

# Robotisierung der Wertschöpfung

## Implikationen für eine Arbeit 4.0

**DigiKon 2015**

Friedrich Ebert Stiftung

Berlin, 24./25. November 2015

Prof. Dr. Anja Richert

IMA/ZLW & IfU  
Faculty of Mechanical Engineering  
RWTH Aachen University

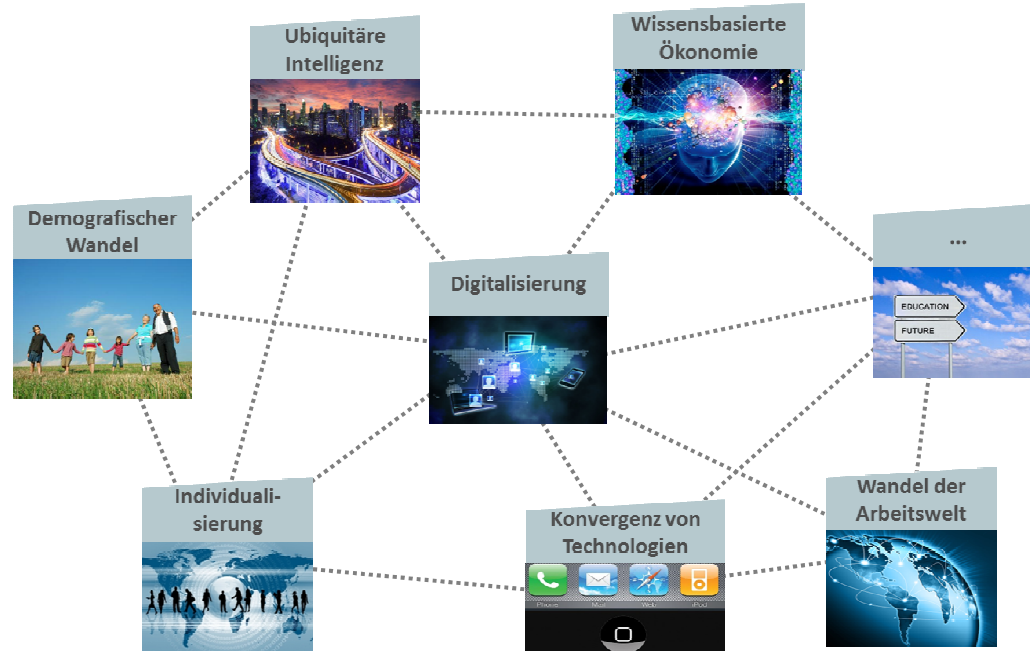
# Die vierte Industrielle (R)Evolution...

## Industrie 4.0 - Jeder und alles ist vernetzt

2

“Industrie 4.0 leistet darüber hinaus einen Beitrag zur Bewältigung aktueller Herausforderungen wie Ressourcen- und Energieeffizienz, urbane Produktion und demografischer Wandel.“

Henning Kagermann et.al.,  
acatech, 2013



„lokal“  
zu „global“

„lokal“  
zu „global“

um 1750

um 1900

um 1970

heute

### 1. industrielle Revolution

Mechanische Produktionen  
nutzen systematisch Wasser-  
und Dampfergie

### Energierévolution

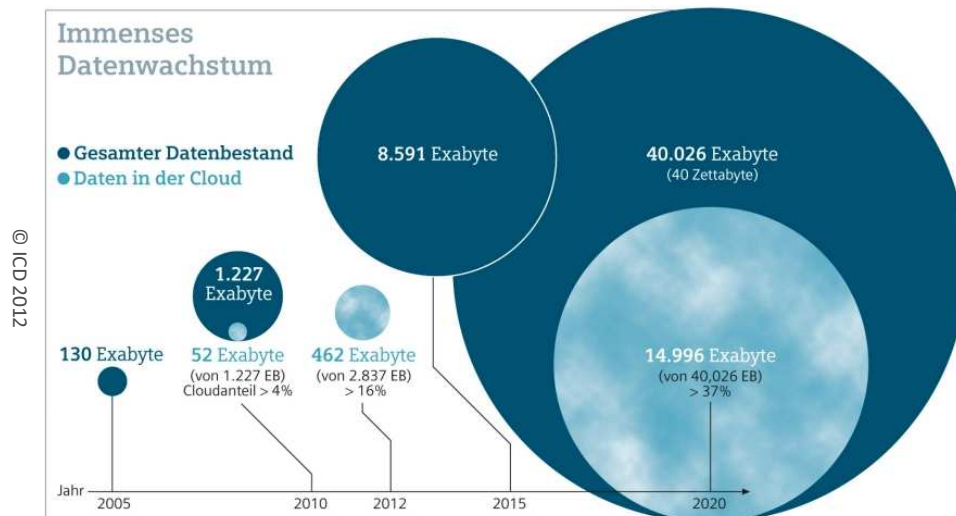
Zentralisierte Infrastruktur von  
Elektroenergie;  
Massenproduktion mittels  
Arbeitsteilung

