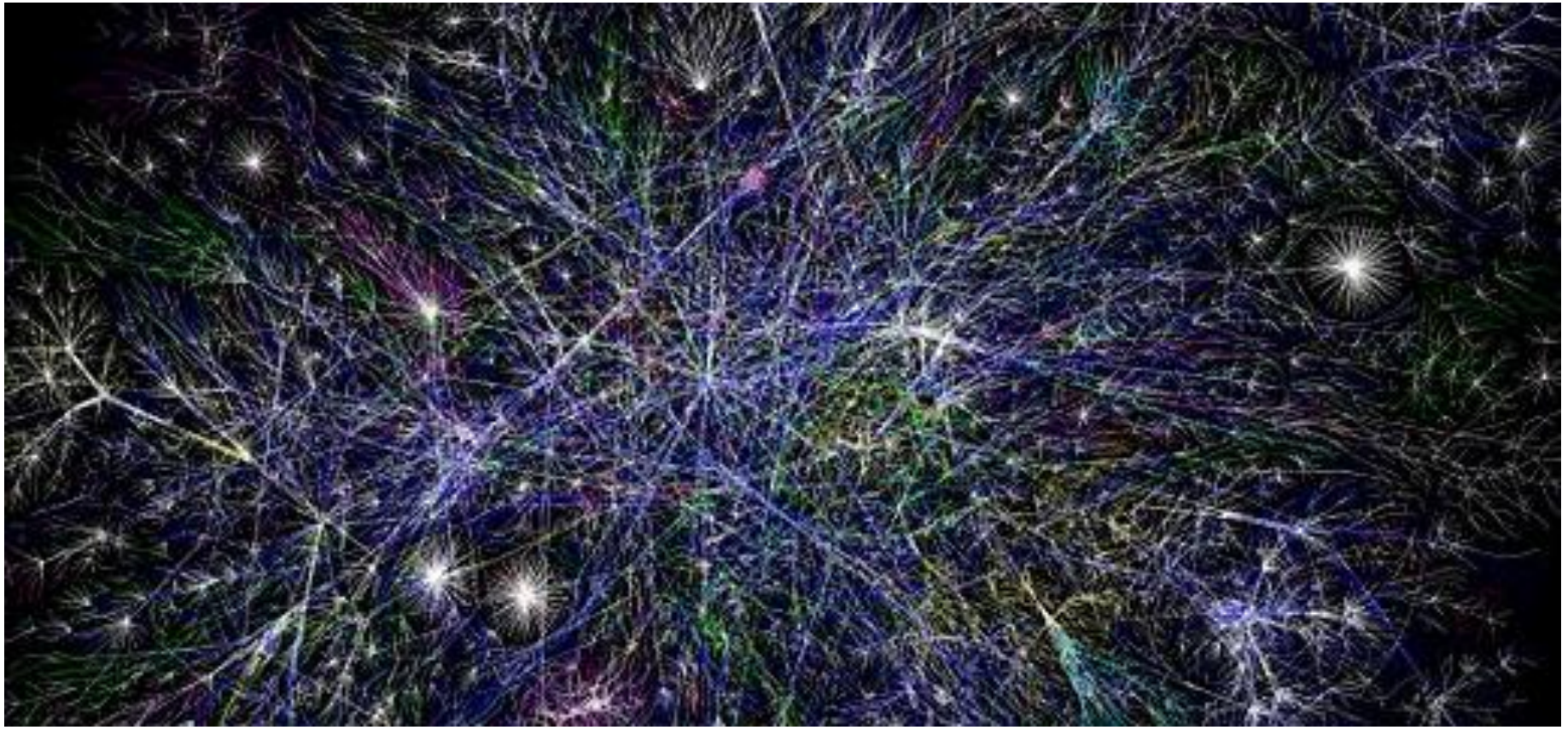
Agenda

- **Industrie 4.0, Mehrwert und Szenarien**
- **Welche Technologien und Konzepte stehen dahinter?**
- **Technologiefelder**
  - **I40 Cloud**
  - **Standardisierung von Wertschöpfungspartnern**
  - **Verbindung heterogener Systeme**
- **Der Weg zu Industrie 4.0?**

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Vision

Smarte Komponenten für die Automatisierung als Knotenpunkte im Internet der Dinge und Dienste



Vernetzung im Internet, Quelle: Wikimedia Commons

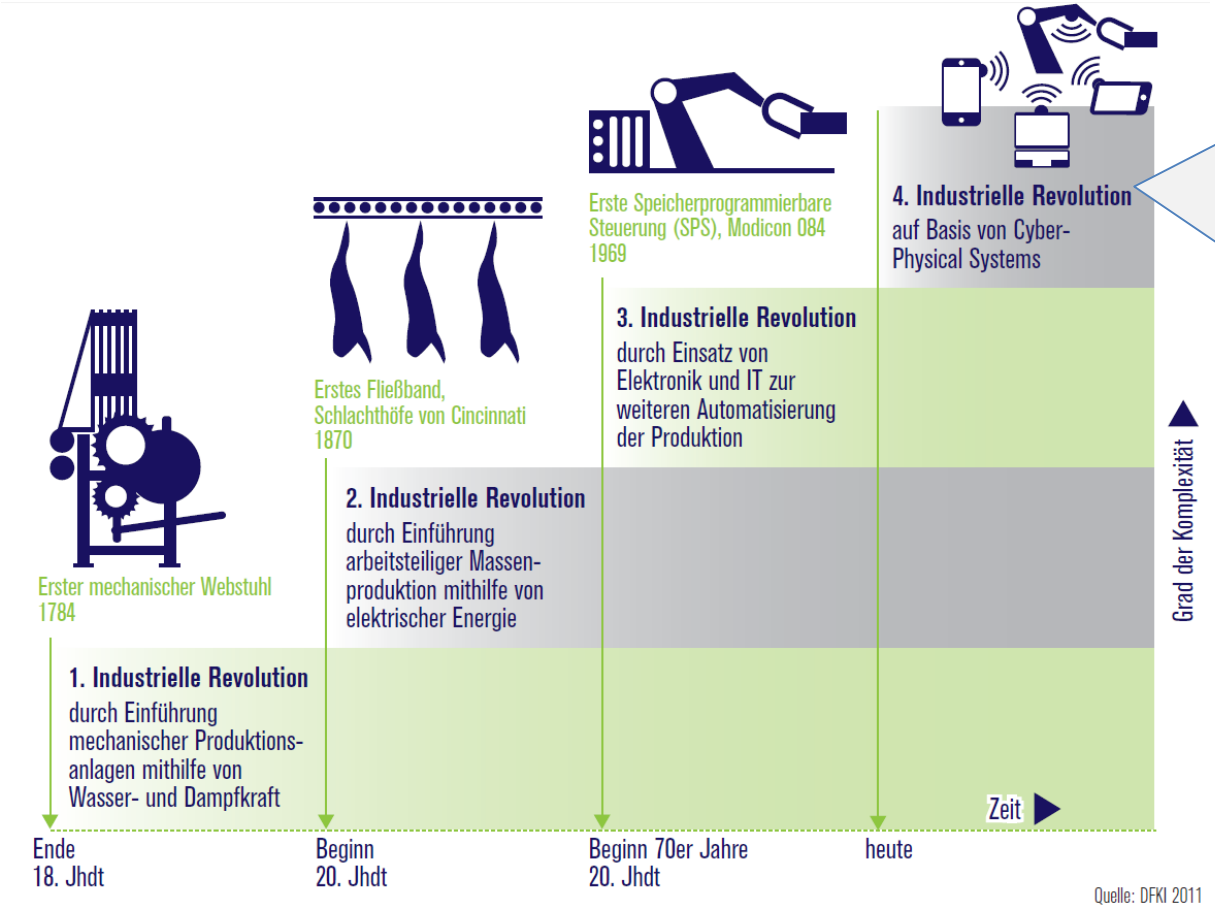
Agenda

- **Industrie 4.0, Mehrwert und Szenarien**
- Welche Technologien und Konzepte stehen dahinter?
- Technologiefelder
  - I40 Cloud
  - Standardisierung von Wertschöpfungspartnern
  - Verbindung heterogener Systeme
- Der Weg zu Industrie 4.0?

