

# INDUSTRIE 4.0 – NEUE WEGE IN DER PRODUKTION

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl  
23. Februar 2015

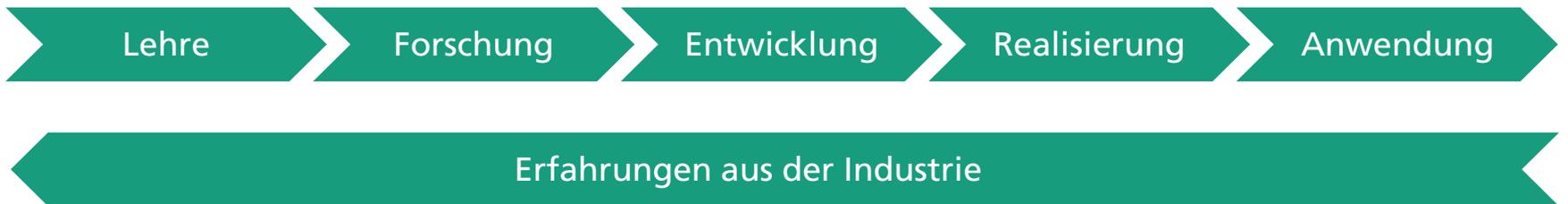


# Fraunhofer IPA in Stuttgart



# Vernetzung von Wissenschaft und Praxis

## Fraunhofer IPA als Basis für den Wissenstransfer



# Vorhandene Labore am IPA werden Campus „Personalisierte Produktion“



Arena 2036



Anwendungszentrum Industrie 4.0



Handlings Labor



Roboter Labor



Bewegungslabor



Auftragsmanagement Labor



# Industrie 4.0 – Internationale Perspektive

# Regionale Rahmenbedingungen der Produktion

## Der Wettbewerb um Wertschöpfung nimmt massiv zu

### USA Re-Industrialisierung



- Sinkende Energiekosten (Schiefergas/-öl)
- Sinkende Lohnstückkosten (2000–2014 +1,4 % => -5 % seit 2009)
- Niedriges Zinsniveau
- Niedrige Wechselkurse
- Anwendungsorientierte Forschung

### Europa Re-Industrialisierung



- Steigende Energiekosten
- Stagnierende Lohnstückkosten (2000–2014 +1,8 % => +3 % seit 2009 in Deutschland)
- Niedrige Zinsen
- Konstante Wechselkurse
- Horizon 2020

### Asien (China) Transformation der Industrie



- Steigende Energiekosten
- Steigende Lohnstückkosten (2003–2009 +10,9 % => k.A. seit 2009)
- Mittlere Zinsen
- Steigende Wechselkurse
- Staatliche Subventionen
- Massive Investitionen in Bildung/Forschung

# Internet of Everything (IoX)

## Holistische Vernetzung der Welt als Basis neuer „Business-Ecosystems“

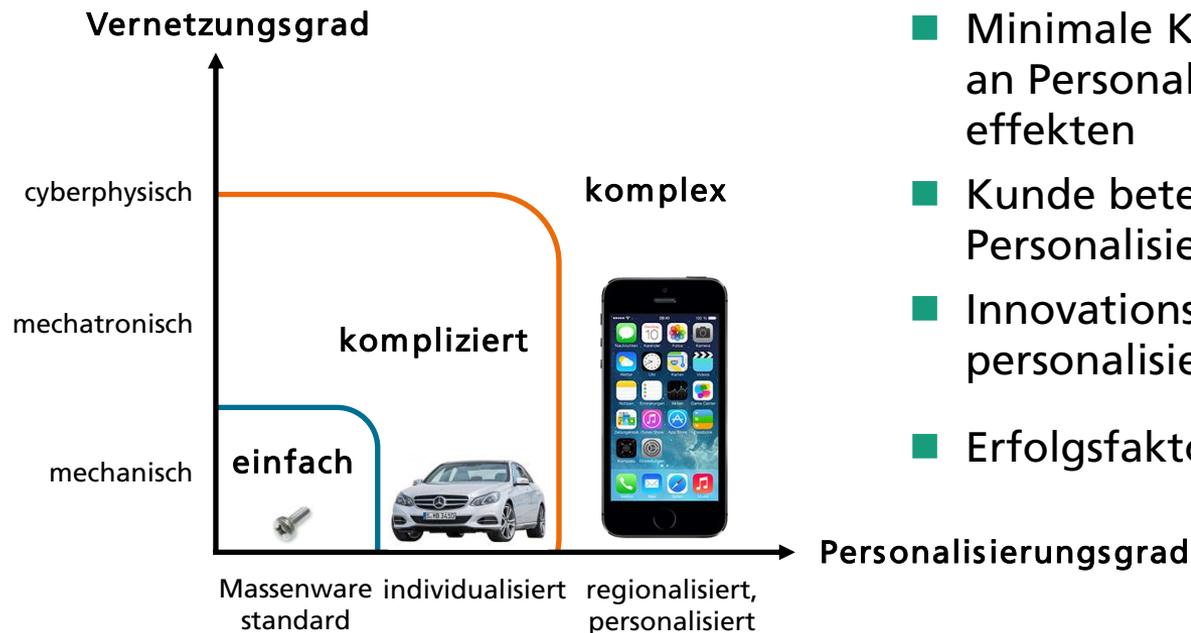
- 3 Mrd Menschen nutzten 2014 das Internet
- 3,8 Mrd Dinge sind 2014 über das Internet vernetzt. (2020 werden vors. 25 Mrd Dinge vernetzt sein.)
- Die Anzahl der Services im Internet sind ungezählt  
Bsp.: über 1,3 Mio Apps im Apple Store wurden mehr als 75 Mrd mal heruntergeladen
- Neue Formen des Wirtschaftens entstehen:
  - Shared Economy
  - Prosumer
  - Industrie 4.0
  - ...