### Digitale Revolution

Computertechnologie und  
Kommunikationstechnologien  
verbessern die Intelligenz von  
Systemen

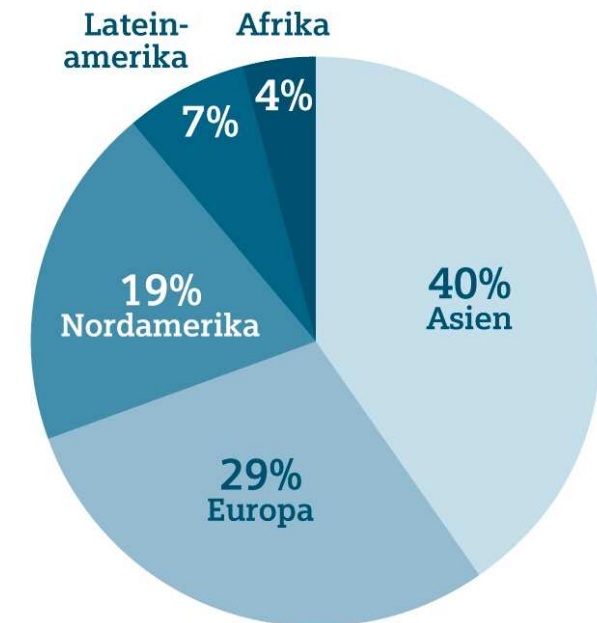
### Informationsrevolution

Jeder und alles ist vernetzt –  
vernetzte Informationen als  
Grundlage für KI



## Kommunikation von Maschine zu Maschine: Asien klar an der Spitze

Weltweite Anteile am M2M-Markt (2013)



## Charakteristika industrieller Revolutionen: The vendor change

Google



Nevada issued Google a license: the world's first driverless car to drive on public streets (2012)



latest version of Google's self driving car (Huffington Post, 28.5.2014)



first sightings of the iCar (?) in New York and San Francisco (16.2.2015)

Apple Inc.



Ford 021C concept car 2012, designed by Newson now at Apple (1999)

**Automobil-Spezialisten? – Nein.  
Konnektivitäts- &  
Daten-Spezialisten.**

um 1750

### 1. industrielle Revolution

Mechanische Produktionen nutzen systematisch Wasser- und Dampfergie

um 1900

### Energierévolution

Zentralisierte Infrastruktur von Elektroenergie; Massenproduktion mittels Arbeitsteilung

um 1950

### Digitale Revolution

Computertechnologie und Kommunikationstechnologien verbessern die Intelligenz von Systemen

heute

### Informationsrevolution

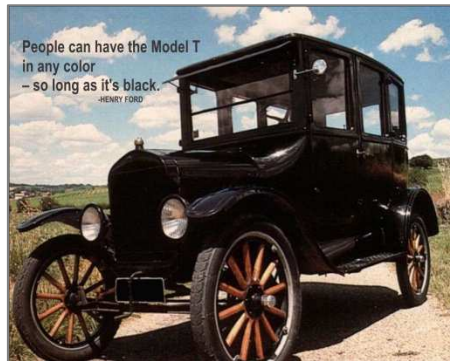
Jeder und alles ist vernetzt – vernetzte Informationen als Grundlage für KI

# #1 Data-driven Innovation

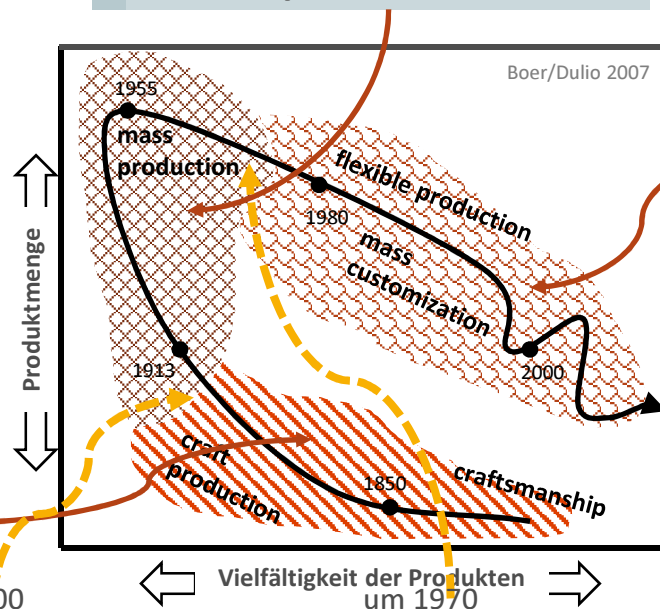
- Immenses Datenwachstum...
- ...und die Technologien dieses zu nutzen...
- ...lassen neue Anbieterstrukturen entstehen.

## Closing the loop: Von “Losgröße eins” zu “Losgröße eins”

Die Anforderungen des heutigen Marktes ähneln denen des 18. Jahrhunderts. Verbraucher möchten hochgradig maßgeschneiderte Produkte zu einem stabilen Preis .



