Keynote Industrie 4.0

AMB Forum Industrie 4.0

Stuttgart, 16. September 2014

Michael Lickefett

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Fraunhofer IPA

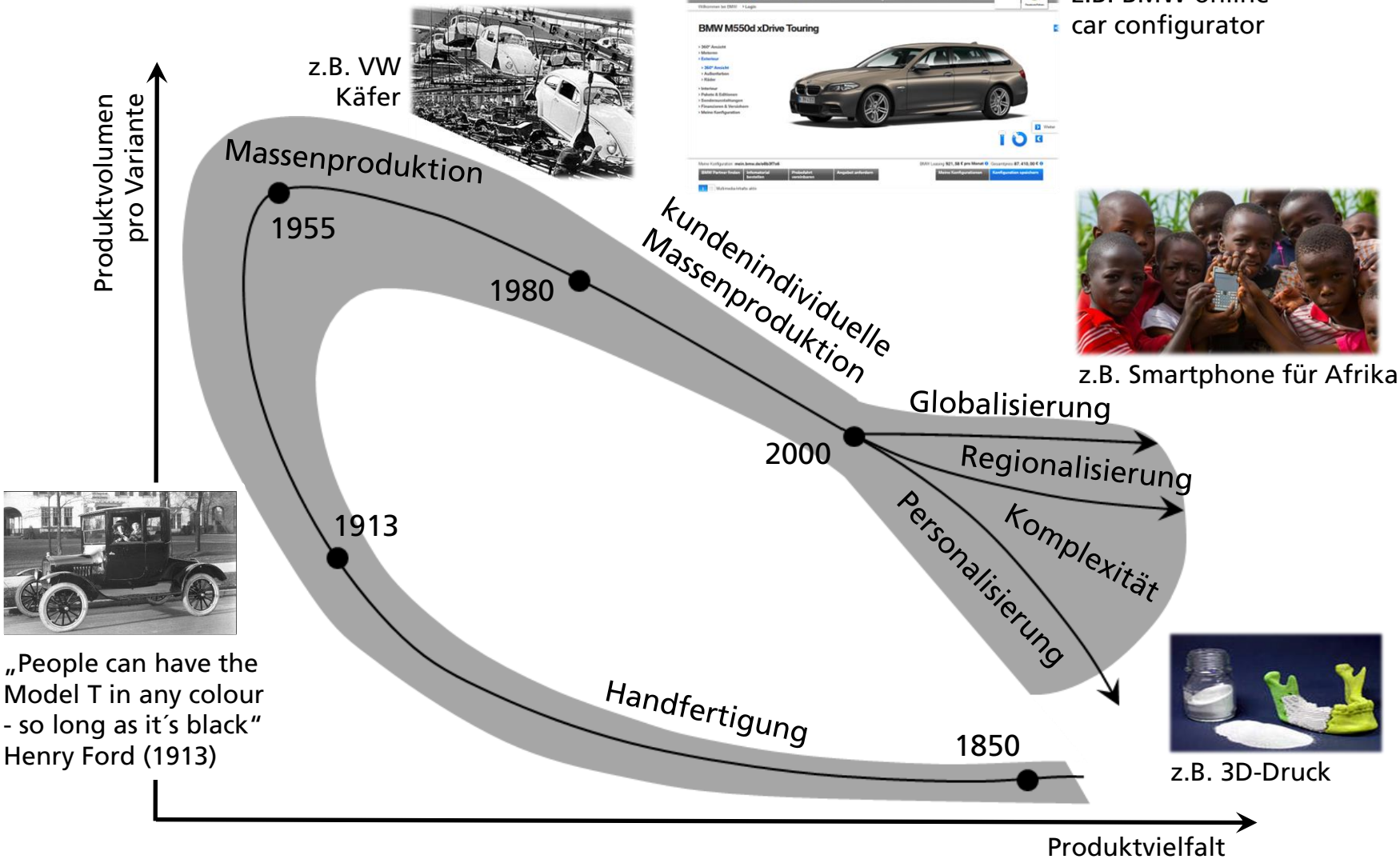
Gliederung

- Was ist Industrie 4.0?
- Bedeutung für die Produktion in Deutschland
- Entwicklungs- und Anwendungsstand