Bildquelle: <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-the-digital-universe-in-2020.pdf>

# Wandel der Produktarchitektur aufgrund von steigender Vernetzung und Personalisierung

Offene Architekturen in Verbindung mit Cyber-physischen Systeme legen die Basis für „Big Bang Disruptions“



- Minimale Komplexität bei Maximum an Personalisierung und Skaleneffekten
- Kunde beteiligt sich am Personalisierungsprozess
- Innovationsfokus: Eco System, personalisierte Assistenz und HMI
- Erfolgsfaktor: Offenheit

Quellen: Wildemann, H.: Wachstumsorientiertes Kundenbeziehungsmanagement statt König-Kunde-Prinzip; Seemann, T.: Einfach produktiver werden – Komplexität im Unternehmen senken; Bildquellen: apple.de

# Die nächste Ebene der Dezentralisierung

## Von der fraktalen Fabrik zum cyber-physischen Produktionssystem



Nach ACATECH, 2012

### Kennzeichen:

- Erfassung unmittelbar physikalische Daten mit Sensoren
- Verwendung weltweit verfügbarer Daten und Dienste
- Daten auswerten und speichern
- Vernetzung über digitale Kommunikationstechnologien
- Einwirken auf physikalische Welt mit Aktoren
- Verwendung multimodaler Mensch-Maschine-Schnittstellen