### Massenproduktion



### Mass Customization

### Individual Customization



### Handwerkliche Produktion

um 1750

um 1900

um 1970

heute

#### 1. industrielle Revolution

Mechanische Produktionen nutzen systematisch Wasser- und Dampfergie

#### Energierévolution

Zentralisierte Infrastruktur von Elektroenergie; Massenproduktion mittels Arbeitsteilung

#### Digitale Revolution

Computertechnologie und Kommunikationstechnologien verbessern die Intelligenz von Systemen

#### Informationsrevolution

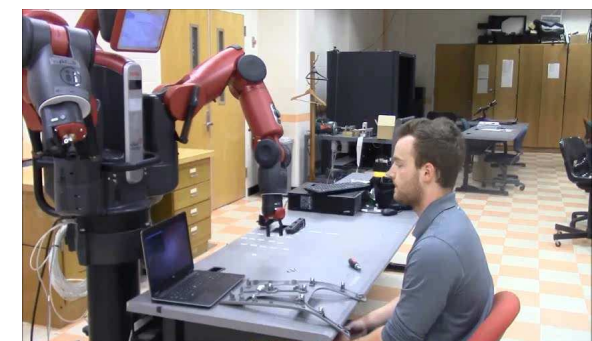
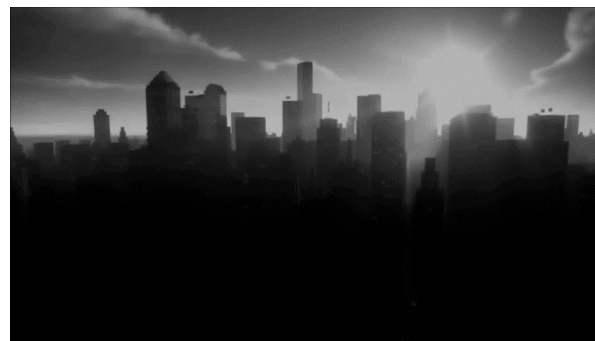
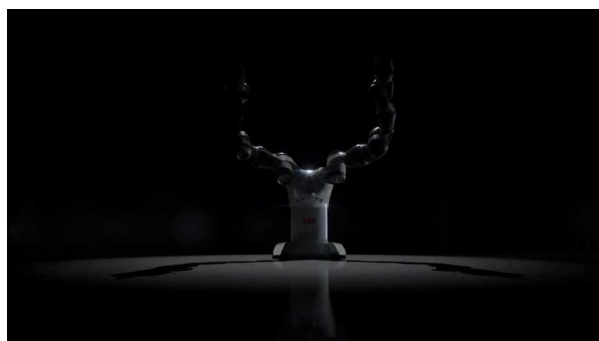
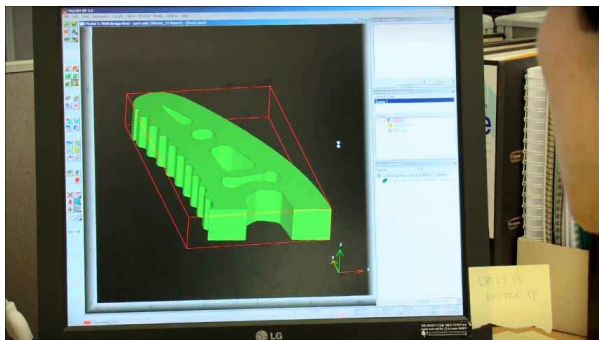
Jeder und alles ist vernetzt – vernetzte Informationen als Grundlage für KI

# Veränderungen in der Wertschöpfung

## Von additiv-generativer Fertigung bis hybriden Mensch-Maschine-Teams

7

- ! 3-Druck – Der Weg zur individualisierten Massenproduktion?
- ! Neue Formen von Automatisierungstechnik und künstlicher Intelligenz
- ! Neue Möglichkeiten der Mensch-Maschine-Interaktion



Quelle: youtube

### → Organisation “on demand” – individualisiert von Kunden – initialisiert von Produkten



- Multi-Agenten Konzepte
- Modelle aus der Biologie und Sozialwissenschaft
- Autopoiesis & Embodiment Theory



- Produkt agiert als „Super-Agent“:
- Plant Produktion und Transportationsschritte
  - Fragt Service von Agenten an
  - Verhandelt mit anderen Produkten über Agenten-Ressourcen