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Fraunhofer IPA

Geschichte der Produktion



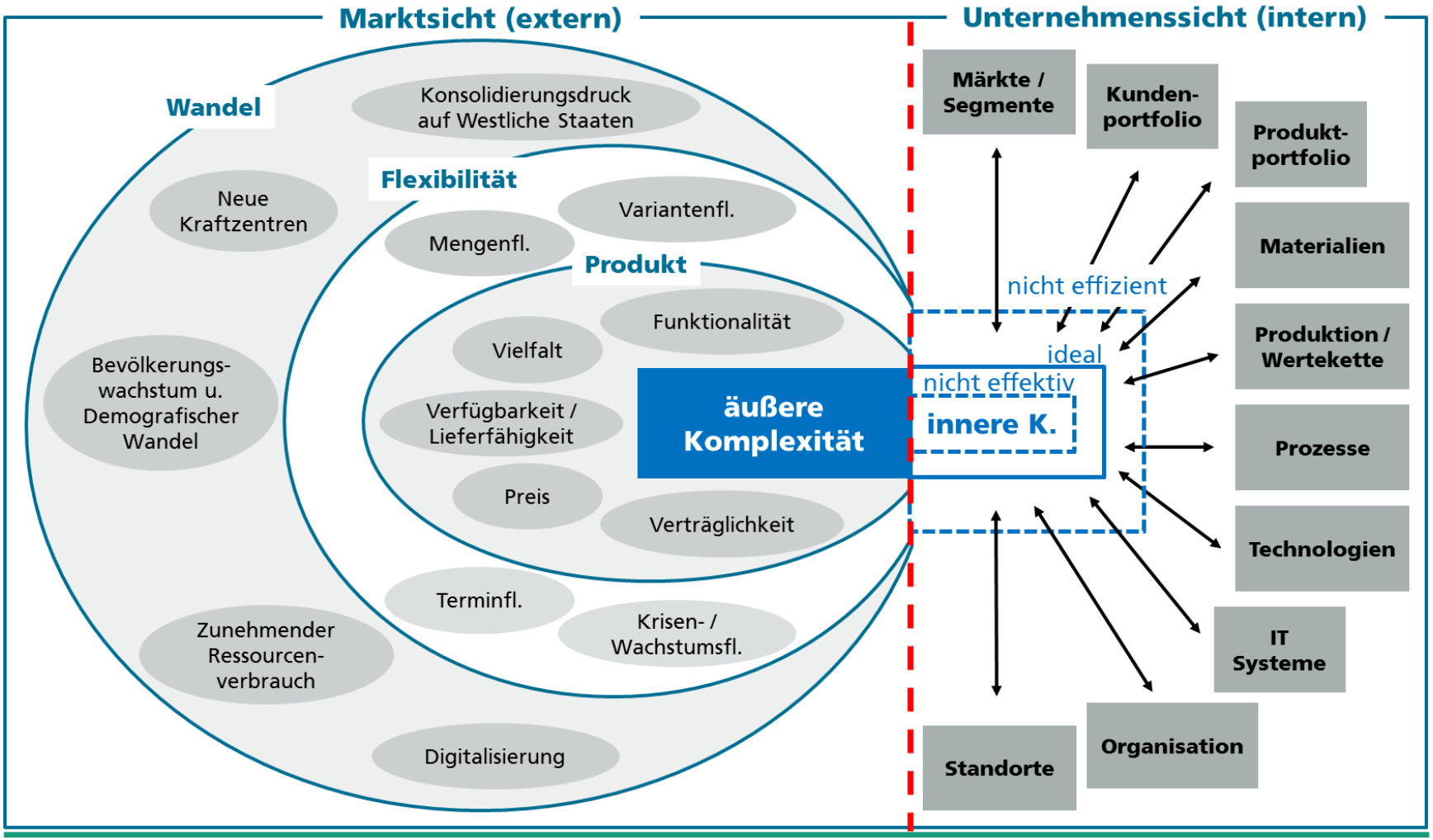
in Anlehnung an Yoram Koren: The Global Manufacturing Revolution; Bildquellen: Ford, beetleworld.net, bmw.de, dw.de

Fraunhofer IPA

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Gegenüberstellung äußere – innere Komplexität

Auf der Suche nach dem Gleichgewicht



Fraunhofer IPA

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Theorie der vierten industriellen Revolution