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Industrie 4.0

Die 4. Revolution auf Basis von Cyber-physischen Systemen



Lenkungskreis der Plattform Industrie 4.0:

- Die Wertschöpfungs-netzwerke sind dynamisch, echtzeitoptimiert und selbst-organisierend
- Individualisierte Produktion auf Kundenwunsch

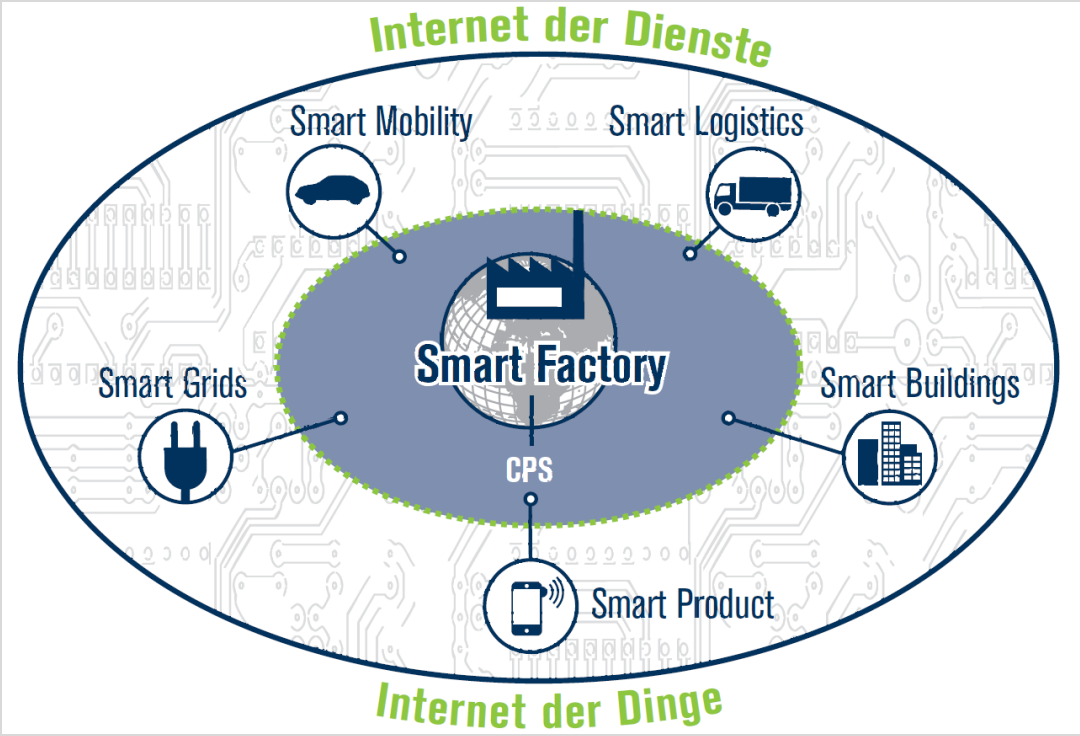
Quelle: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Forschungsunion und Acatech, April 2013

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Mehrwert in der Produktion durch Industrie 4.0

+++ schnell neue Produkte am Markt platzieren +++ Produktionsanlagen optimal auslasten +++ Spitzenlast abfedern +++ Schwierigkeiten in Zulieferkette rasch beheben +++ Kundenwünsche berücksichtigen +++ Produktion anpassen und flexibilisieren +++

- Flexibilität erhöhen
- Effizient mit Ressourcen umgehen
- Marktein-führungszeiten verkürzen

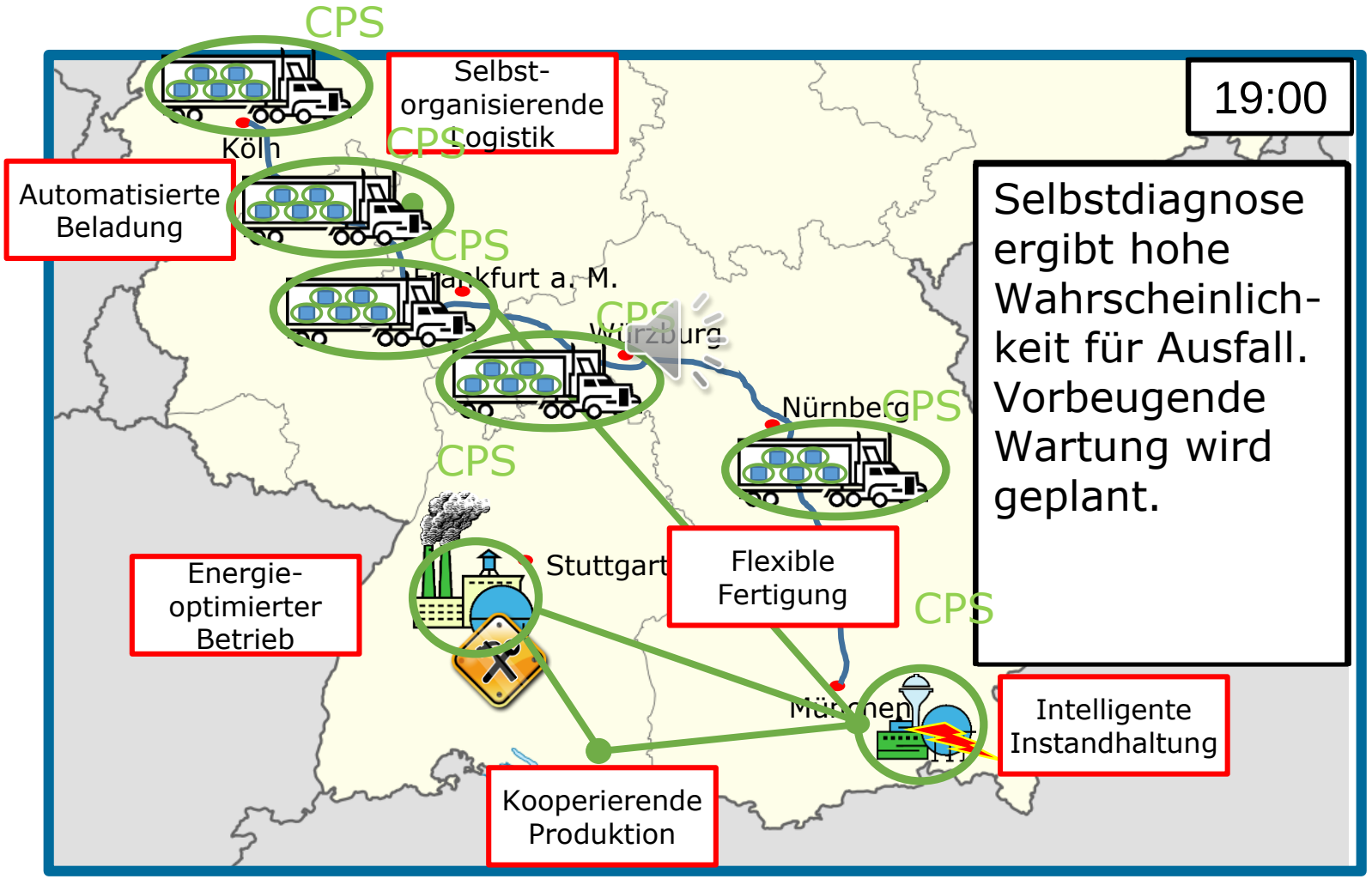


Quelle: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Forschungsunion und Acatech, April 2013