Zusammenstellen  
heterogener Akteure zu einem Produktionsteam

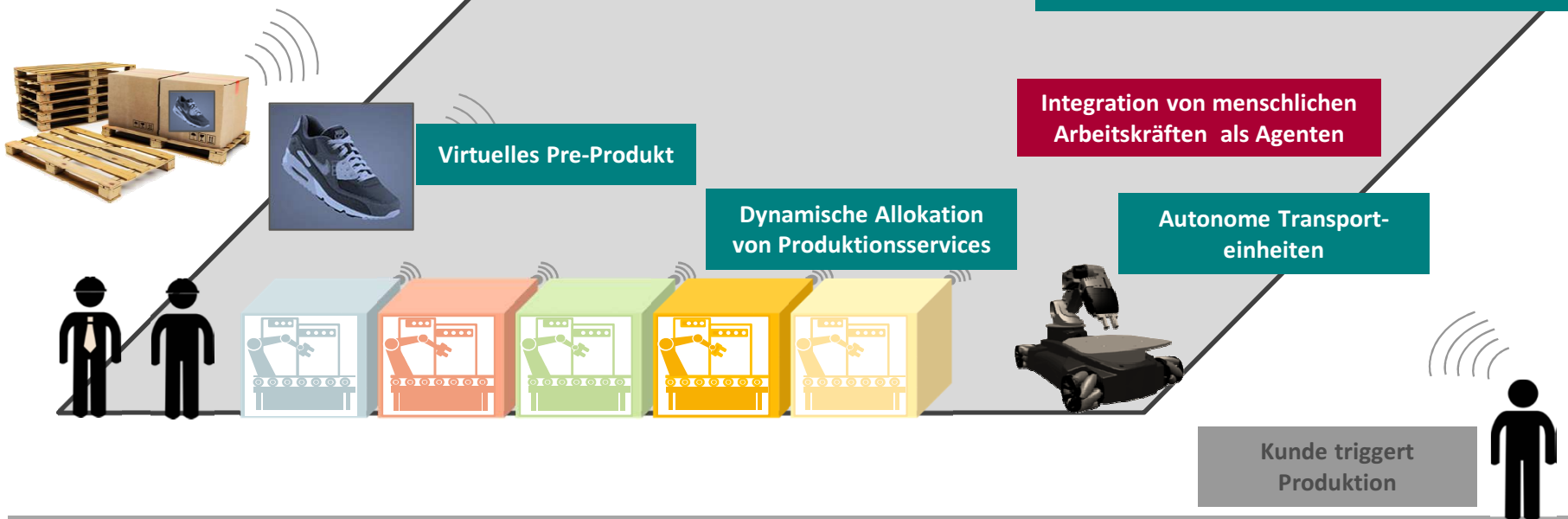
Integration von menschlichen  
Arbeitskräften als Agenten

Virtuelles Pre-Produkt

Dynamische Allokation  
von Produktionsservices

Autonome Transport-  
einheiten

Kunde triggert  
Produktion



# Eingebettete Systeme

## Miniaturisierung

## Informationsintegration



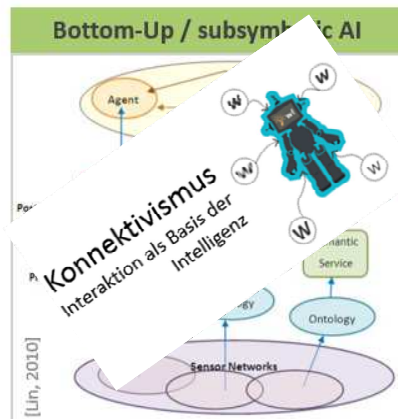
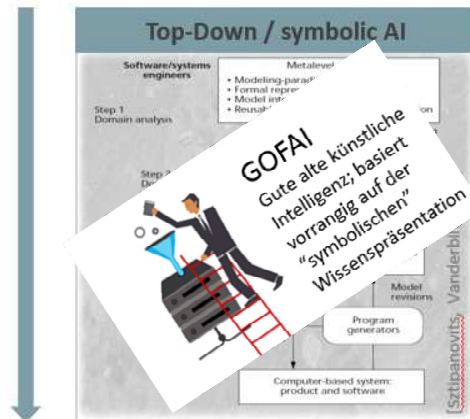
## Team-roboter



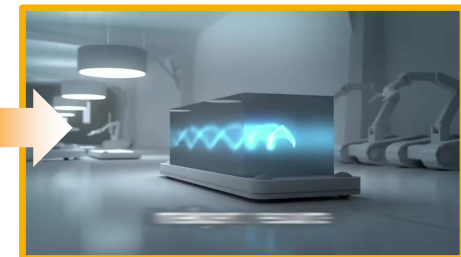
“Car2Infra-  
structure”



## “Smart Grid”



# Intelligente Fabrik



## #2 Two worlds collide

- Durchbrüche in KI, Multi-Agentensystemen und 3D-Druck...
- ...bringen Realität und Virtualität näher zusammen...
- ...und verändern Bildungs- und Arbeitsinhalte.

### → Neue Arbeitswelt



Source: <http://newworldofwork.wordpress.com/>



Source: <http://www.weidmuller.com/bausteine.net/i/75013/Motiv-Sondertafel-Industrie-4.jpg>

!

- Digitalisierung der Arbeitswelt
  - Kollaborative Methoden der Arbeit
  - Fortschritte in der Automatisierung
  - Gesteigerte Mensch-Maschine-Kooperation
- Beitrag für den demografischen Wandel

#### Technische Welt



- Neue Phasen der Automatisierungstechnologie
- Roboter außerhalb fester Bereiche
- Mobile Robotertechnik...