Wissensbasierte Optimierung in Echtzeit durch intelligente Vernetzung

Komplexität

Warnecke:

„Mit wachsender Komplexität steigt die Dezentralität und Autonomie von Systemen“

Vernetzung

Metcalfe:

„Der Nutzen eines Kommunikationssystems wächst mit dem Quadrat der Anzahl der Teilnehmer“

Leistung

Moore:

„Die Rechnerleistung verdoppelt sich alle 18 Monate“

Transparenz

- Cyber-physische Systeme
- Internet der Dinge und Dienste
- Real time & at run time
- Everything as a Service

Wissen

Smart Production

Fraunhofer IPA

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Die nächste Ebene der Dezentralisierung

Von der fraktalen Fabrik zum Cyber-physischen Produktionssystem

Kennzeichen:

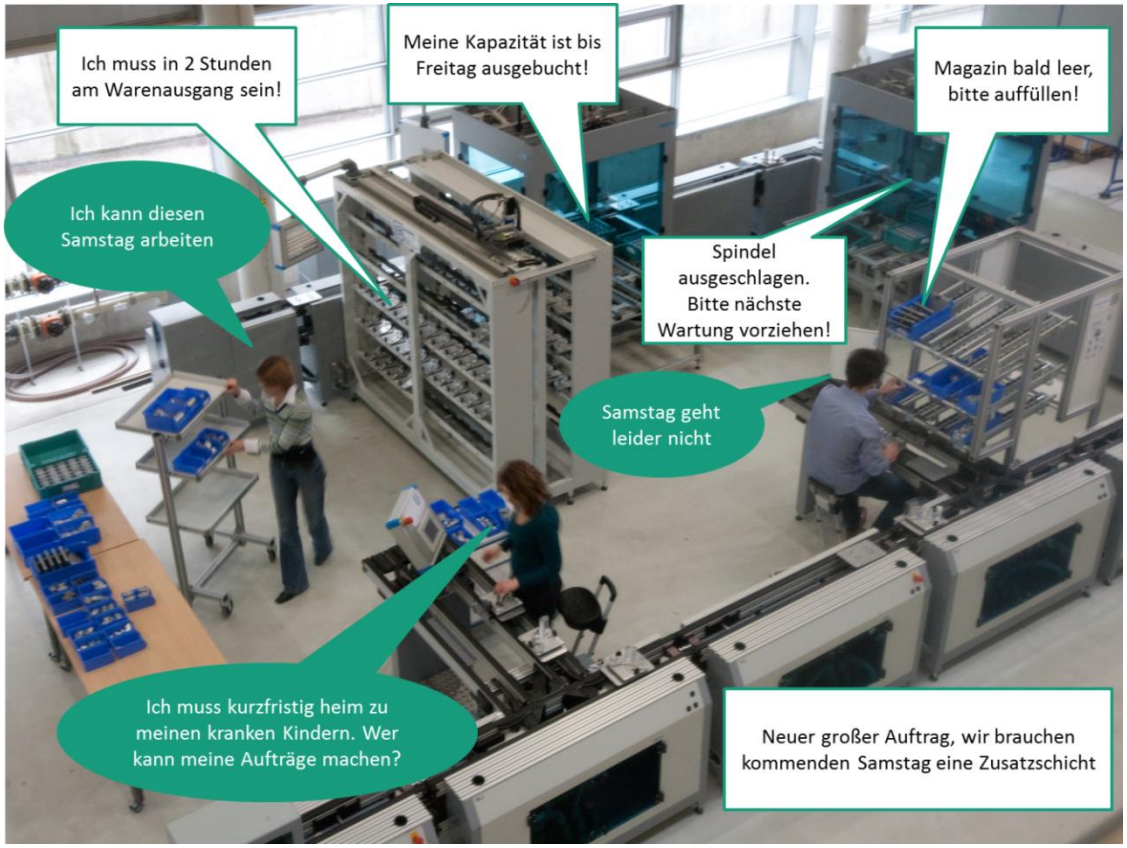
- Unmittelbare Erfassung physikalischer Daten mit Sensoren
- Verwendung weltweit verfügbarer Daten und Dienste
- Daten auswerten und speichern
- Vernetzung über digitale Kommunikationstechnologien (drahtlos/drahtgebunden, lokal/global)
- Einwirken auf physikalische Welt mit Aktoren
- Verwendung multimodaler Mensch-Maschine-Schnittstellen (Touchdisplays, Sprachsteuerung, Gestensteuerung, …)

nach ACATECH 2012

Fraunhofer IPA

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Kontextmanagement ersetzt die operative Planung
Die Smarte Fabrik organisiert sich selbst in Echtzeit