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

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

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Vision des Industrie 4.0-Szenarios

> Zukünftig steuert ein Produktionsauftrag vom Kunden ausgelöst **selbstständig durch die Wertschöpfungskette**

> Die **Ausführung wird automatisch organisiert** und Bearbeitungsoperationen, Produktionsanlagen, Betriebsmittel und Material angepasst

> Drohende **Verzögerungen** werden erkannt, gemeldet oder durch zusätzliche Kapazität und Umorganisation **automatisch kompensiert**

> Die Produktionsanlagen **tauschen untereinander Informationen aus** und organisieren die Auftragsreihenfolge Instandhaltungsbedarfe untereinander

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Agenda

> Industrie 4.0, Mehrwert und Szenarien

> **Welche Technologien und Konzepte stehen dahinter?**

> Technologiefelder

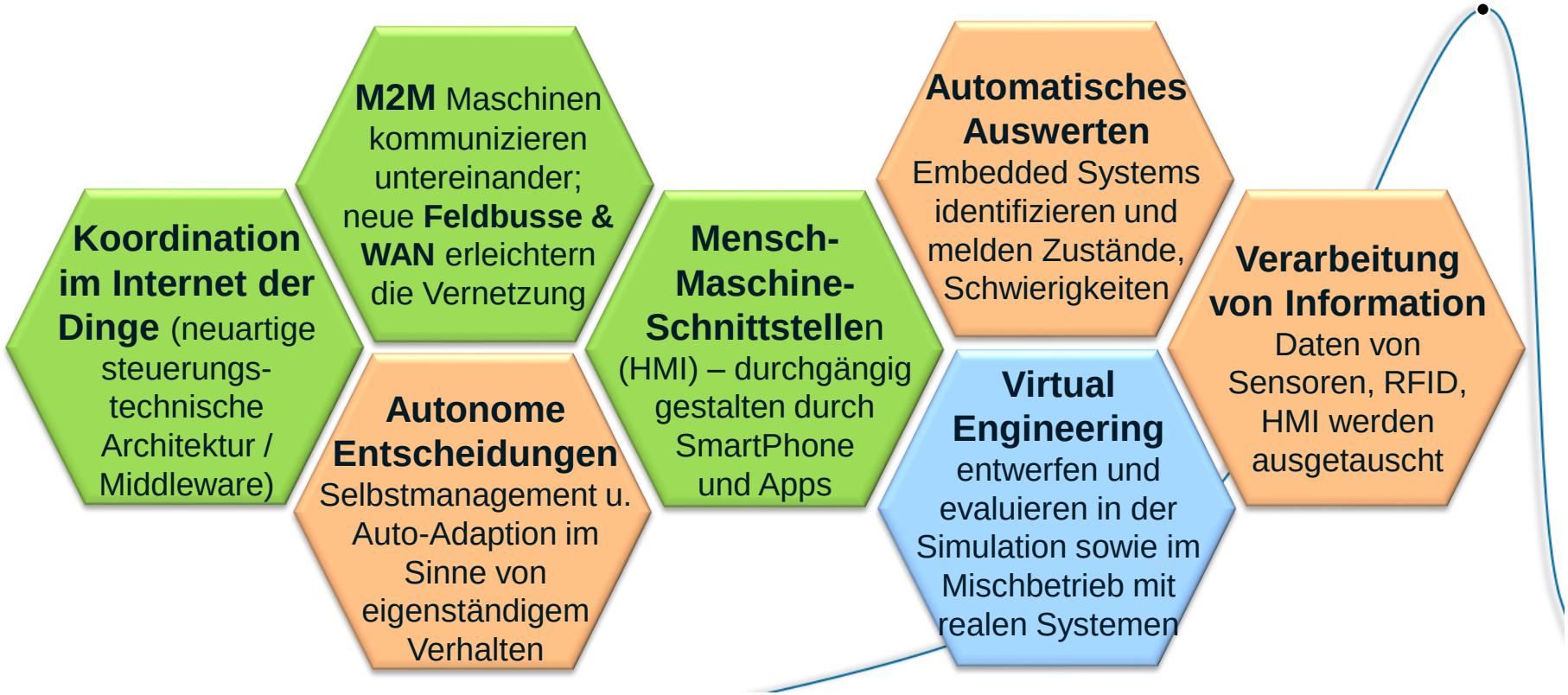
- I40 Cloud
- Standardisierung von Wertschöpfungspartnern
- Verbindung heterogener Systeme

> Der Weg zu Industrie 4.0?

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Technologie für intelligente Produkte

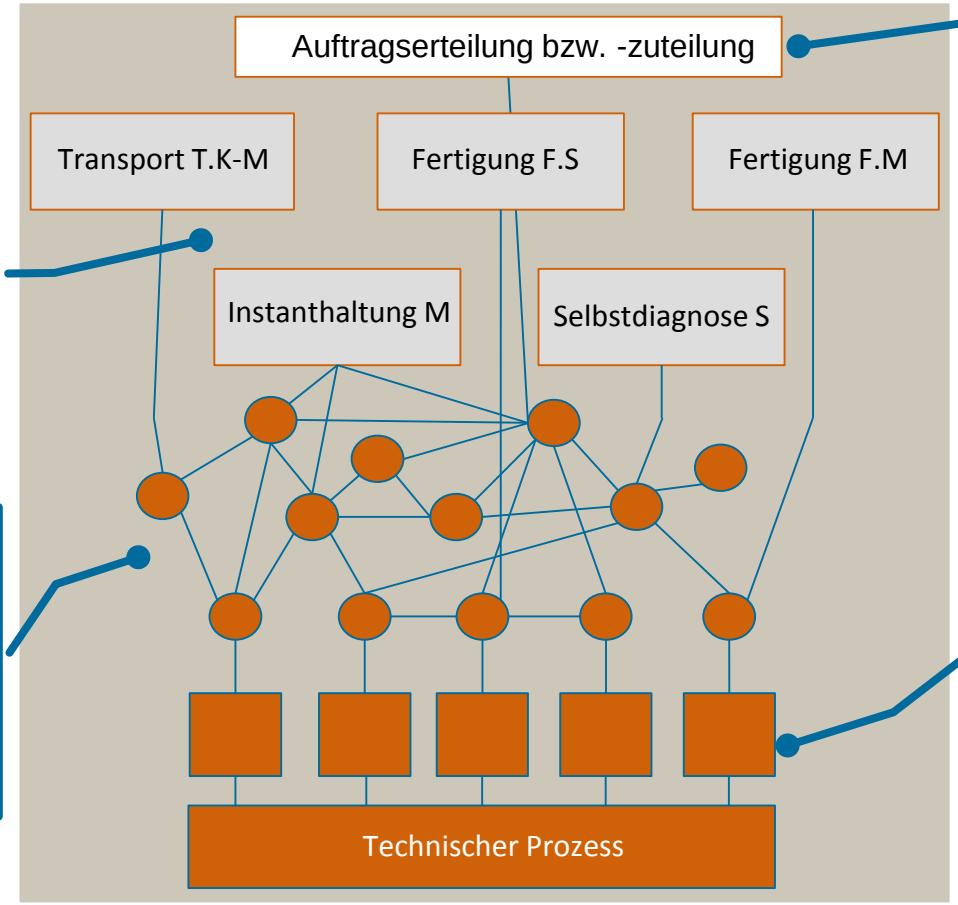
Informationstechnologien haben einen Reifegrad erreicht, die bestehende Paradigmen sprunghaft verändern könnten