# Kontextmanagement ersetzt die operative Planung

## Die Smarte Fabrik organisiert sich dezentral und selbst in Echtzeit



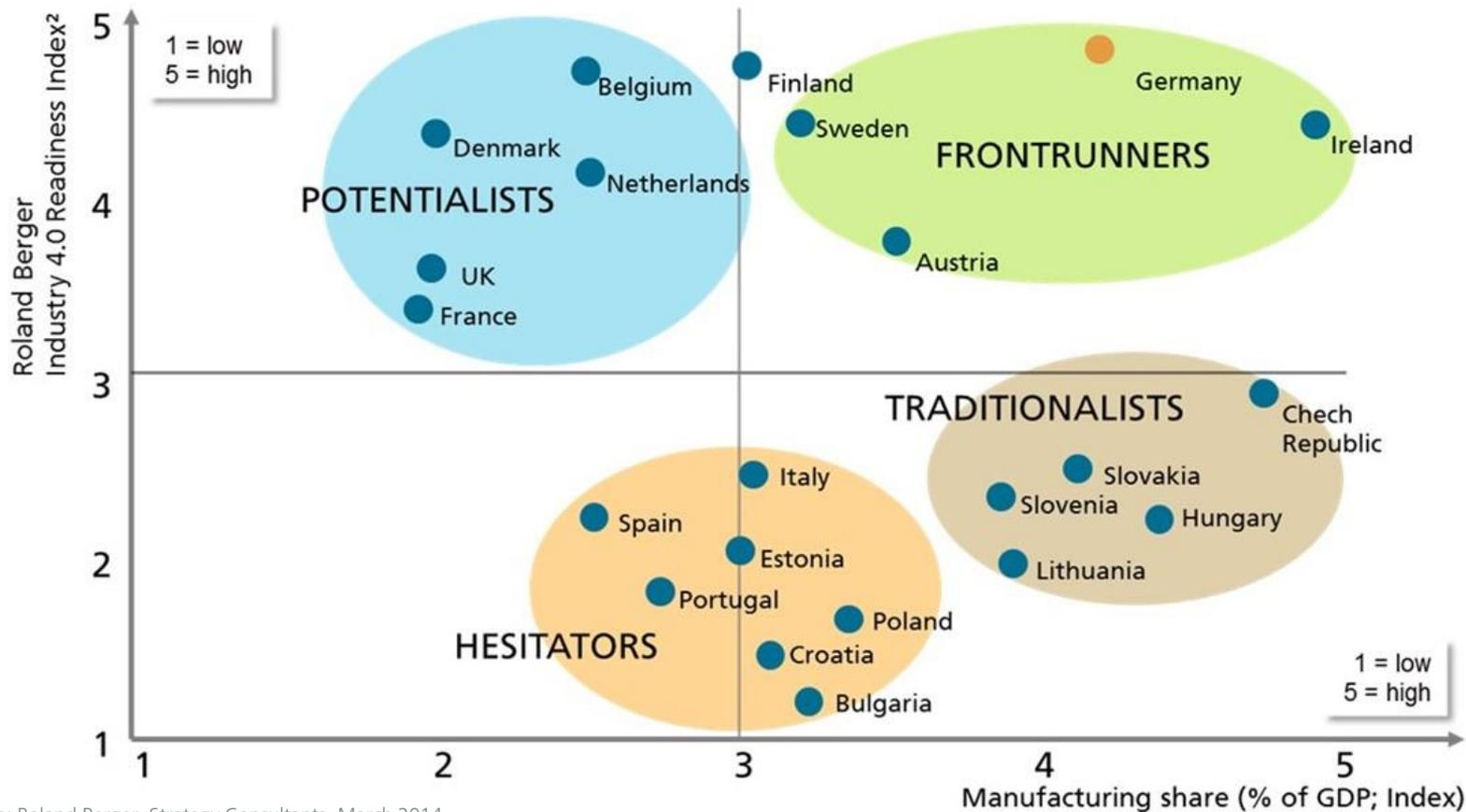
Cyber-physische Systeme (z.B. Maschinen, Anlagen)

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

dezentrale Selbstorganisation in Echtzeit

# Einschätzung der Industrie 4.0 Readiness

## Deutschland hat als Frontrunner die beste Position in Europa



Quelle: Roland Berger, Strategy Consultants, March 2014

<sup>2</sup>Adjusted for outliers Cyprus, Latvia, Luxemburg, Romania, Greece

# Volkswirtschaftliche Potentiale durch Industrie 4.0

## Steigerung Bruttowertschöpfung von 15–30 % möglich bis 2025\*

- Bitkom/IAO erwarten ein zusätzliches Wachstum von 1,7 %/a bis 2025
- John Chambers, CEO Cisco: „... 2 % zusätzliches Wachstum pro Jahr für die dt. Volkswirtschaft ...“\*\*
- Deutsche Unternehmen planen Investitionen von 40 Mrd. € in den nächsten 5 Jahren\*\*\*

| Wirtschaftsbereiche   | Bruttowertschöpfung [Mrd. €] |               | Potenzial durch Industrie 4.0 | Jährliche Steigerung | Steigerung [Mrd. €] |
|---|------------------------------|---------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|
|   | 2013                         | 2025*         | 2013-25                       | 2013-25              | 2013-25             |
| Chemische Industrie   | 40,08                        | 52,10         | +30%                          | 2,21%                | 12,02               |
| Kraftwagen- und Kraftwagenteile   | 74,00                        | 88,80         | +20%                          | 1,53%                | 14,80               |
| Maschinen- und Anlagenbau   | 76,79                        | 99,83         | +30%                          | 2,21%                | 23,04               |
| Elektrische Ausrüstung  | 40,27                        | 52,35         | +30%                          | 2,21%                | 12,08               |
| Land- und Forstwirtschaft   | 18,55                        | 21,33         | +15%                          | 1,17%                | 2,78                |
| Informations- und Kommunikationstechnik                                     | 93,65                        | 107,70        | +15%                          | 1,17%                | 14,05               |
| <b>Potenzial der 6 ausgewählten Branchen</b>                                | <b>343,34</b>                | <b>422,11</b> | <b>+23%</b>                   | <b>1,74%</b>         | <b>78,77</b>        |
| Beispielhafte Hochrechnung für die Gesamtbruttowertschöpfung in Deutschland | 2.326,61                     | 2.593,06**    | +11,5%**                      | 1,27%**              | 267,45**            |

\* Bei den Hochrechnungen für 2025 wurde kein Wirtschaftswachstum berücksichtigt. Es handelt sich um eine reine Relativbetrachtung mit und ohne die Industrie 4.0-Potentiale für die sechs ausgewählten Branchen.