Cyber-physische Systeme (z.B. Maschinen, Anlagen)

- haben eine Identität
- kommunizieren untereinander und mit der Umgebung
- konfigurieren sich selbst (Plug and Produce)
- speichern Informationen

dezentrale Selbst-organisation in Echtzeit

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Fraunhofer IPA

Gliederung

- Was ist Industrie 4.0?
- Bedeutung für die Produktion in Deutschland
- Entwicklungs- und Anwendungsstand

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Fraunhofer IPA

Abschlussbericht des Arbeitskreises INDUSTRIE 4.0

Das Potential von Industrie 4.0

- **Individualisierung** der Kundenwünsche
- Dynamische Gestaltung von **Geschäfts- und Engineering-Prozessen**
- Optimierte **Entscheidungsfindung**
- Ressourcen**produktivität** und **-effizienz**
- Wertschöpfungspotenziale durch **neue Dienstleitungen**
- Demografie-sensible **Arbeitsgestaltung**
- Work-Life-**Balance**
- **Wettbewerbsfähigkeit** Deutschlands, als Hochlohnstandort

Quelle: Abschlussbericht Industrie 4.0, 8. April 2013

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Abschätzung der Nutzenpotentiale

Kosten	Effekte	Potentiale
Bestandskosten	Reduzierung Sicherheitsbestände Vermeidung Bullwhip- und Burbidge-Effekt	-30% bis -40%
Fertigungskosten	Verbesserung OEE Prozeßregelkreise Verbesserung vertikaler und horizontaler Personalflexibilität	-10% bis -20%
Logistikkosten	Erhöhung Automatisierungsgrad (milk run, picking, …)	-10% bis -20%
Komplexitätskosten	Erweiterung Leitungsspannen Reduktion trouble shooting	-60% bis -70%
Qualitätskosten	Echtzeitnahe Qualitätsregelkreise	-10% bis -20%
Instandhaltungs-kosten	Optimierung Lagerbestände Ersatzteile Zustandsorientierte Wartung (Prozessdaten, Messdaten) Dynamische Priorisierung	-20% bis -30%

Quelle: Bauernhansl, T. (2014), S. 31

Fraunhofer IPA

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Gliederung

- Was ist Industrie 4.0?
- Bedeutung für die Produktion in Deutschland
- Entwicklungs- und Anwendungsstand

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Fraunhofer IPA

Industrie 4.0: Gestaltungsfelder

Gestaltungsfelder:

- Neue Organisationsformen und schlanke Prozesse
- Neue und durchgängige IT-Architekturen
- »Intelligente« mechatronische Werkzeuge & Bauteile
- CPS Infrastruktur
- Dezentrales, maschinelles Wissensmanagement
- Mensch-Maschine Interaktion

Ziele:

- Selbstoptimierende Produktion und neue Geschäftsmodelle
- Verringerung von Integrationsaufwänden
- Flexiblere IT und real-time Informationen
- Höhere Produktivität

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Strategien zur Einführung von Industrie 4.0

Opportunity Push und Production Pull (I/II)

Konzeption und Auswahl

Opportunity Push

1a Use Cases:
Fachinformationen und Erfahrungen

2a Grobkonzept:
Konfiguration der Komponenten des CPPS

Production Pull

1b Ist-Analyse:
Analyse von Turbulenzen und CPS Migration

2b Grobkonzept:
Ursachen-/ Wirkungsbereiche und Zielkorridor

3a Auswahl des CPPS
1.) Bereiche
2.) Prinzipien/ Ziele
3.) Methoden
4.) iTool-Kit: Werkzeuge

Anwendung bekannter Use Cases

Schaffung neuer Use Cases

3b Auswahl der Maßnahmen
1.) Bereiche
2.) Zielkorridor
3.) Lean-Maßnahmen
4.) iTool-Kit: Werkzeuge