© 2015 IAS, Universität Stuttgart

I40 Produktionssysteme

IT und Software für das automatische Zusammenspiel im komplexen Wertschöpfungsnetz



Angebot von Diensten zur Fertigung, zum Transport und zur Lagerung

Koordination bzw. Steuerung der Netzwerk-partner

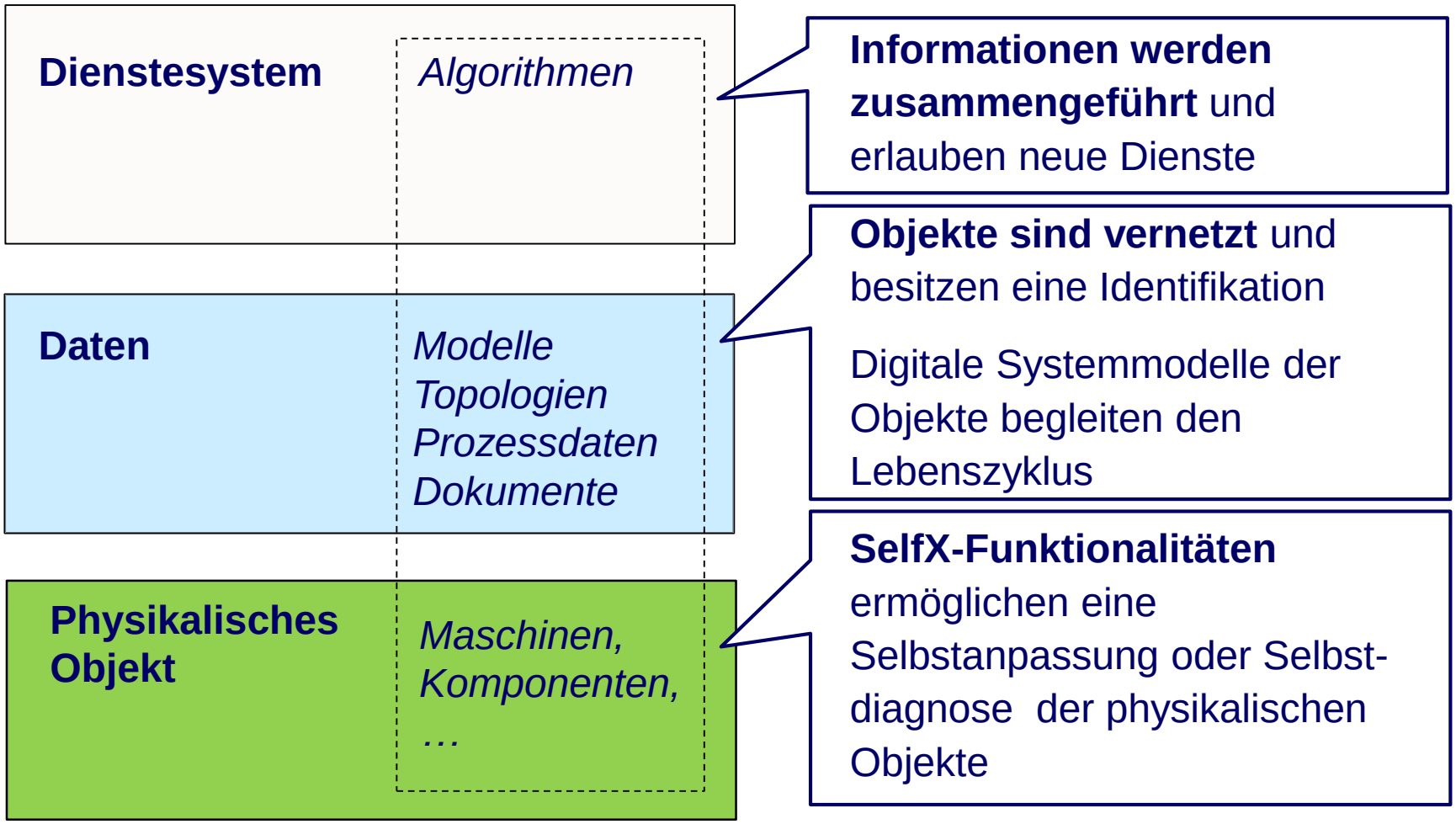
Durchgängige Mensch-Maschine Kommunikation

Dynamische ad-hoc Kopplung der I40-Systeme

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Cyber-physische Systeme für die Industrie 4.0

Abdeckung des Lebenszyklus von der Idee, dem Auftrag, der Entwicklung, Fertigung, Benutzung durch den Endkunden bis zum Recycling



In Anlehnung an: Drath, R., Koziolek, H.: Industrie 4.0 – im Spannungsfeld zwischen Machbarem und sinnvollen. ATP, Automatisierungstechnische Praxis. Jahrgang 57, Seite 31, 1-2 / 2015

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Agenda

> Industrie 4.0, Mehrwert und Szenarien

> Welche Technologien und Konzepte stehen dahinter?

> **Technologiefelder**

- **I40 Cloud**
- **Standardisierung von Wertschöpfungspartnern**
- **Verbindung heterogener Systeme**

> Der Weg zu Industrie 4.0?

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Dezentrale Koordination

Konzept: Der Auftrag steuert die Produktion

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

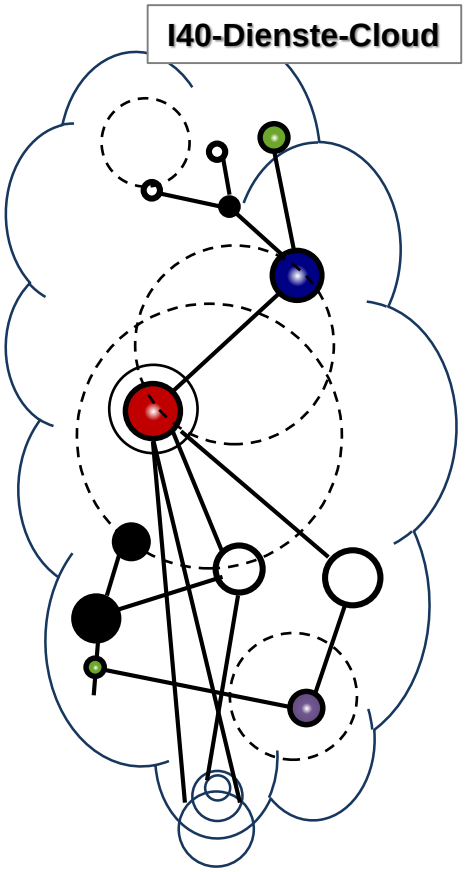
> Autonomes Verhalten nach vordefinierten Zielen, d.h. Planung, Adaption etc.