#### Globalisierte Organisationen



- Strukturen über geografische Distanzen
- Globalisierte virtuelle Kommunikation

#### Human Resource Management



- "Active Sourcing 4.0"
- IT-gestütztes Recruiting
- Wechsel von "dauerhaft beschäftigt" zu "vorübergehend beschäftigt"

#### Organisatorische Funktionsweise

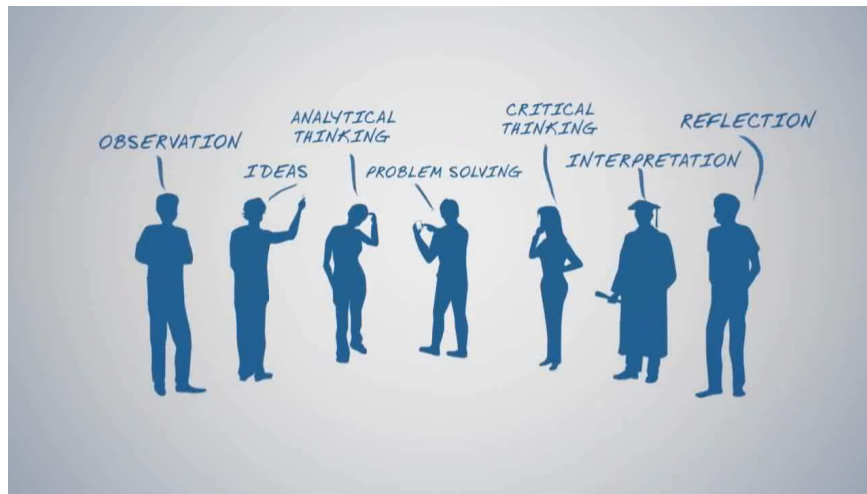


- Neue Typen der Organisationen
- Neue Wege der Leistungs- und Erfolgsbewertung

# Eine neue Arbeitswelt...

## ... führt zu: neuen Kompetenzmodellen

12



© QSR International, Education 4.0

“Die Innovation und Entwicklung **Cyber-physischer Systeme** erfordert eine Zusammenarbeit von Computer- und Netzwerk-Spezialisten mit Experten **unterschiedlichster Disziplinen**. Dadurch verändert sich die Ausbildung von Ingenieuren und Wissenschaftlern auf **revolutionäre Weise**.”

[Rajkumar, “Cyber-Physical Systems: the next computing revolution”, 2010]



Partnership for 21st Century Skills: 21st Century Skills, Education & Competitiveness – A Resource and Policy Guide (2008)

Komplexe, multidisziplinäre, ergebnisoffene Probleme in teilautonomen Teams unterschiedlichster Zusammensetzungen lösen

### Fähigkeiten des 21. Jahrhunderts

Neue Formen der Kommunikation und Zusammenarbeit

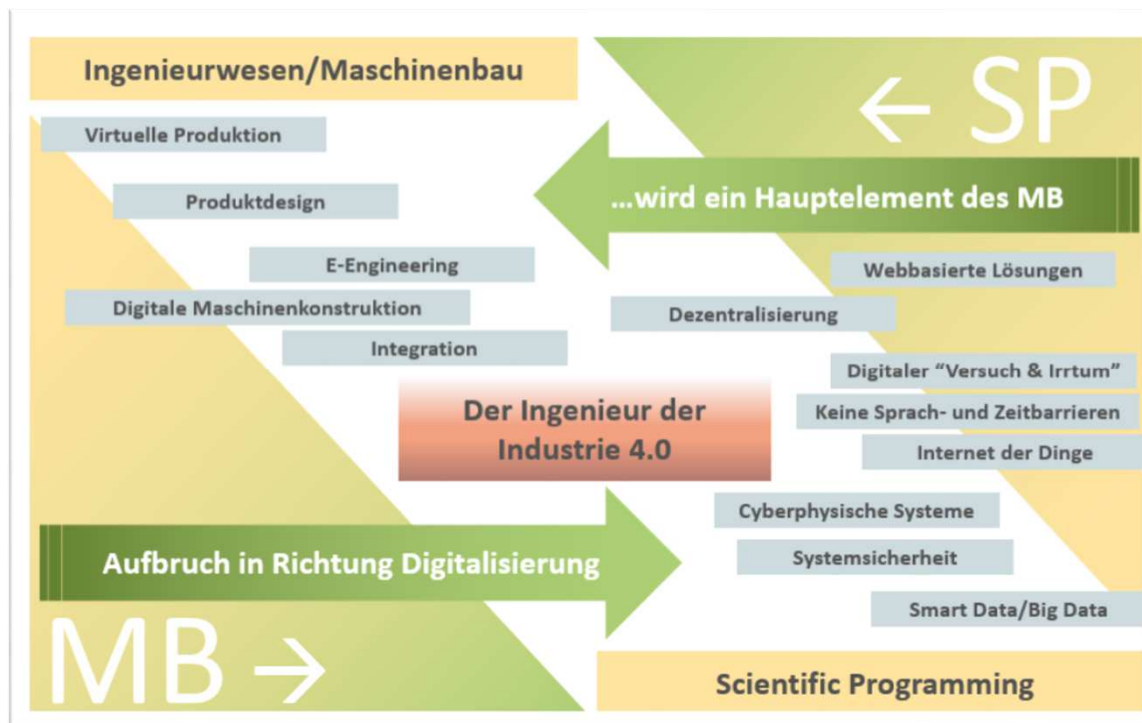
Kritisches Denken und Entscheidungsfindung

