

---

Tag der Arbeitssicherheit | DGUV LV Südwest | Fellbach | 11. April 2019

# ARBEITSWELTEN 4.0 INNOVATIV UND PRÄVENTIV GESTALTEN



Dr. Martin Braun  
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart

# Agenda

## »Arbeitswelten 4.0 innovativ und präventiv gestalten«

1

Entwicklungstrends der Arbeitswelt

2

Digitalisierung im Arbeitsleben

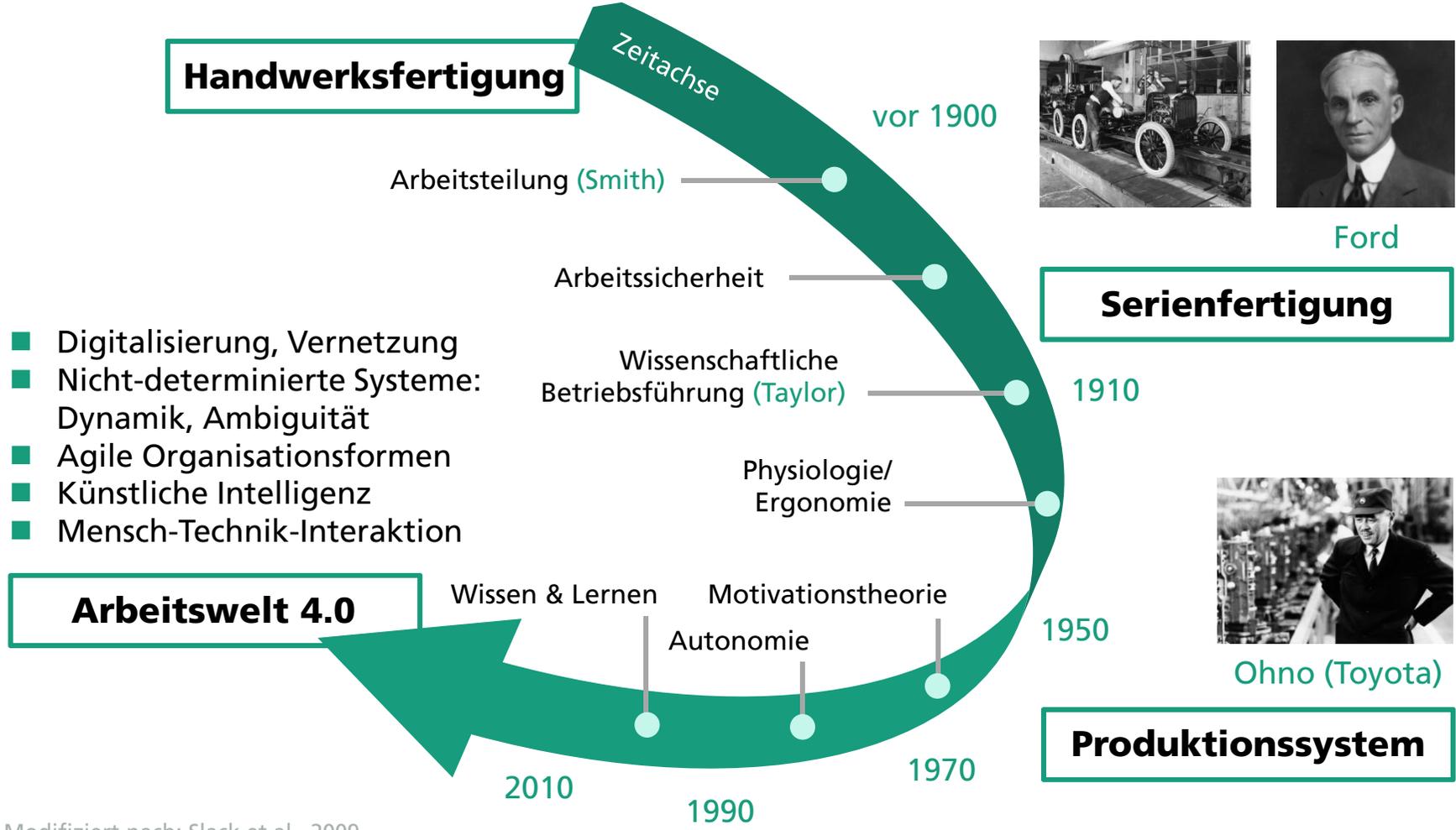
3

Auswirkungen auf den Menschen

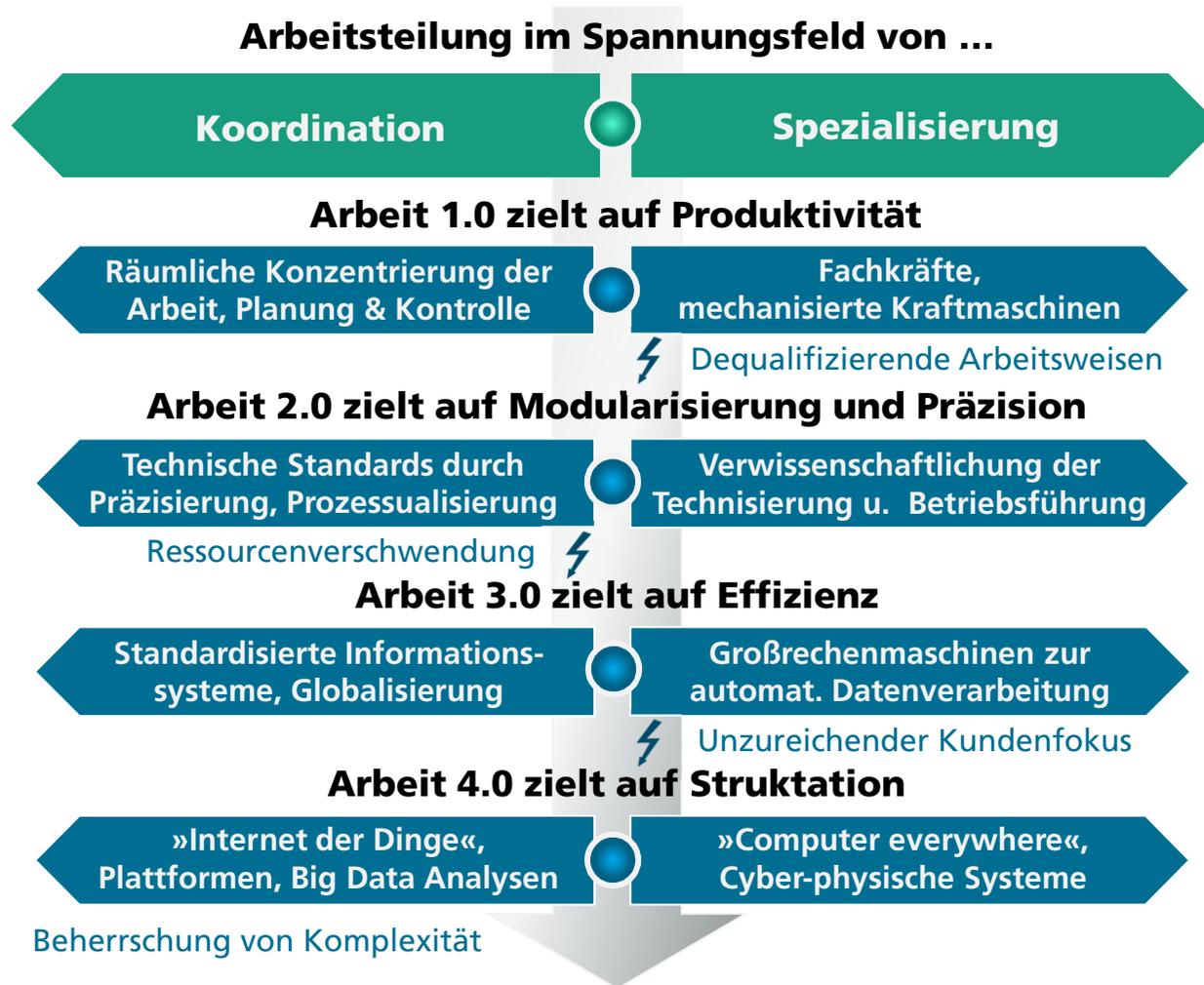
4

Präventive Gestaltungsansätze

# Historische Entwicklungslinien der Arbeitsgestaltung



# Die industrielle Entwicklung vollzog sich der arbeitsteiligen Balance von Spezialisierung und Koordination



# Agenda

## »Arbeitswelten 4.0 innovativ und präventiv gestalten«

**1**

Entwicklungstrends der Arbeitswelt

**2**

Digitalisierung im Arbeitsleben

**3**

Auswirkungen auf den Menschen

**4**

Gestaltungsansätze

# Digitale Technologien eröffnen neue Anwendungen

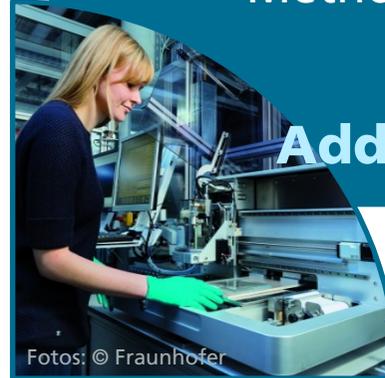
Internet der Dinge, Blockchain,  
Cyber-Physische Systeme,  
Multi-Agentensysteme