\*\* Gesamtsumme enthält die Industrie 4.0-Potentiale für die sechs ausgewählten Branchen sowie die Hochrechnung der restlichen Branchen unter der Annahme, dass für diese ein Potenzial in Höhe von 50% des für die ausgewählten Branchen gilt.

Quelle: \* Bitkom/IAO 2014, \*\* Sueddeutsche.de, \*\*\* PwC Studie 2014, wiwo.de



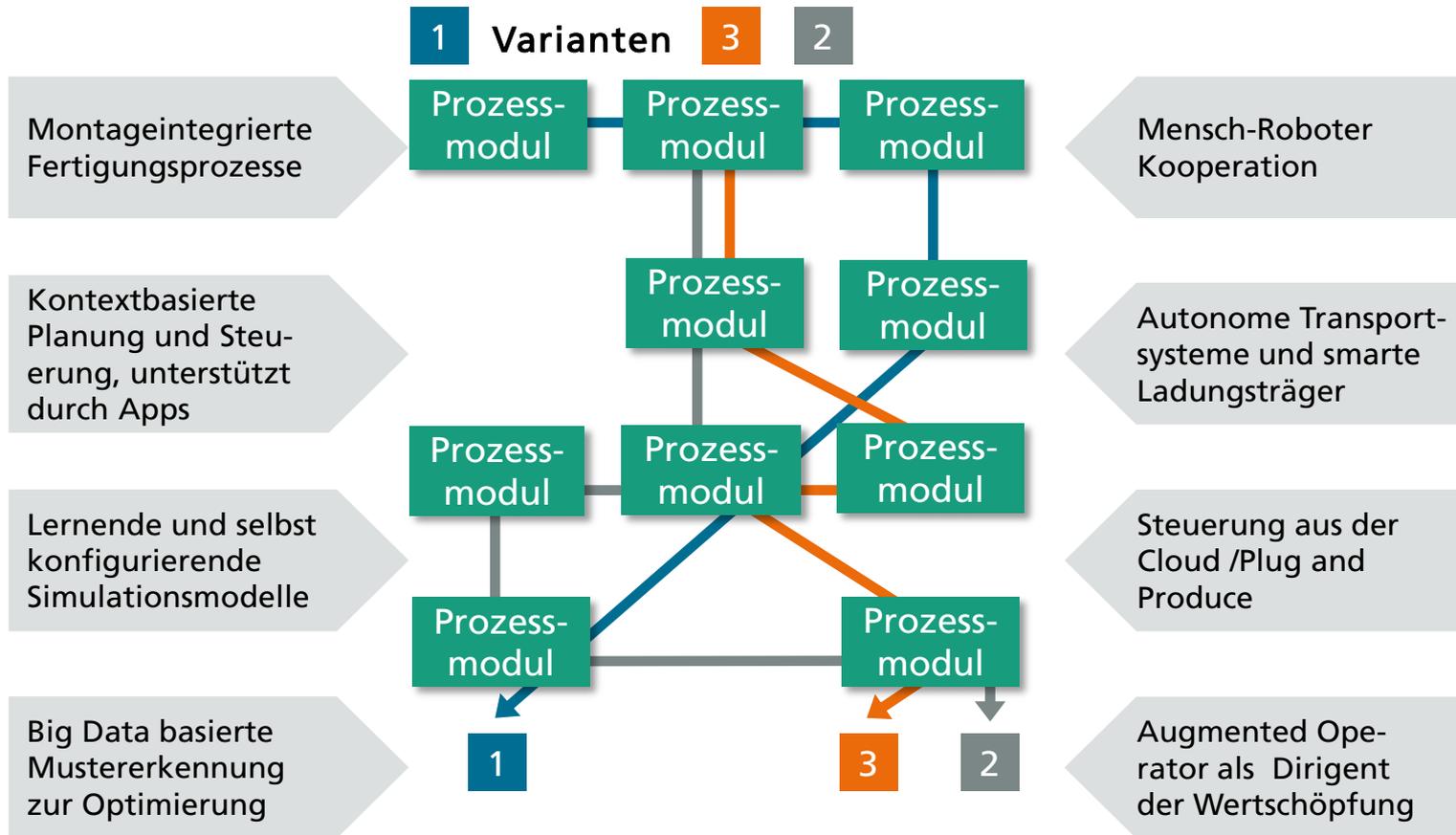
# Optimierung der Wertschöpfung

# ARENA2036 – Stuttgart Research Campus

## Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles

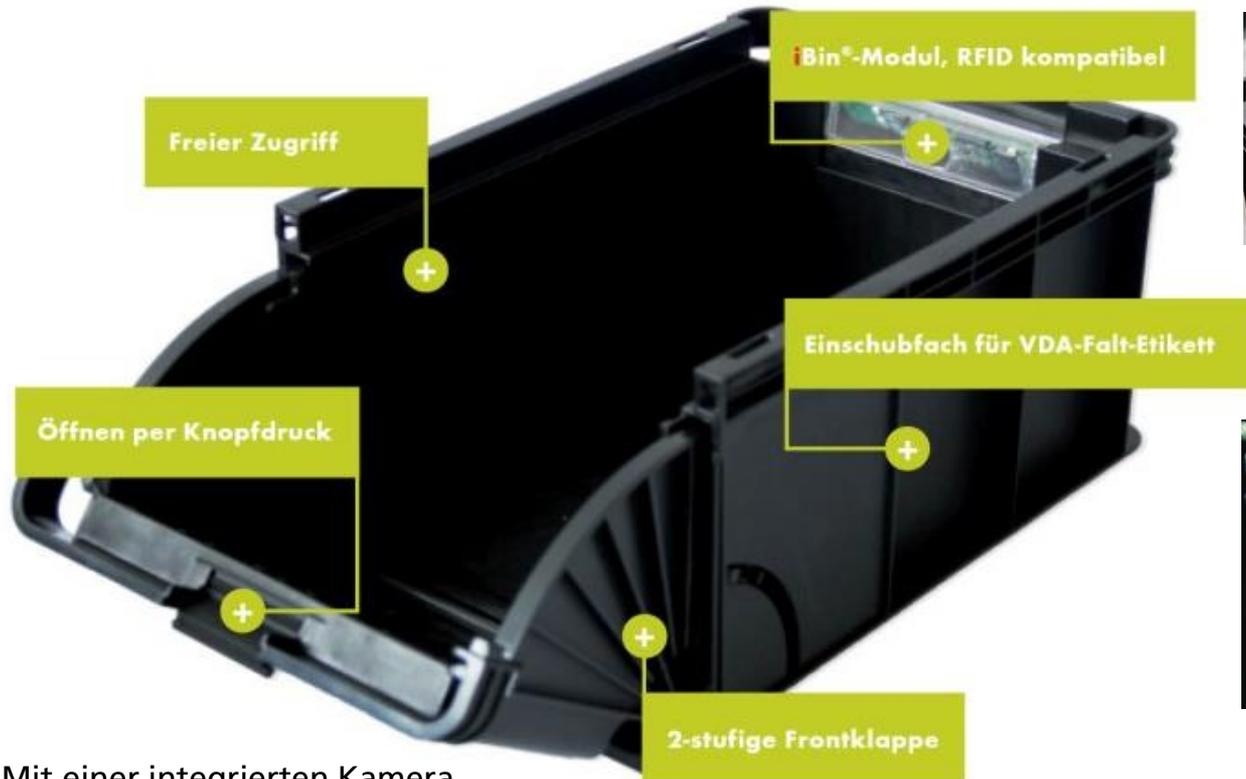


# Automobilproduktion morgen – Entkopplung von Band und Takt durch flexibel vernetzbare und skalierbare Prozessmodule im Produktionsraum



# Alle Objekte in der Fabrik werden smart

## iBin – Intelligente Behälter bestellen ihre Befüllung autonom



Mit einer integrierten Kamera und im Zusammenspiel mit seiner Cloud zählt der iBin die Teile, die in ihm liegen.