4 Projekt-definition
1.) Anforderungen
2.) Wirtschaftlichkeit
3.) Road-Map

Fraunhofer IPA

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Strategien zur Einführung von Industrie 4.0
Opportunity Push und Production Pull (II/II)

Umsetzung und Nutzung

5 Umsetzung

- Ausschreibung
- Erstellung Lastenheft
- Bewertung Pflichtenhefte
- Auswahl
- Beschaffung
- Integration

6 Nutzungsphase

- Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
- Roll-out auf weitere Bereiche

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Fraunhofer IPA

Auswahl möglicher “Use Cases”

- **Lieferantenintegration / Logistik; Qualität**
- Smart factory structures
- Smart maintenance
- Smart human focused assembly
- **Smart decentralised integration of manufacturing and assembly processes**
- Smart factory value added logistics
- Smart ramp-up
- Smart customisation
- Smart recycling / up-cycling

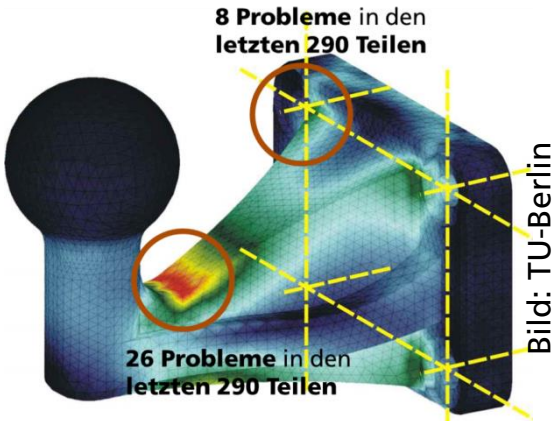
© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Fraunhofer IPA

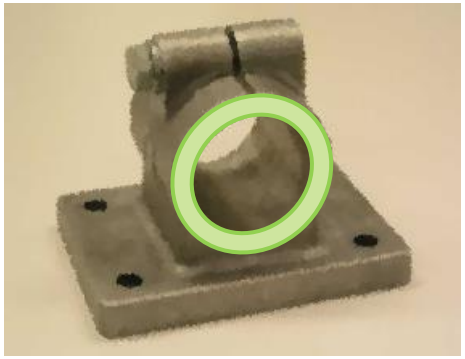
Smart supplier integration
Cloud-basierte Qualitätssicherung

Cloud-based Quality Tracking & Optimization:

- Lieferantenübergreifende Qualitätsdokumentation für jedes Bauteil mit Anbindung an CAD-Modell
- Abgeleitete dynamische Anpassung von Fertigungs- und Prüfprozessen für jedes Bauteil
- Schnelle Rückführung von Qualitätsdaten in den Konstruktionsprozess
- Kontinuierliche Kostenoptimierung der Prüfstrategie über gesamte Supply-Chain



3D-Verortung von Fehlerhäufigkeiten im CAD-Modell



Dynamische CAD-basierte Anpassung von Prüfbereichen

Fraunhofer IPA

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Smart decentralised integration of manufacturing and assembly processes

Individualisierung und Ressourceneffizienz durch In-module production

- In-module production: 3D-Druck, Zuschnitt oder lokale Lackierung minimieren den Logistikaufwand
- Last-minute Konfiguration ermöglicht Design-Änderungen bis zur Endmontage
- Einbindung des Kunden in CAD-CAM-Kette durch public / private clouds
- Konfigurations-Apps ermöglichen weitreichende Individualisierung z.B. von Cockpit GUIs

Bild: Absicherung Herstellung und Arbeits-platzgestaltung, FhG IFF

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Fraunhofer IPA

Neue Organisationsformen und Arbeitsteilung

Mobile Roboter-Assistenten in der Intralogistik

- Nachfüllen von Montagearbeitsplätzen, Zurücktransportieren von leeren Kisten
- Mobiler Roboter (mit ausreichend Speicherkapazität) kommissioniert neue Boxen im Supermarkt