> Proaktiv und reaktiv auf Einflüsse reagieren

> persistente Zielerreichung

> Kapselung von Informationen

> Fähigkeit der Interaktion von Systemen untereinander und mit den Menschen



Bildquellen in Anlehnung an iot.ieee.org

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Bewertungsmodell

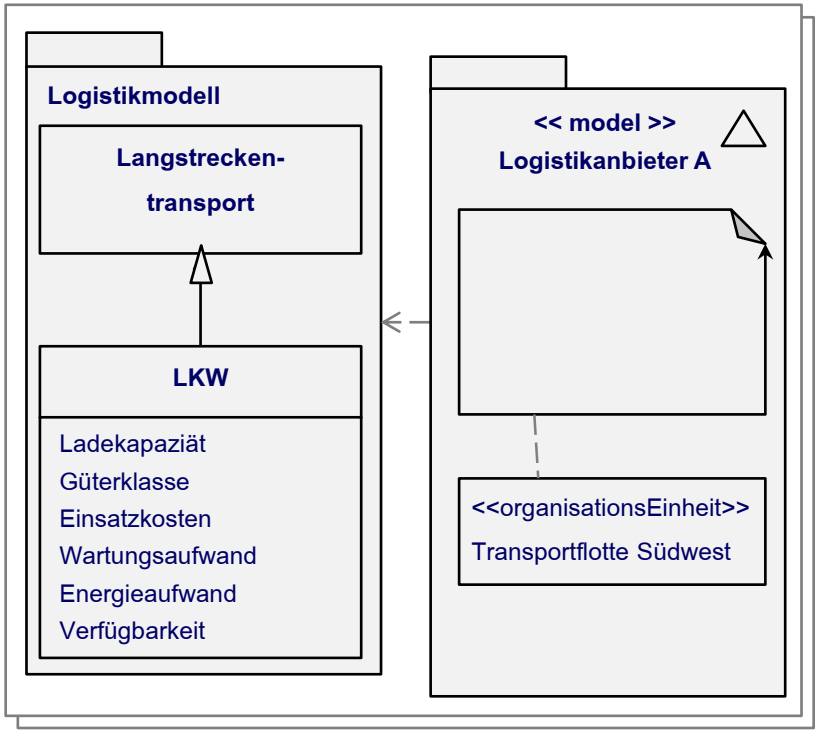
Wie lassen sich die Produktions-Komponenten bewerten?

Einheitliche Spezifikation und Auswahl des Leistungsumfangs

> Entwicklung von Bewertungsmodellen

> Spezifikation der System- und Komponenteneigenschaften

> Standards zur verbindlichen Definition und Darstellung

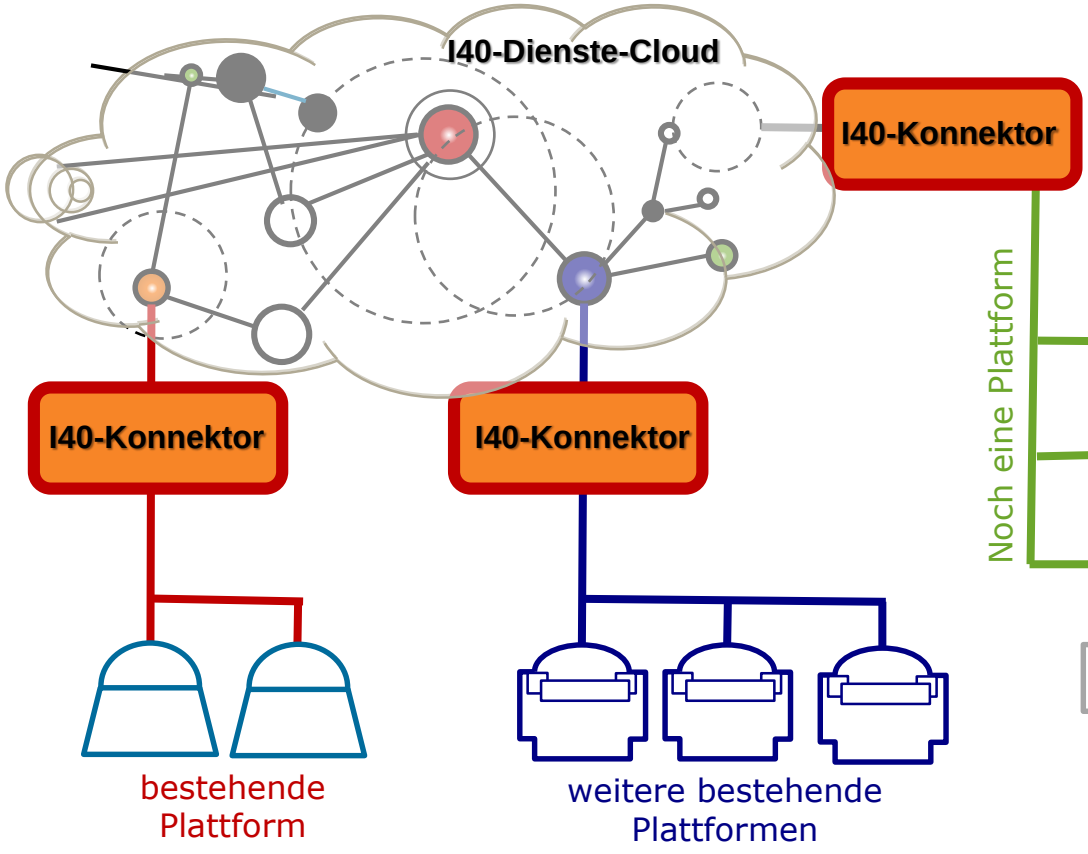


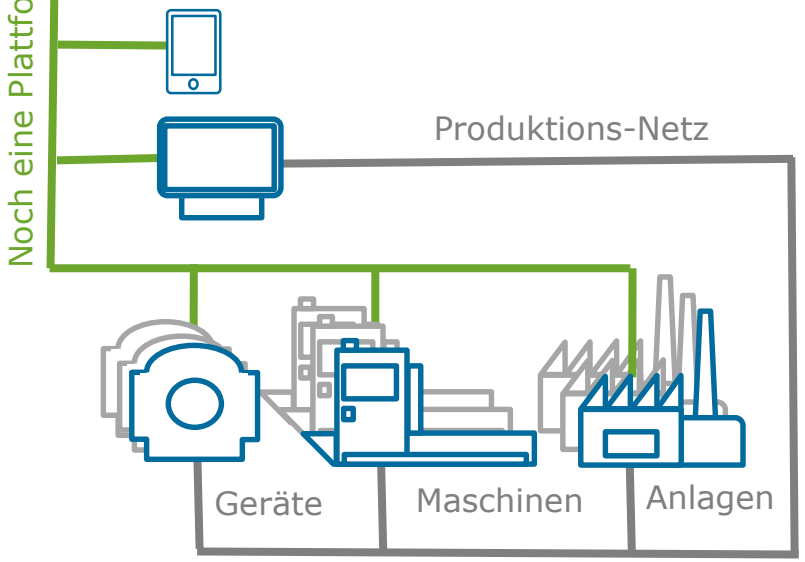
Beispielprofil für die Organisationsmodellierung im Bereich Logistik