Quelle: Fraunhofer IML, Prof. Dr. Michael ten Hompel



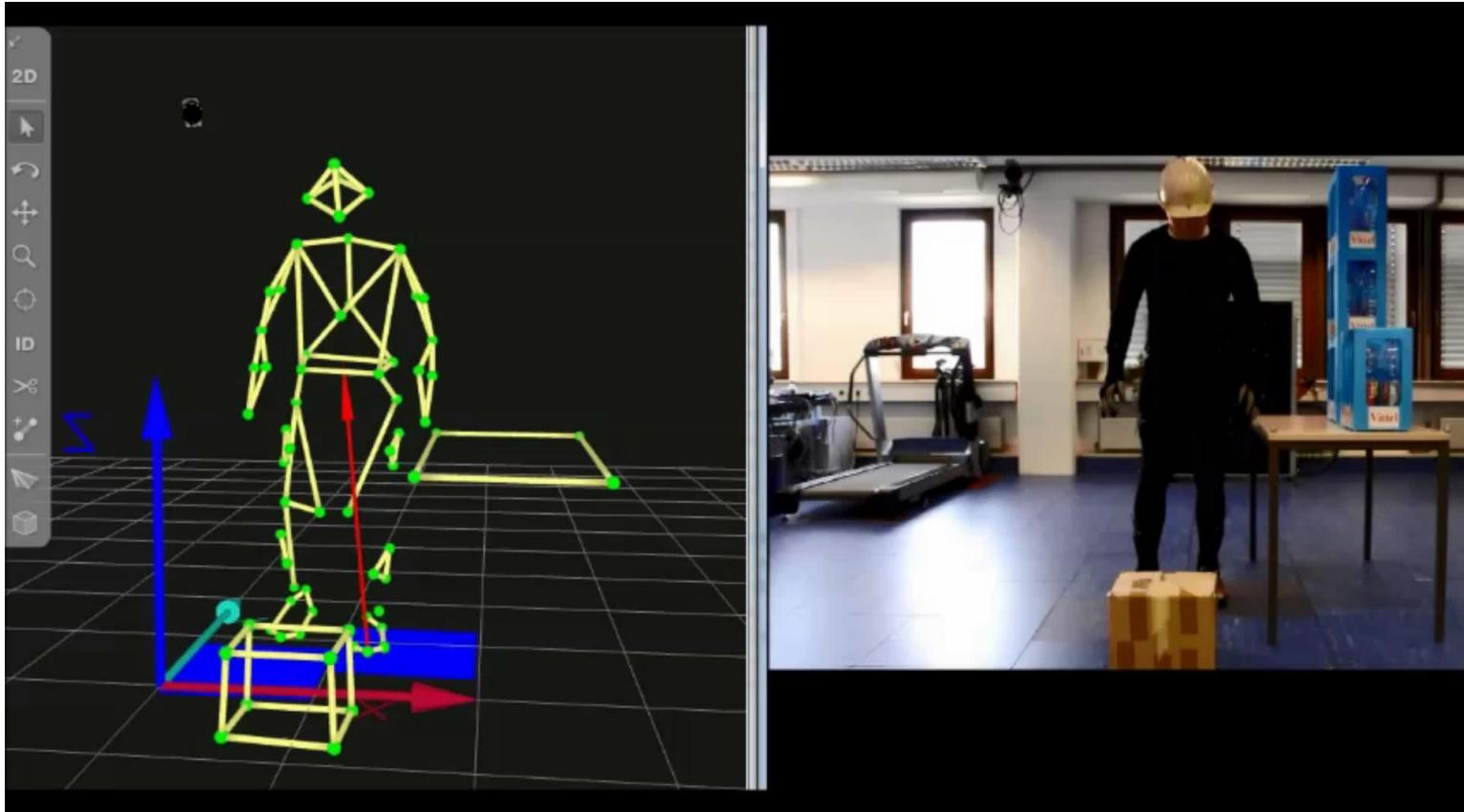
# Zellulare Fördertechnik

## Schwarmintelligenz für die Logistik



Quelle: Fraunhofer IML, Prof. Dr. Michael ten Hompel

# Trainings-Avatar für die Produktion



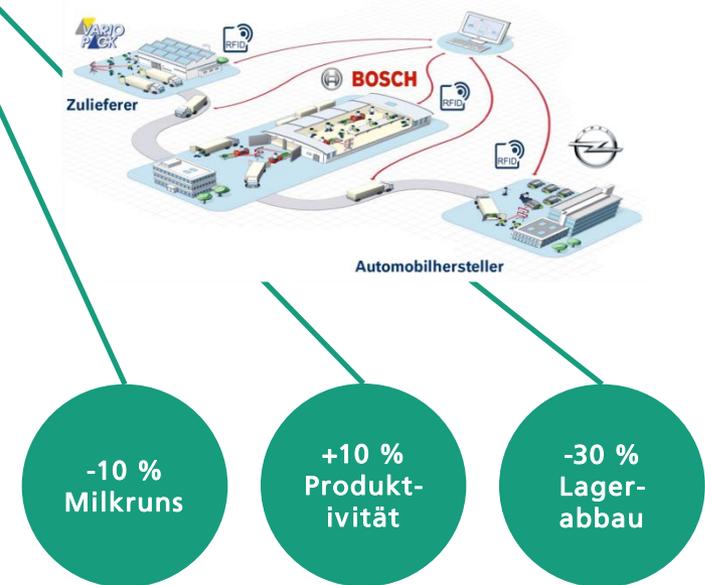
# Unternehmenspotenziale durch Industrie 4.0

Experten erwarten eine Gesamt-Performance-Steigerung von 30–50 % in der Wertschöpfung