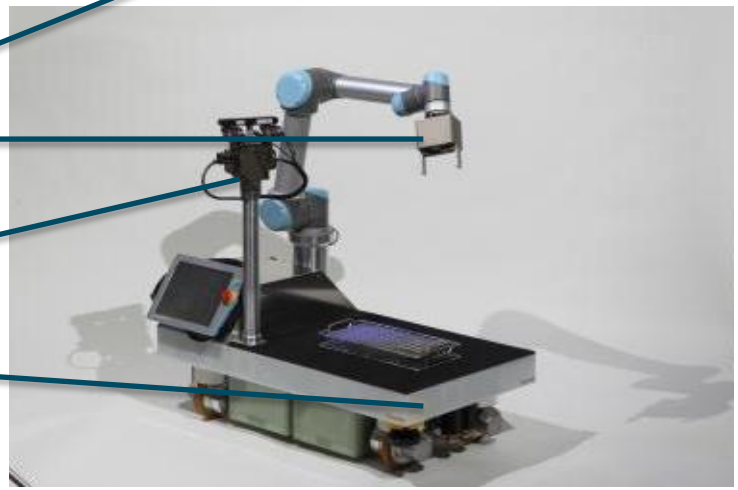
Mobiler Manipulator (Rundumbewegung)

Speicherplatz

Bin-Picking-Fähigkeit

3D-Umwelterfassung (Stereo Vision, 3D-Sensor)

Einsatz im Industriebereich ohne Zäune



Quelle: Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

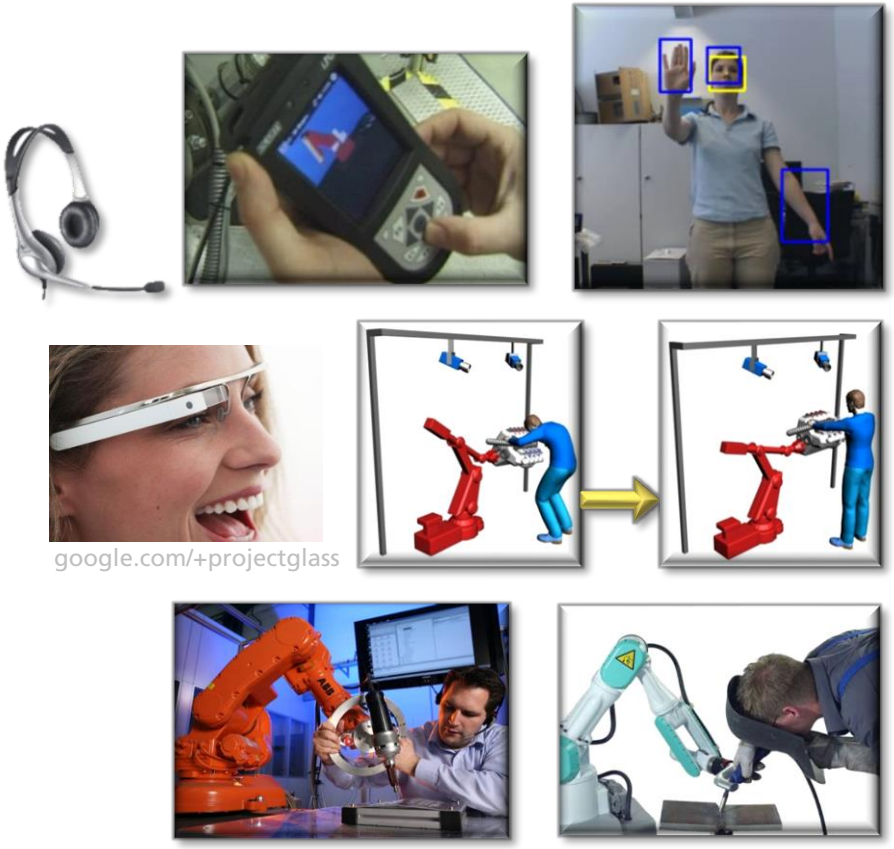
© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Mensch-Maschine-Schnittstellen

Intuitive Kommunikation ermöglicht neue Automatisierungsprinzipien

Schnittstellen für hybride Montagesysteme:

- **Interaktive Schnittstellen**
  - visuell
  - Gestensteuerung
  - Sprachsteuerung
- **Physische Schnittstellen**
  - haptisch
  - Head-Mounted-Displays
  - Force-Feedback-Systeme