Kreativität und unternehmerisches Denken

Wissen und Informationen innovativ verwenden

# Eine neue Arbeitswelt... ... und neue Bildungserfordernisse und -möglichkeiten

13



Quelle: Tricat



Quelle: Tricat

## Ausbildungsleitbild: Prozessorientierung mit fachsystematischer Reflexion

Im Zentrum des Lernens steht die arbeitsprozessbezogene Perspektive,  
im Zentrum der Reflexion steht die technikbezogene Perspektive



Bild: Bergische Universität Wuppertal



<https://www.press.bmwgroup.com/austria/pressDetail.html>

# #3 Computer Science is the New Latin

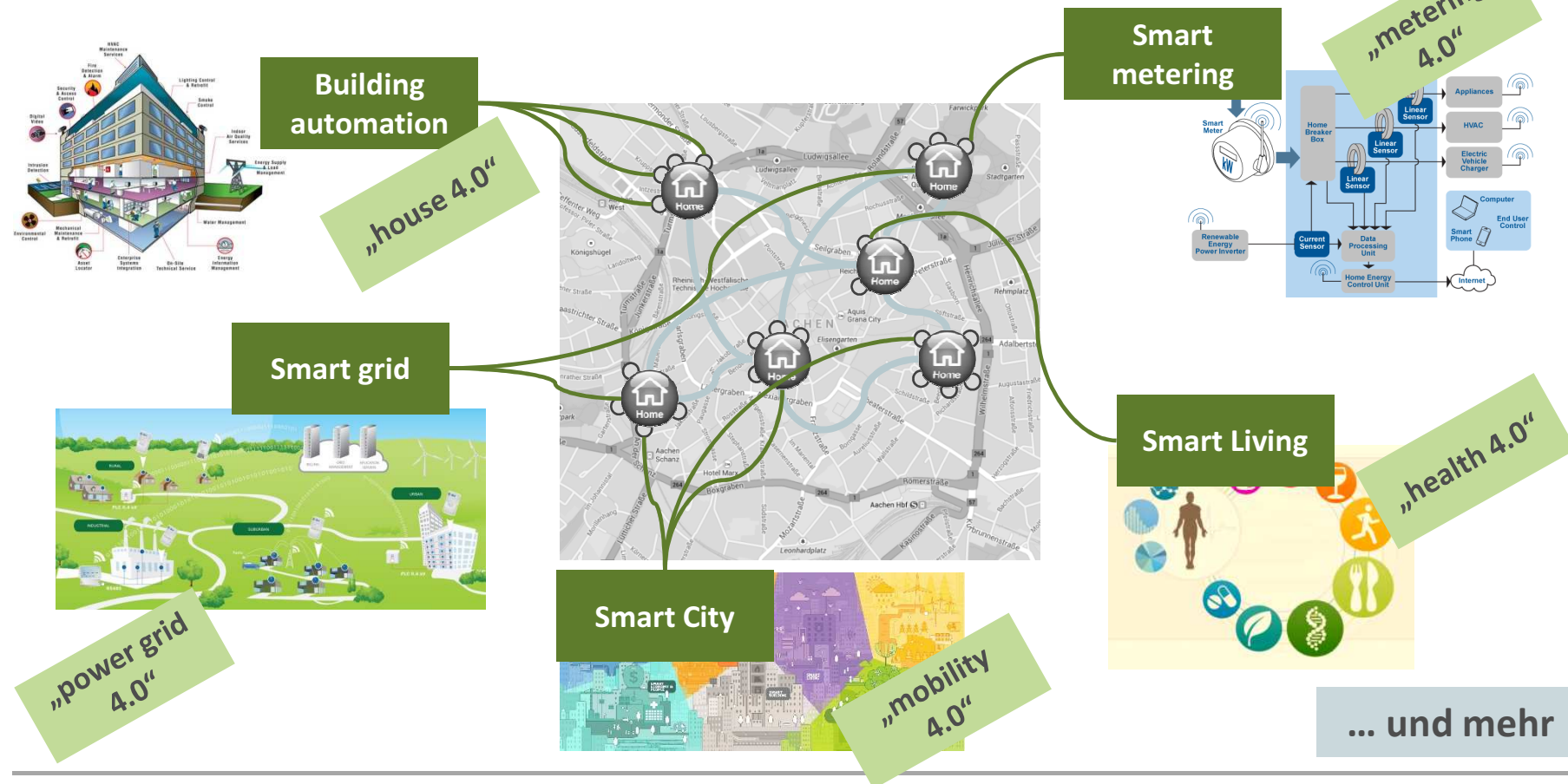
- IT-getriebene Veränderungen der Arbeitswelt,...
- ...omnipräsente Daten- und Informationsströme...
- ...verändern Anforderungen an Kompetenzen und Fähigkeiten.