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Dynamische Kopplung

Es müssen heterogene Plattformen und IT-Systeme verbunden werden





> Automatisierungssysteme verschiedener Hersteller

> Offene Architekturen

> Proprietäre IT-Systemwelten

Einfaches Hinzufügen und Entfernen von Teilsystemen

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

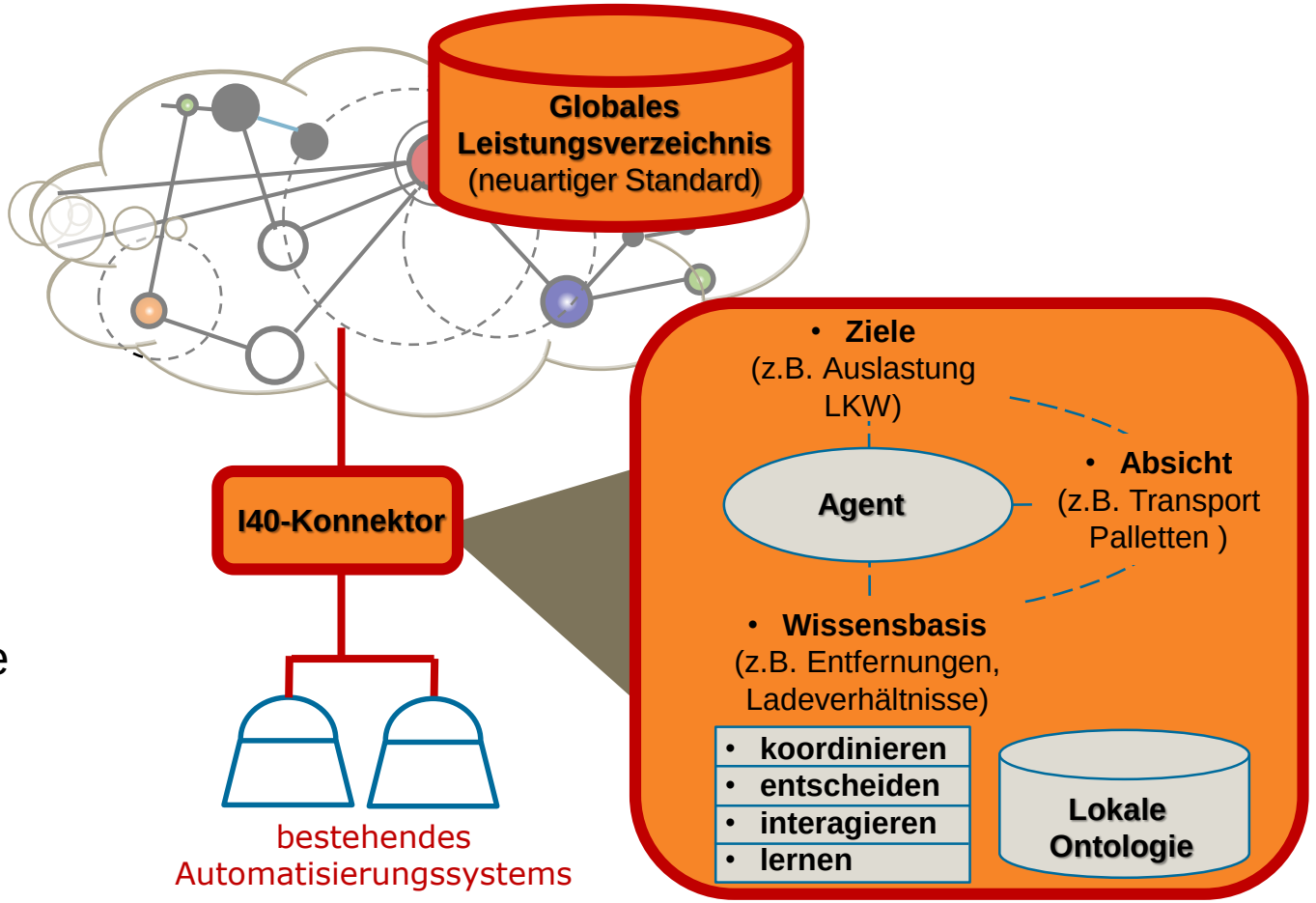
I40 Konnektor

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



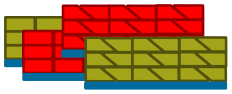
© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Realisierung: Verbund

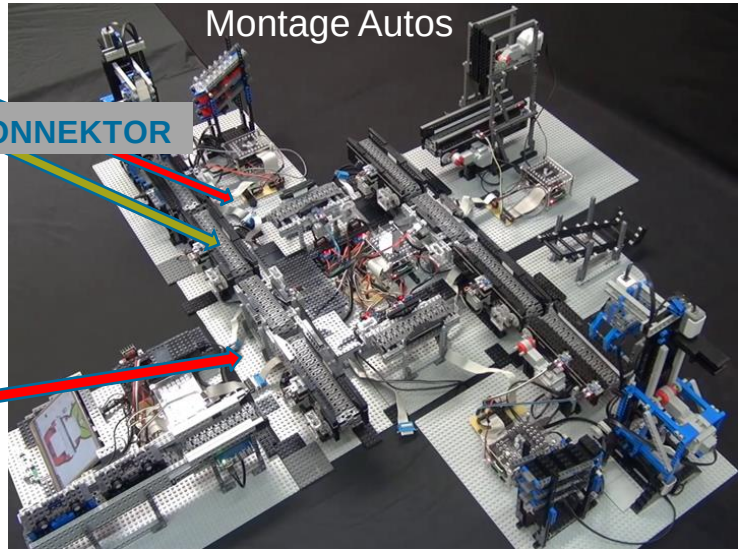
Integration System-Bewertung und Dynamische Kopplung

I4.0 LKW

Vorprodukte



Flexible Fertigung



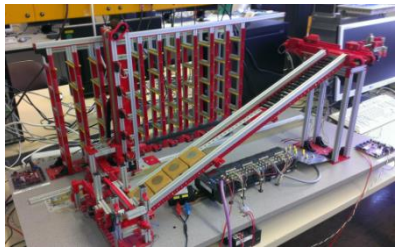
I40 KONNEKTOR

> Transport von Waren
> Meldungen über Lieferzeitpunkte
> Erkennung der Waren

I40 KONNEKTOR

I40 KONNEKTOR

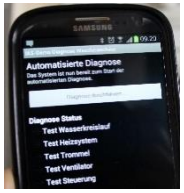
Materiallager



> Lagerung von Zwischenprodukten

> Auftragserteilung
> Produktionsüber-wachung
> Visualisierung weiterer Nachrichten

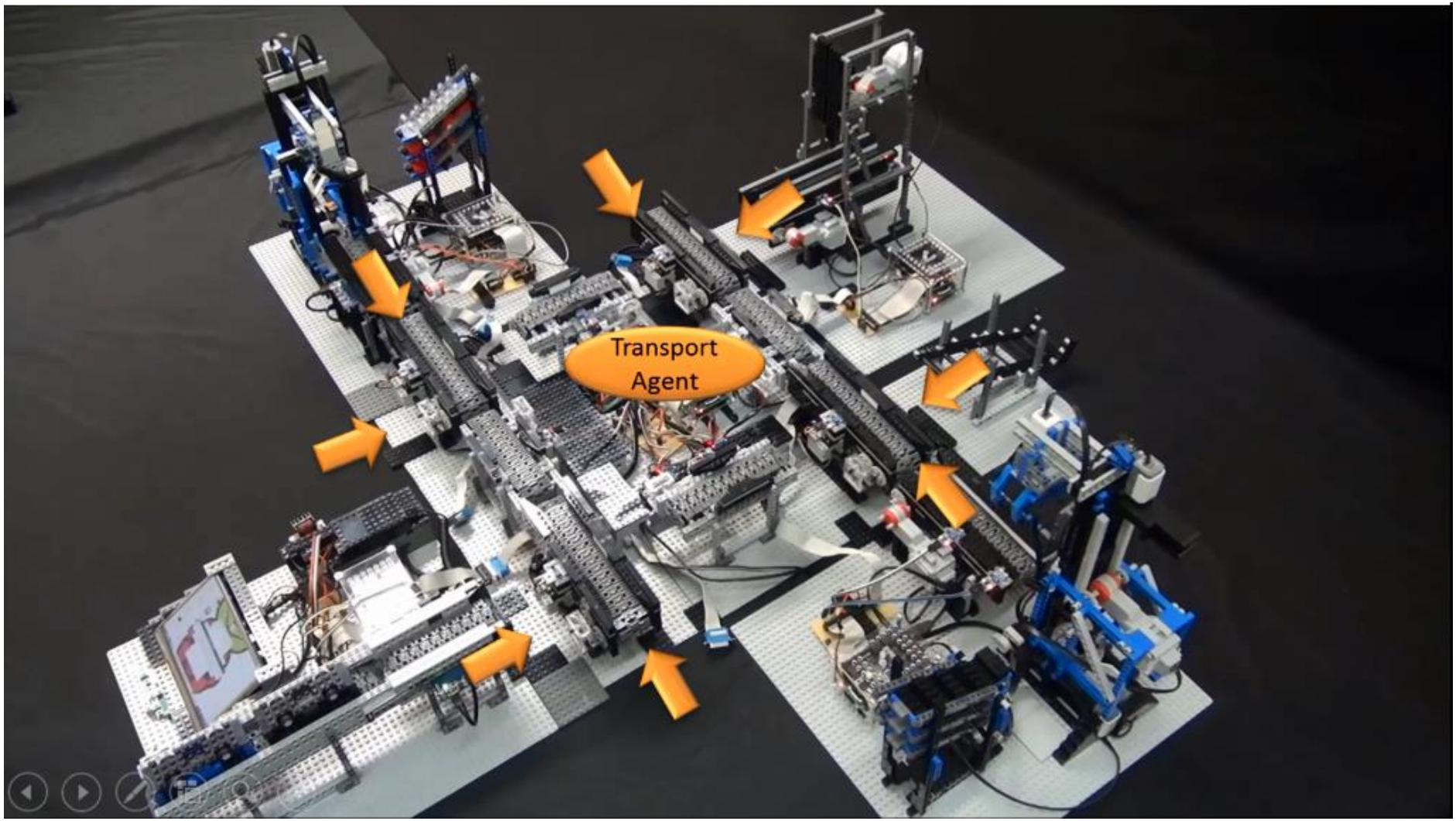
App



© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Realisierung: Fahrzeugmontage