## Abschätzung der Nutzenpotenziale

| Kosten                       | Effekte  | Potential              |
|------------------------------|--|------------------------|
| <b>Bestandskosten</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzierung Sicherheitsbestände</li> <li>Vermeidung Bullwhip- und Burbridge-Effekt</li> </ul>   | <b>-30 % bis -40 %</b> |
| <b>Fertigungskosten</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung OEE</li> <li>Prozessregelkreise</li> <li>Verbesserung vertikaler und horizontaler Personalflexibilität</li> </ul>                    | <b>-10 % bis -20 %</b> |
| <b>Logistikkosten</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Erhöhung Automatisierungsgrad (milk run, picking, ...)</li> </ul>   | <b>-10 % bis -20 %</b> |
| <b>Komplexitätskosten</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Erweiterung Leitungsspannen</li> <li>Reduktion trouble shooting</li> </ul>  | <b>-60 % bis -70 %</b> |
| <b>Qualitätskosten</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Echtzeitnahe Qualitätsregelkreise</li> </ul>  | <b>-10 % bis -20 %</b> |
| <b>Instandhaltungskosten</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Optimierung Lagerbestände Ersatzteile</li> <li>Zustandsorientierte Wartung (Prozessdaten, Messdaten)</li> <li>Dynamische Priorisierung</li> </ul> | <b>-20 % bis -30 %</b> |

Pilotprojekt von Bosch, bei dem der gesamte Versandprozess über das werksinterne Logistikzentrum in einem Industrie 4.0-Projekt neu strukturiert wurde.



Quelle: IPA/Bauernhansl, Bosch

# Neue Geschäftsmodelle



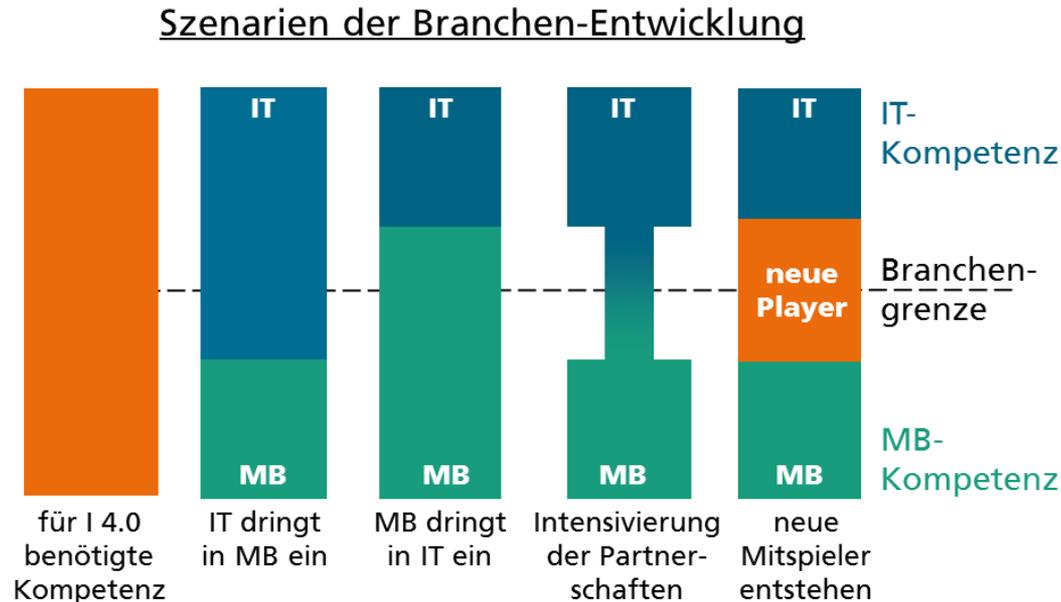
# XaaS-Concept – Everything as a Service

## Holistische Serviceorientierung führt zu neuen Wertschöpfungsstrukturen und Ökosystemen

|                                |                                    | Aufgaben  | Beispiele   |
|--------------------------------|------------------------------------|---|---|
|                                |                                    |   |   |
| Everything as a Service (XaaS) | Value as a Service (VaaS)          | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Personalisierte Dienste zur Bedürfniserfüllung (z.B. Mobilität, Gesundheit)</li></ul>                             | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Logistic as a Service (Amazon)</li><li>■ Mobility as a Service (Daimler)</li><li>■ Assembly as a Service (Foxconn)</li></ul>                          |
|                                | Modules as a Service (MaaS)        | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Offene Hard- und Softwaremodule zur Komposition personalisierter Dienste</li></ul>                                | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Ara modules (Google)</li><li>■ Apps (Runtastic)</li><li>■ Autos (Local Motors)</li></ul>  |
|                                | Plattform as a Service (PaaS)      | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Life Cycle Umgebung &amp; Kommunikation zum wirtschaftlichen Bereitstellen der Soft- und Hardwaremodule</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>■ App Store (Apple)</li><li>■ Production plattform (emachineshop)</li><li>■ Virtual Fort Knox (FhG)</li><li>■ Home Applications (First built)</li></ul> |
|                                | Infrastructure as a Service (IaaS) | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Infrastrukturlandschaft als Basis für Plattformen und zur Bereitstellung von Modulen</li></ul>                    | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Cloud Infrastructure (IBM)</li><li>■ Mobile Communication (Telekom)</li><li>■ Netze (ENBW)</li></ul>  |