# Von Industrie 4.0... ...zu "everything 4.0"

15

When wireless is fully applied, the whole earth will be converted into a huge "brain"...  
(Tesla 1926)

Die Integration komplexer Informationen von vielfältigen, heterogenen Quellen eröffnet vielfältige Möglichkeiten der Optimierung: bspw. Energieverbrauch, Sicherheitsangebote, Rettungsdienste genauso wie die steigende Lebensqualität





### Angst vor Verlust der Privatsphäre

Hochgradig vernetzte Kommunikationswelt sorgt für eine neuartige Verbindung von virtueller und realer Gesellschaft

„Google Serves 25 Percent of North American Internet Traffic” McMillan, wired.com, 2013



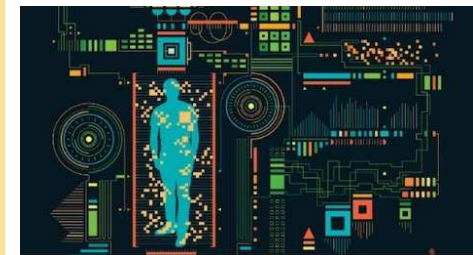
- Zentralisierte Strukturen entstehen ohne Mitwissen des Nutzers
- Zunehmende Bedeutung des digitalen Fingerabdrucks als zentrale Größe für Sichtbarkeit im Internet



### Precobs – „Vorhersagen, wo Verbrecher das nächste Mal zuschlagen“

Biermann, Zeit, 2015

- Predictive Policing zur Mustererkennung in heterogenen Polizeidaten
- Impact ungewiss, Evaluation der Technik fehlt
- Bestimmte Systeme machen zudem gezielte Fahndungen nach Menschengruppen möglich



## Arbeitslos durch Digitalisierung?

?

- Arbeitswelt ändert sich massiv. Viele der heutigen Tätigkeiten werden obsolet sein.
- Kann diese Einschätzung auf die Beschäftigung insgesamt übertragen werden? Nein.
- Empirie zeigt: Im Zuge der bisherigen industriellen Revolutionen wurden stets mehr Arbeitsplätze geschaffen als abgebaut.
- Solow-Paradoxon gilt auch in Bezug auf Industrie 4.0

→

- ABER: Digitalisierung = hohe Anpassungserfordernisse
- Gering Qualifizierte werden es auch zukünftig schwer haben
- Jedoch entstehen neue Bildungsmöglichkeiten auch durch Digitalisierung



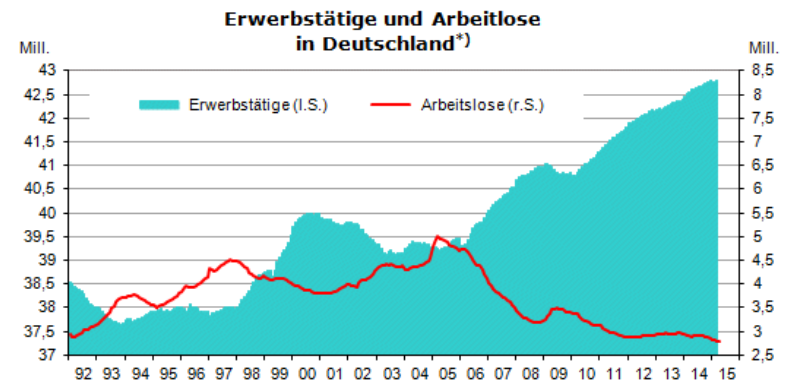
Geht uns die Arbeit aus? Parkett der Frankfurter Börse in den Jahren 1962, 1986 und 2015.



1970er-Jahre: deutlich negativer Zusammenhang zwischen Produktivitätsfortschritt und Veränderung des Arbeitsvolumen. Darauf folgende Dekaden: schwache Wendung ins Positive. Letzte Dekade: ausgeprägter Gleichlauf mit einem Korrelationskoeffizient von bemerkenswerten 0,86.

Quelle: Ameco Datenbank/Europäische Kommission

© Prognos 2015



\*) saisonbereinigt; vergleichbare Skalen

Quelle: Deutsche Bundesbank

©UR

# #4 Everything 4.0

- Vernetzung geht über die Industrie 4.0 hinaus,...
- ...verändert unseren Alltag und die Gesellschaft...
- ...und erfordert neue Lebens- und Politikmodelle.

# Ihre Meinung?

## #1 Data-driven Innovation

- Immenses Datenwachstum...
- und die Technologien dieses zu nutzen
- lassen neue Anbieterstrukturen entstehen.

## #3 Computer Science is the New Latin

- IT-getriebene Veränderungen der Arbeitswelt,
- omniprésente Daten- und Informationsströme
- verändern Anforderungen an Kompetenzen und Fähigkeiten.

## # Two worlds collide

- Durchbrüche in KI, Multi-Agentensystemen und 3D-Druck...
- bringen Realität und Virtualität näher zusammen
- und verändern Bildungs- und Arbeitsinhalte.