## Künstliche Intelligenz



Produktionstechnische  
Methoden, Laser-Sintern,  
3D-Druck

## Additive Verfahren



Fotos: © Fraunhofer

## Big Data Analytics

## Innovative Geschäfts- modelle

## Robotik

Adaptive Roboter,  
Leichtbauroboter,  
mobile Roboter, Exoskelette



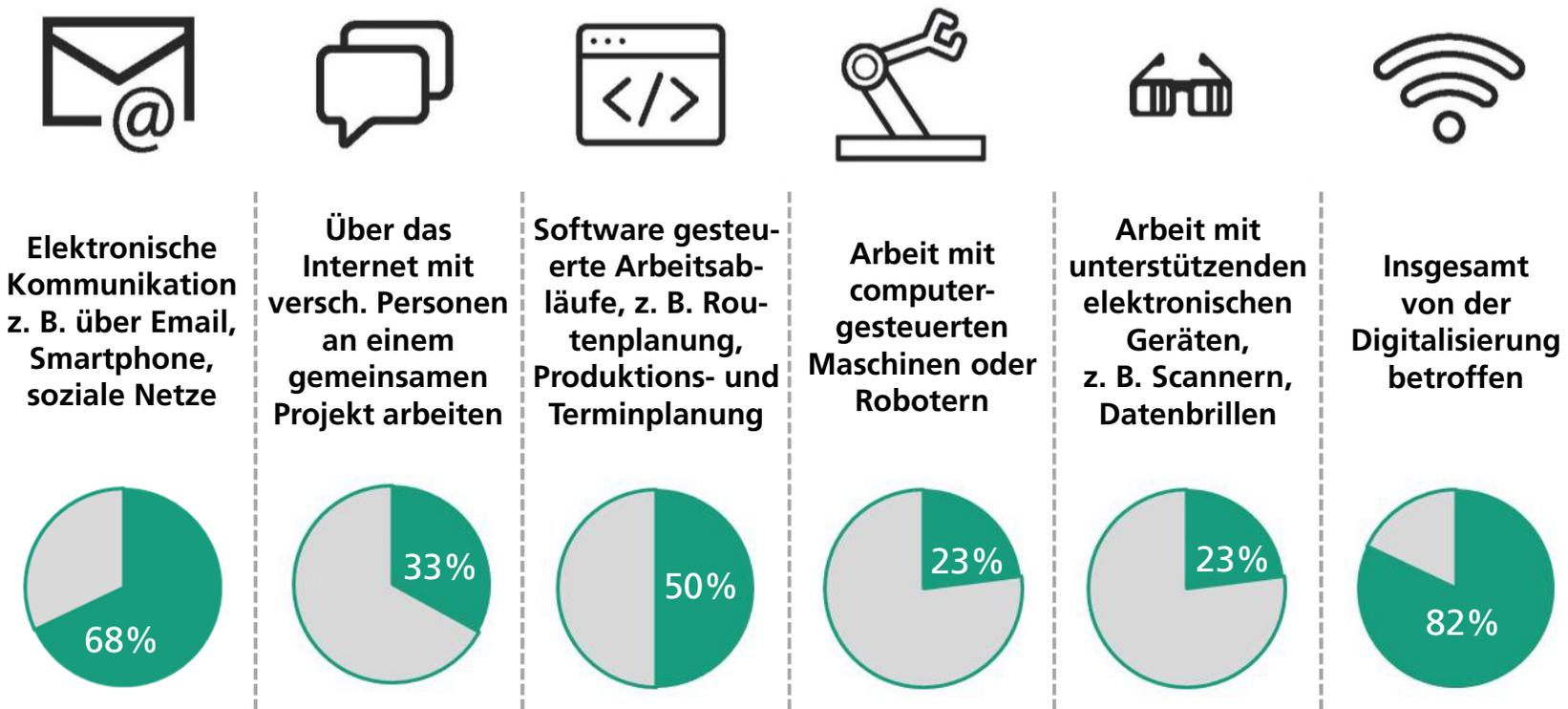