# Branchenentwicklung in der Industrie 4.0

## Die klassischen Branchengrenzen lösen sich auf

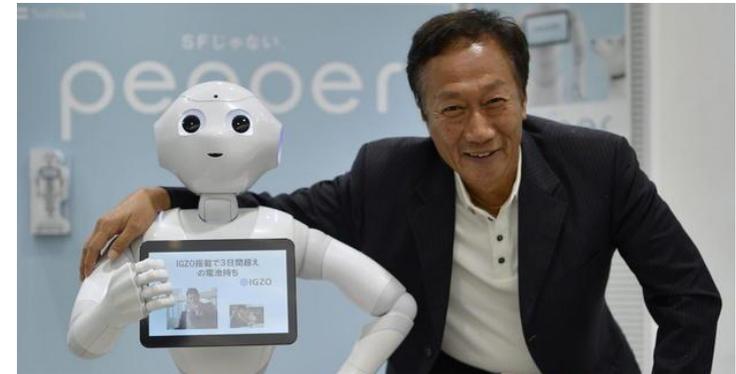


- Neue technischen Möglichkeiten führen zur Auflösung der klassischen Branchengrenzen.
- Erfolgreiche Maschinenbau-Unternehmen verstehen sich in Zukunft auch als IT-Anbieter
- Neue Branchenlösungen entstehen an den Schnittstellen
- Stärkere Vernetzung macht intensivere Partnerschaften erforderlich

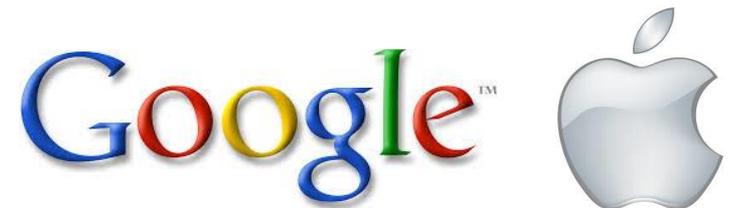
# Asiatische Firmen werden in Kooperation mit amerikanischen Firmen völlig neue Roboter entwickeln

## Der Foxbot kommt schneller als uns lieb sein kann

- Foxconn, größter High-Tech-Zulieferer der Welt, will künftig Produktionsroboter einsetzen
- Foxconn-Chef Terry Gou verkündet, bald 10.000 Fertigungsroboter anzuschaffen
- Foxconn hat mit Google einen Kooperationsvertrag geschlossen
- Apple soll Foxconn unterstützen: Apple-Jahresbericht von 2013 weist eine Investition von 10,5 Mrd Dollar für „fortgeschrittene Zuliefertchnik“ aus



**FOXCONN**<sup>®</sup>  
Advancing Through Innovation



# Erfolgsfaktoren für die Industrie

## Maximale Kundennähe bei höchster Produktivität

- **Erweitertes Wertschöpfungssystem**  
(Ecosystem, Geschäftsmodell, Kunden- und Lieferantenintegration, Kundenorientierung)
- **Umfassende Transparenz**  
(Vertikale und horizontale Vernetzung in Echtzeit, Kommunikationsorientierung)
- **Schnelle Prozessfähigkeit**  
(Big Data, Predictive Analytics, Qualifikation, Lernkurvenorientierung)
- **Hohe Flexibilität und Skaleneffekte**  
(Alles wird zum Service/XaaS, Dezentralisierung, Vernetzung, Serviceorientierung)
- **Maximale Effizienz und Verbundeffekte**  
(Zero Waste Technologien, Wandlungsbereitschaft und -fähigkeit, Autonomie, Ressourcenorientierung)
- **Neue Sicherheitskultur**  
(Safety, Security und Privacy, Risikoorientierung)
- **Optimale Rahmenbedingungen**  
(Infrastruktur, Finanzierung, Forschungslandschaft, lebenslanges Lernen)

# Erfolgreiche Einführung von Industrie 4.0



- Herausforderungen und Anforderungen an die IT
- Praxisbeispiele
- Ausblick in die Zukunft

ISBN 978-3-658-04681-1

# INDUSTRIE 4.0 – NEUE WEGE IN DER PRODUKTION

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl  
23. Februar 2014