## #4 Everything 4.0

- Vernetzung geht über die Industrie 4.0 hinaus,
- verändert unseren Alltag und die Gesellschaft
- und erfordert neue Lebens- und Politikmodelle.



---

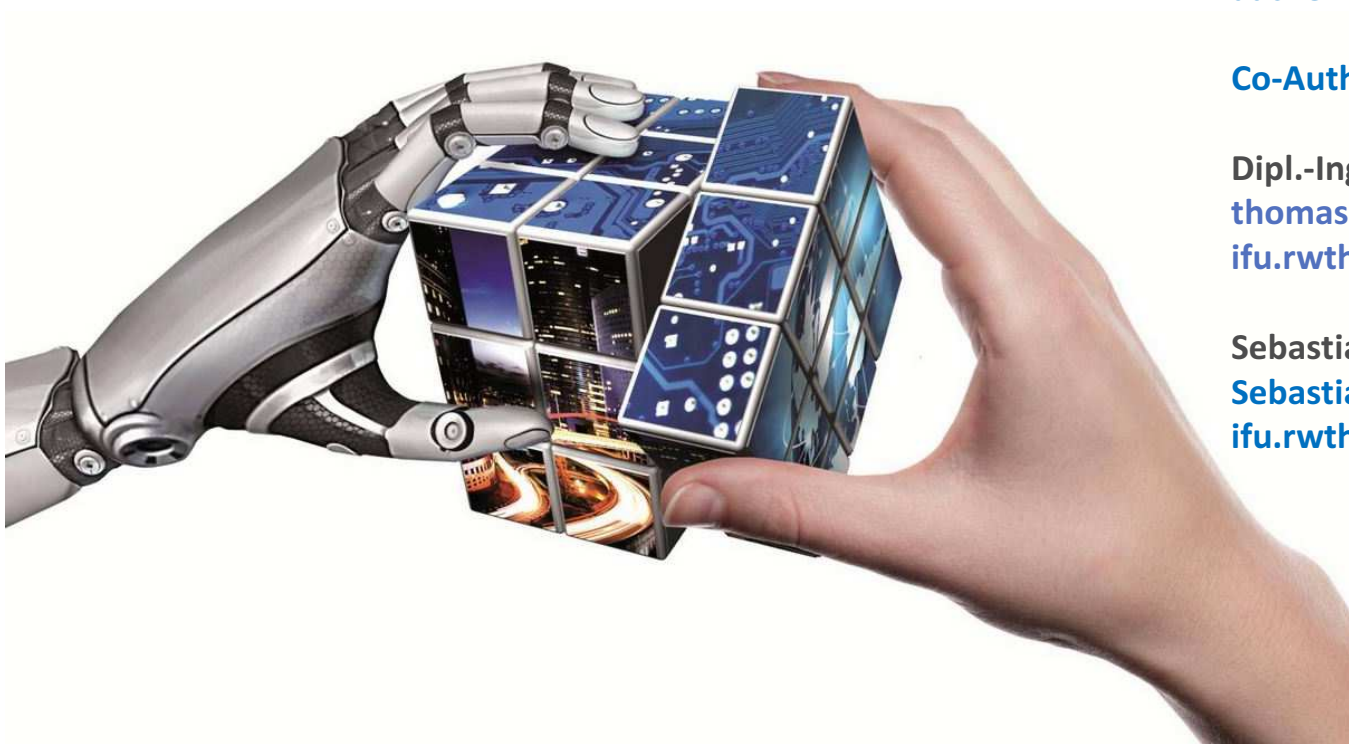
# Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Prof. Dr. phil. Anja Richert  
Tel.: +49 241-80-91160  
[anja.richert@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de](mailto:anja.richert@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de)

## Co-Authored by:

Dipl.-Ing. Thomas Thiele  
[thomas.thiele@ima-zlw-ifu.rwth.acchen.de](mailto:thomas.thiele@ima-zlw-ifu.rwth.acchen.de)

Sebastian Stiehm M Sc.  
[Sebastian.stiehm@ima-zlw-ifu.rwth.acchen.de](mailto:Sebastian.stiehm@ima-zlw-ifu.rwth.acchen.de)



Bildquelle: <http://www.atpinfo.de/wp-content/uploads/2015/03/ZVEI.jpg>

# Ihre Meinung?

## #1 Data-driven Innovation

- Immenses Datenwachstum...
- und die Technologien dieses zu nutzen
- lassen neue Anbieterstrukturen entstehen.

## #3 Computer Science is the New Latin

- IT-getriebene Veränderungen der Arbeitswelt,
- omniprésente Daten- und Informationsströme
- verändern Anforderungen an Kompetenzen und Fähigkeiten.

## # Two worlds collide

- Durchbrüche in KI, Multi-Agentensystemen und 3D-Druck...
- bringen Realität und Virtualität näher zusammen
- und verändern Bildungs- und Arbeitsinhalte.

## #4 Everything 4.0

- Vernetzung geht über die Industrie 4.0 hinaus,
- verändert unseren Alltag und die Gesellschaft
- und erfordert neue Lebens- und Politikmodelle.