## Wear-/Nearables

Datenbrillen und  
-handschuhe,  
Ambient Intelligence



# Verbreitung der Digitalisierung in deutschen Unternehmen

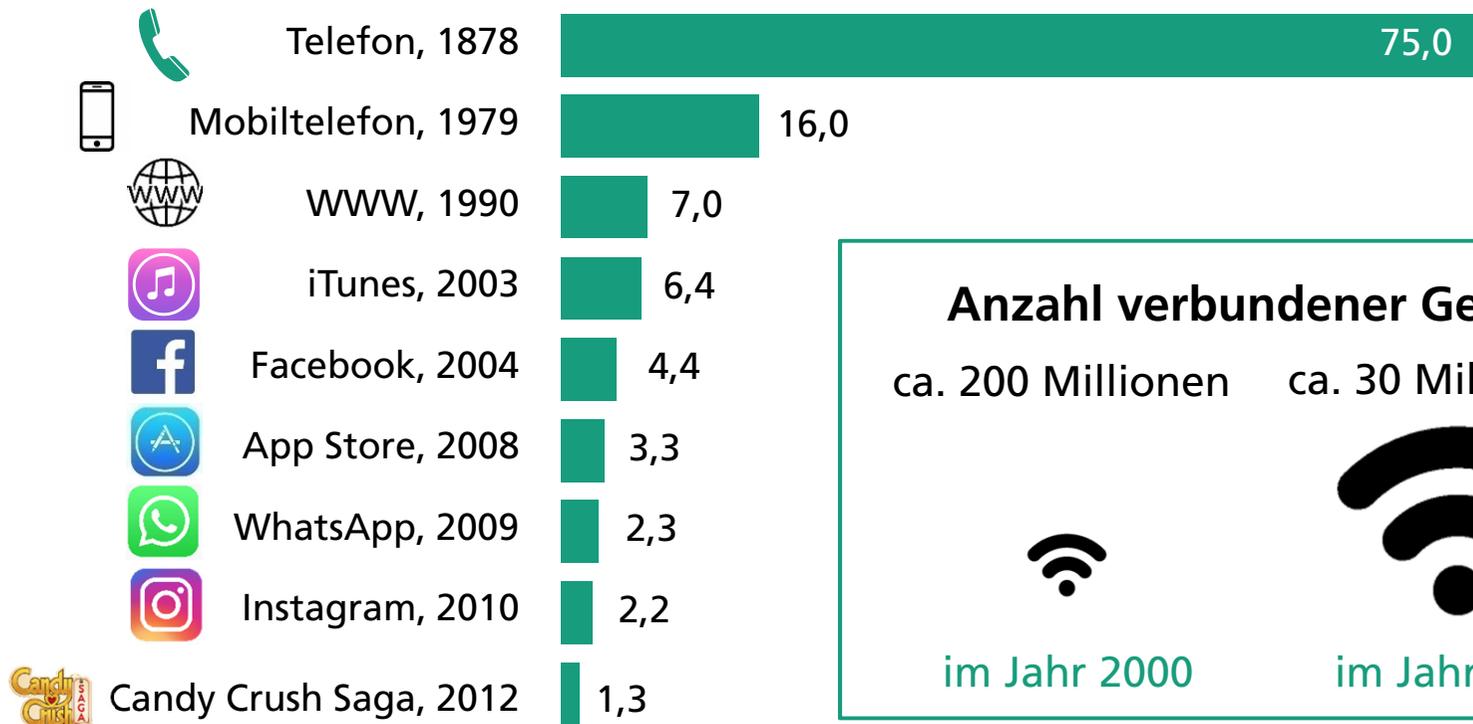
»Welche Formen der Digitalisierung spielen für Ihre Arbeit eine Rolle?« Stand 2016.  
Befragung von N = 4.132 Beschäftigten in Deutschland. Mehrfachnennungen möglich.