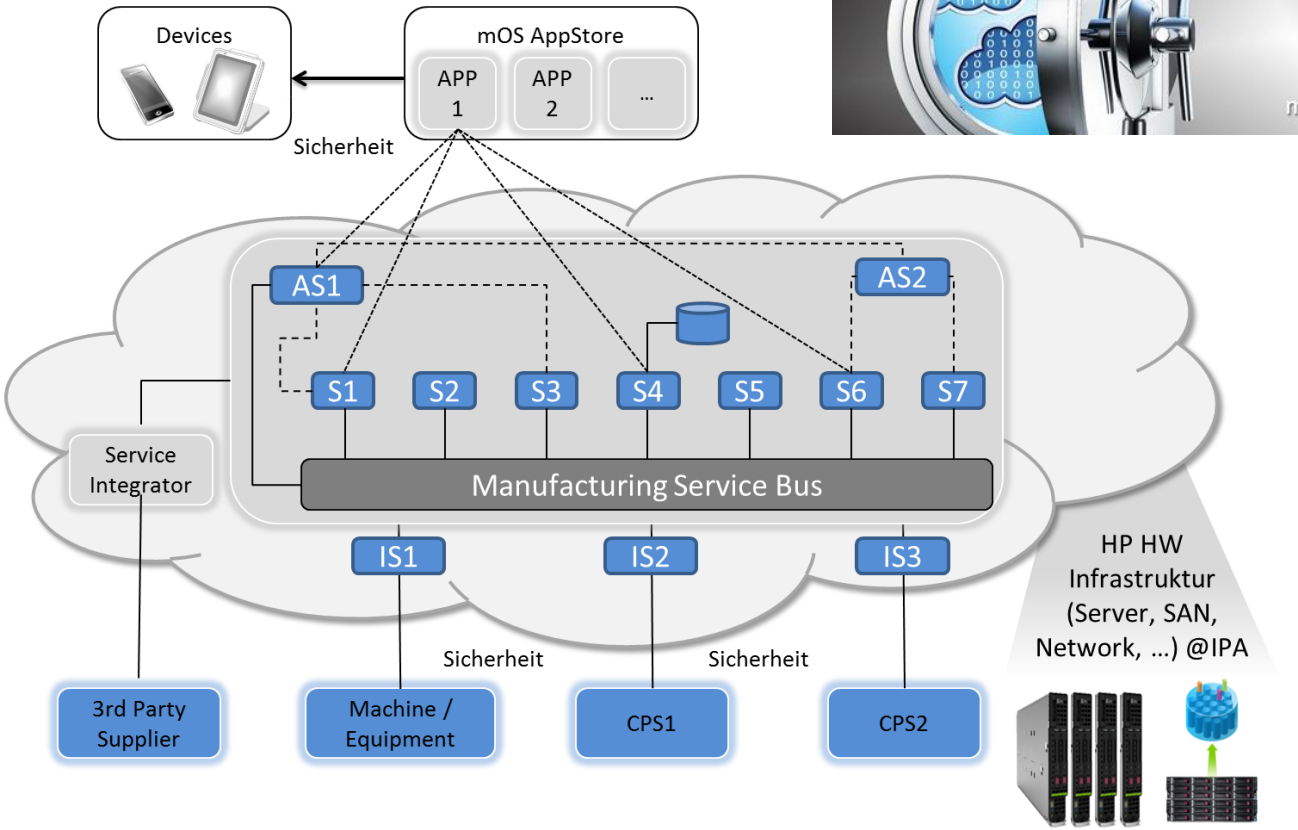
google.com/+projectglass

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA Cloud-Architektur für Industrie 4.0

Virtual Fort Knox: föderative, sichere Cloud Plattform



Legende

S	Service
AS	Aggregated Service
IS	Integration Service
CS	Cloud Service
CPS	Cyber-Physical-System
mOS	Manufacturing Operating System

Fraunhofer IPA

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Industrie 4.0 - Erwartungen

- **Mehr Flexibilität und Wandlungsfähigkeit**
  - Beheben starrer Strukturen
  - Vertikale Integration von flexiblen und rekonfigurierbaren Produktionssystemen
- **Modularisierung und Autonomie**
  - Autonome Produkte und Produktionssysteme als Teile von Fraktalen der nächsten Generation (CPS)
  - Granularität wird durch den Markt bestimmt (Komplexität)
- **Höchste Produktivität**
  - Ressourcenoptimierung basierend auf Schwarmintelligenz (selbstoptimierender Support)
  - Drastische Reduzierung von Entwicklungskosten mit „Plug&Produce“
  - Indirekte Bereiche konzentrieren sich auf Context-Management und Optimierung der Wertschöpfung
- **Neue Geschäftsmodelle**
  - „App-store“ und “Cloud” als Konzepte des Wissensmanagements
  - „Prosumer-Modelle“, emotionale Elemente und neue Dienstleistungen als Treiber
  - Open-Source-Fundament