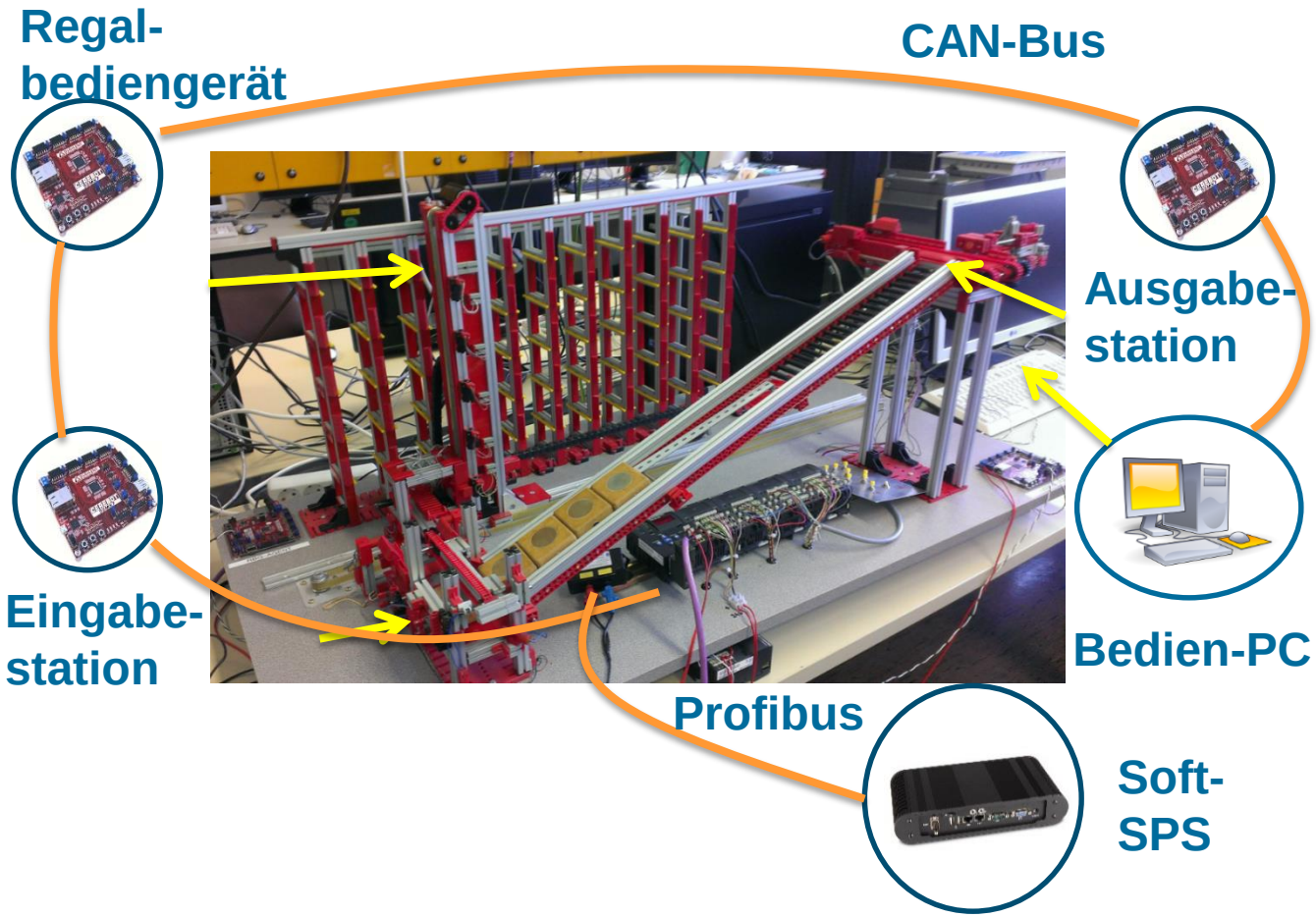
Automatisierte und automatische Koordination der Fertigung



© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Realisierung: Hochregallager

Service-orientierte Steuerung eines Hochregallagers mit dezentralem Mikrocontrollern



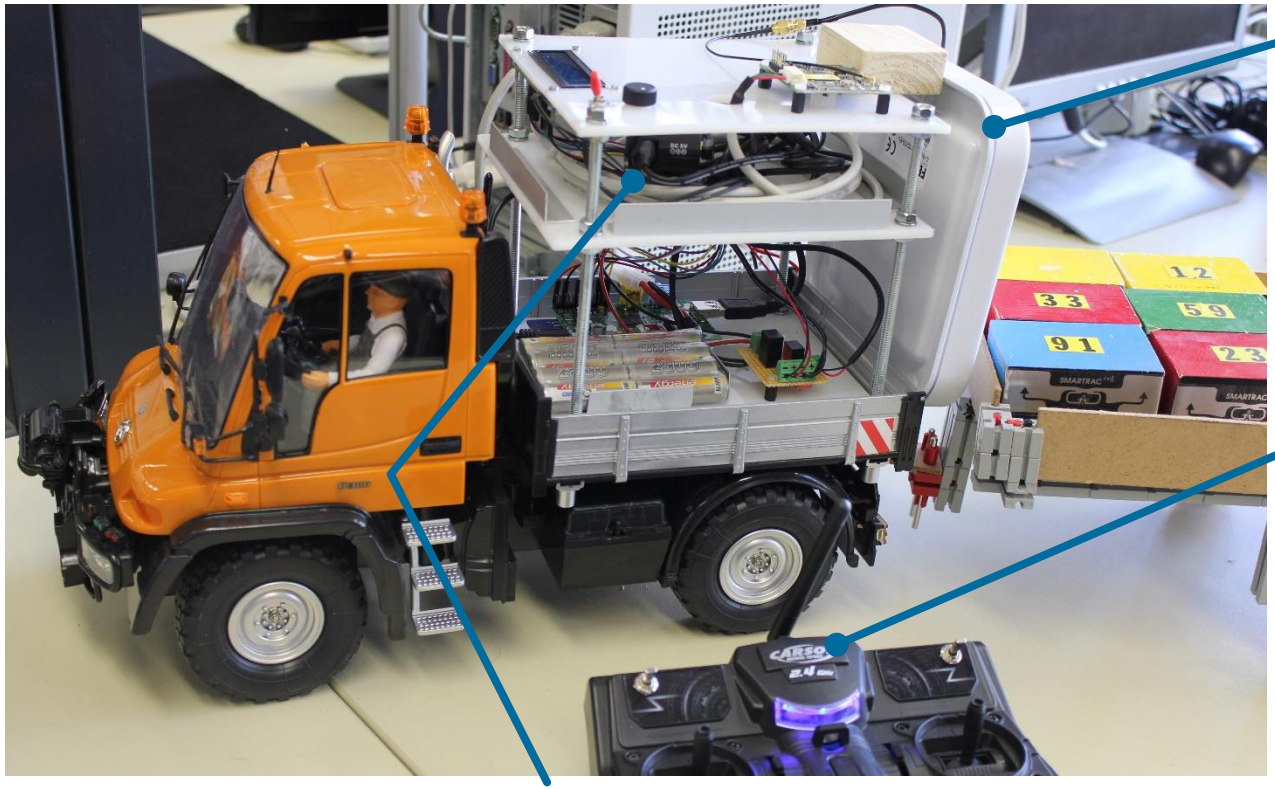
Dienste:

- Vereinzeln
- Einlagern
- Auslagern
- Anfrage Einlagern
- Rückmeldung Einlagern
- Anfrage Auslagern
- Rückmeldung Auslagern
- …

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Realisierung: I40-LKW

Automatisierte Ladungserkennung mit live-Benachrichtigung der Empfänger bei Verspätungen



RFID-Antenne zur Ladungs- und Verkehrs-zeichen-erkennung

Individuelle Fahrtrouten durch Fernbedienung möglich

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

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Agenda

> Industrie 4.0, Mehrwert und Szenarien

> Welche Technologien und Konzepte stehen dahinter?

> Technologiefelder

- I40 Cloud
- Standardisierung von Wertschöpfungspartnern
- Verbindung heterogener Systeme

> **Der Weg zu Industrie 4.0?**

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Der Weg zu Industrie 4.0?

Welche Informationstechnologie wird benötigt, um Informationen auszutauschen, die Produktion zu organisieren und die Instandhaltung zu koordinieren?

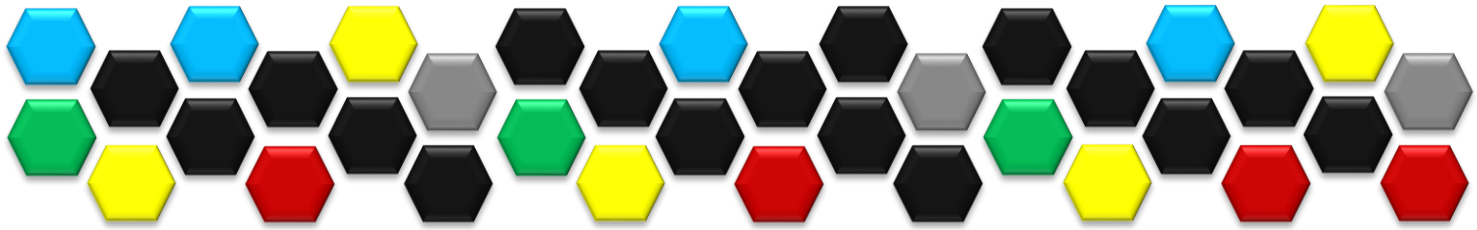
Aspekte und Ziele:

> **Verteilt** – IT-Architektur zur Vernetzung von heterogenen Teilanlagen in Echtzeit

> **Interoperabel** – Dynamische Kopplung und Zuteilung von Aufträgen auf Industrie 4.0 Subsysteme

> **Agil** – Flexibilität bei der Anwendung durch Dezentrale Steuerung der dynamischen Produktion

> **Plug & Play** – einfach rekonfigurierbar ohne Engineering Aufwand auch bei komplexen Systemen



© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Intelligente Produkte der Zukunft nutzen Software und vernetzte Daten

Module/Komponenten verfügen über Informationen zu jedem einzelnen Produktions- und Nutzungsschritt

Eigenschaften der „Big Data Analytics" bieten Entscheidungsunterstützung

„Design moves to Runtime" Tests der Entwicklung verschmelzen mit Qualitätssicherung im Betrieb

Autonomie erleichtert den Umgang mit Komplexität durch Self-X Eigenschaften

Neue Formen der Mensch-Maschine Interaktion entstehen

Wie verändern sich Systembaukästen, die Modularisierung und der Test?

© 2015 IAS, Universität Stuttgart

Der Weg zum Geschäftserfolg

Ein Schlüsselfaktor ist die Architektur der Wertschöpfung durch hard- und softwareorientierte Produkte mit neuen Eigenschaften

In welcher Konfiguration wird die Technologie erstellt?

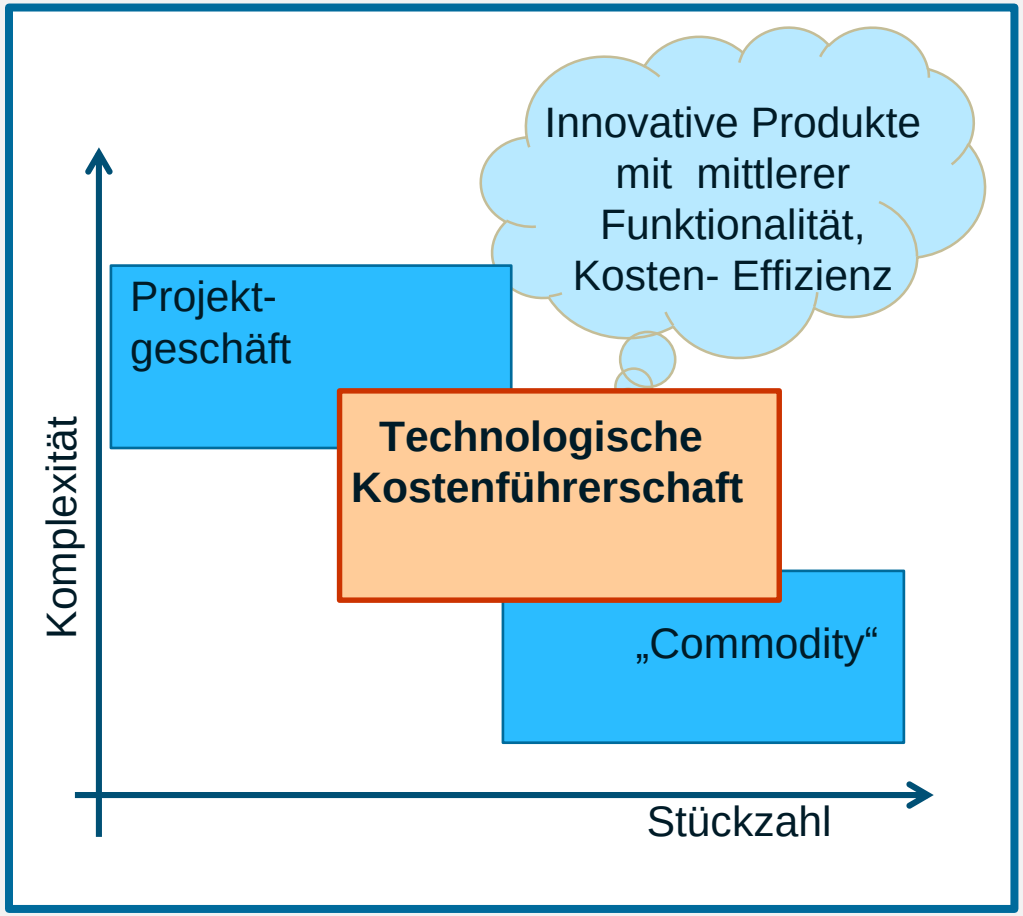
> Mögl. IT-Konfiguration und Modularisierung analysieren

> Verfahren zur Komplexitätsreduktion anwenden

> Spez. IT-Entwurfs-frameworks anwenden

> Wissensbasierte Technologien einsetzen

> …



© 2015 IAS, Universität Stuttgart

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
Web: www.ias.uni-stuttgart.de

© 2015 IAS, Universität Stuttgart