Quelle: Universität Hohenheim / Fraunhofer IAO, 2016: »Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 BW« / Datenquelle: DGB Index »Gute Arbeit« 2016

# Die Digitalisierung zeichnet sich durch eine schnelle Verbreitung ihrer Technologien und Anwendungen aus

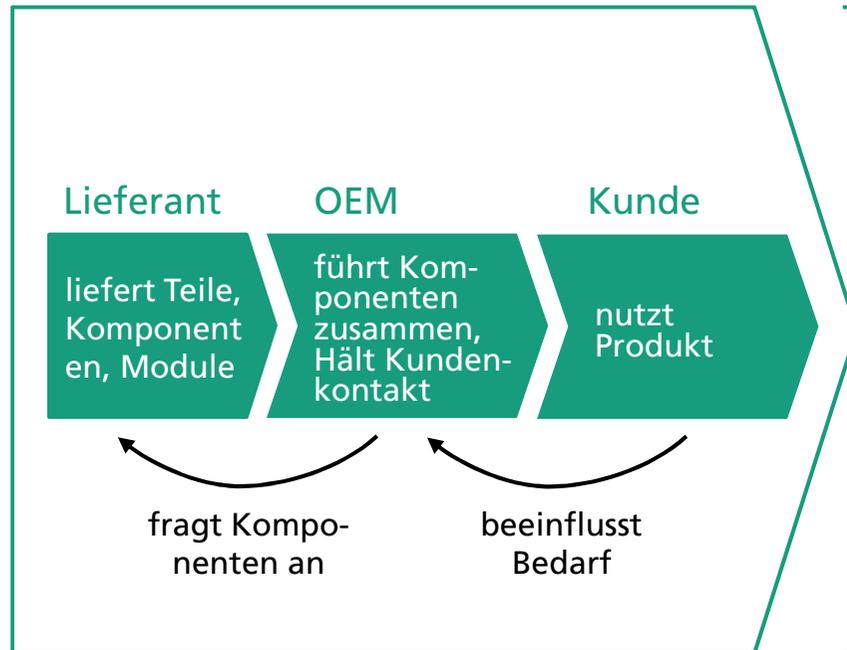
Zeitspanne in Jahren, bis 100 Millionen Nutzer erreicht wurden:



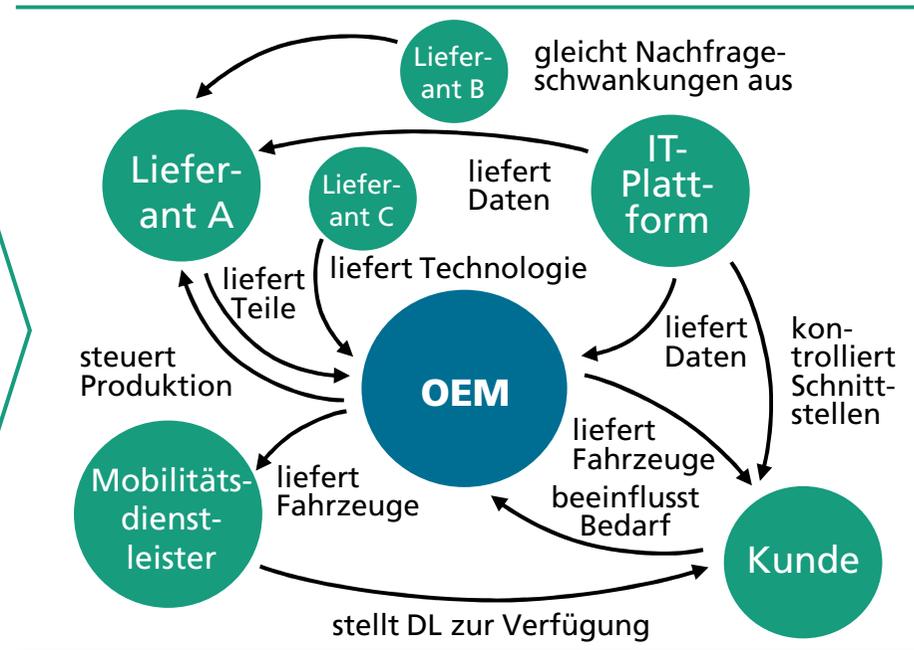
Quelle: Statista, 2017; Cisco, 2013; IEEE Spectrum, 2017

# Die Digitalisierung mündet in Unbeständigkeit

Von stabilen Wertschöpfungsketten ...