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Abschlussbericht des Arbeitskreises INDUSTRIE 4.0

Wo sind industrielle und industriepolitische Entscheidungen nötig?

Neben Forschung und Entwicklung besteht Handlungsbedarf in **8 wichtigen Handlungsfeldern:**

- Standardisierung und Referenzarchitektur
- Beherrschung komplexer Systeme
- Flächendeckende Breitbandinfrastruktur für die Industrie
- Sicherheit
- Arbeitsorganisation und -gestaltung
- Aus- und Weiterbildung
- Rechtliche Rahmenbedingungen
- Ressourceneffizienz

Quelle: Abschlussbericht Industrie 4.0, 8. April 2013

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Fraunhofer IPA

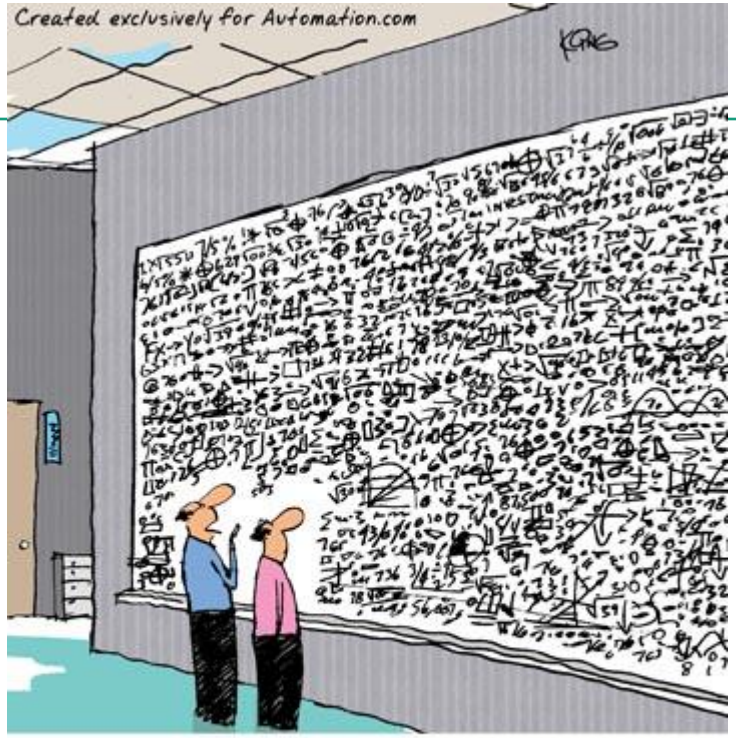
Abschlussbericht des Arbeitskreises INDUSTRIE 4.0
Internationaler Vergleich

- Neben Deutschland haben auch andere Länder das Internet der Dinge als strategische Herausforderung für die Produktion der Zukunft identifiziert
- Dieser Herausforderung wird auch förderpolitisch Rechnung getragen:
  - In den USA wurden die Mittel für Produktionsforschung im Haushalt 2013 um 19% (2,2 Milliarden US-Dollar) gesteigert
  - Bis 2015 stellt China 1,2 Billionen Euro für die Erreichung der globalen Technologieführerschaft u.a. im High-End Equipment Manufacturing zur Verfügung
  - Die EU fördert aktuell mehrere Initiativen zur Implementierung des Internets der Dinge in der Produktion, dafür stehen derzeit mehr als 9 Milliarden Euro zur Verfügung

Quelle: Abschlussbericht Industrie 4.0, 8. April 2013

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



"...and that, in simple terms, is my idea on how to increase factory optimization. any questions?"

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart

Fraunhofer IPA

Literatur

Bauernhansl, T.; ten Hompel, M; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Springer Vieweg, Wiesbaden: 2014.

© Fraunhofer IPA, IFF Universität Stuttgart