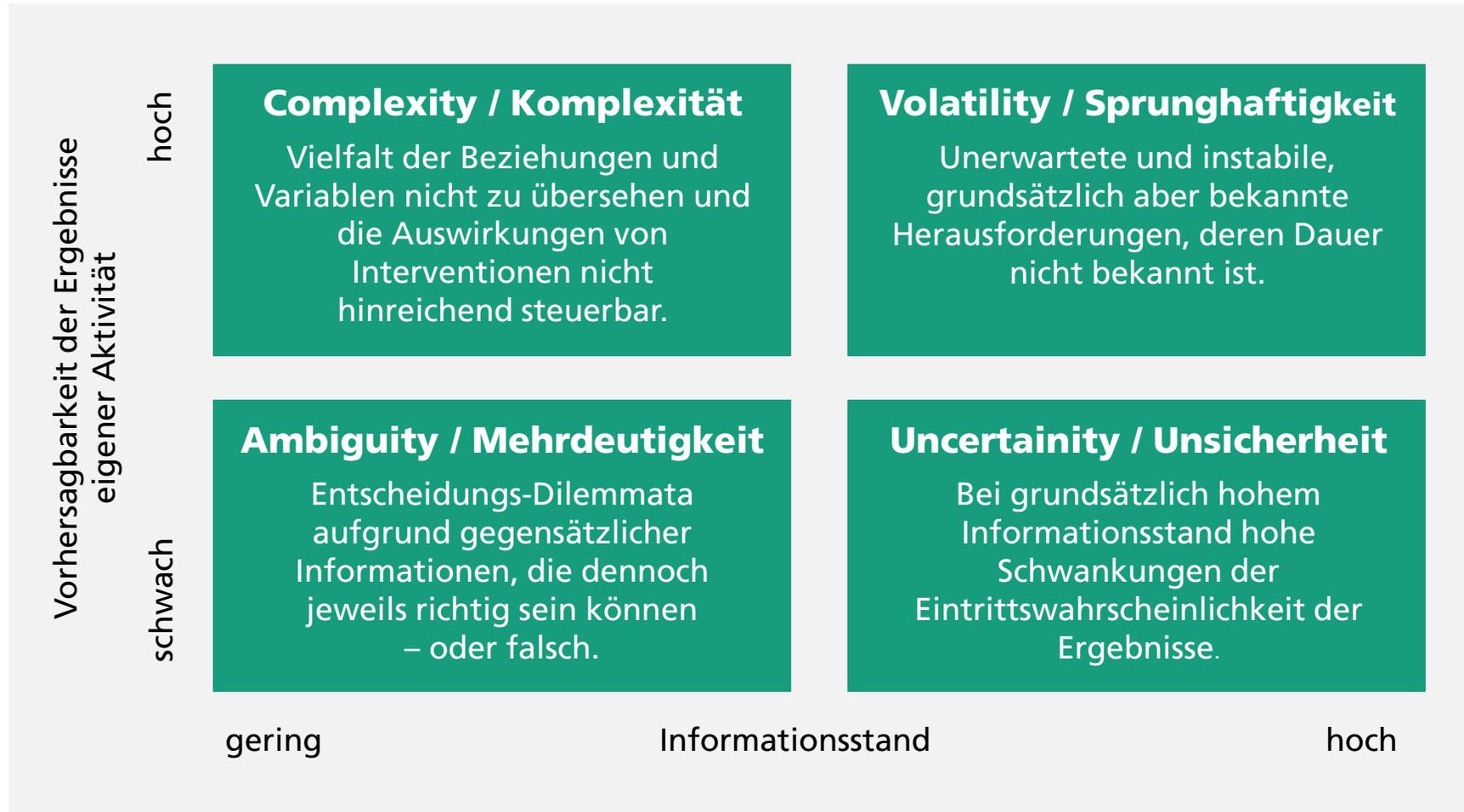


... zu agilen Wertschöpfungsnetzen

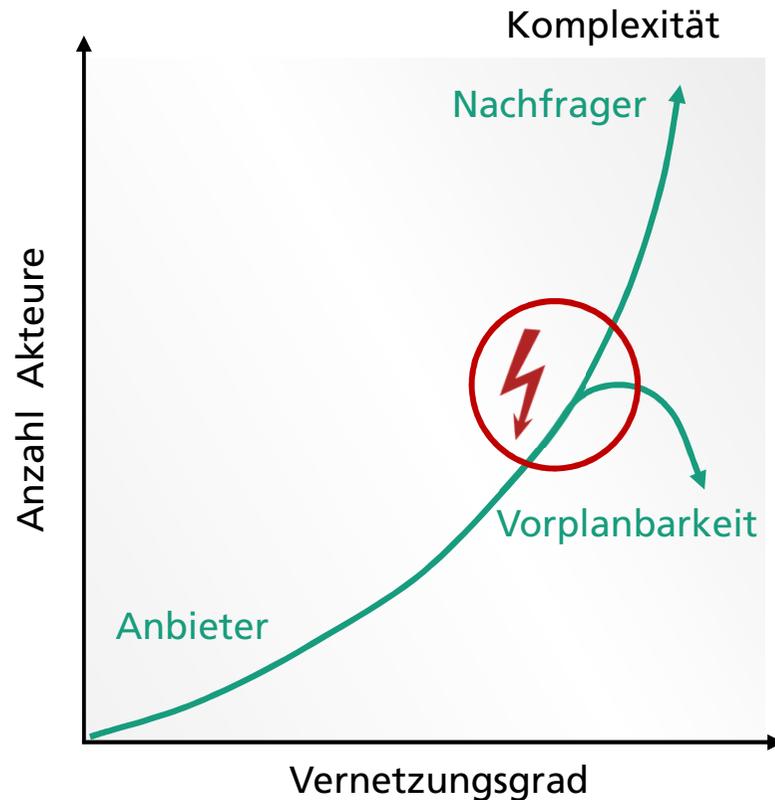


Agilität bezeichnet die schnelle und angemessene Reaktionsfähigkeit in einer »VUCA«-Welt.

# Merkmale der »VUCA«-Kategorien nach Bennett und Lemoine (2014)



# Unternehmen stehen vor der Herausforderung, mit der Komplexität von Wertschöpfungssystemen umzugehen



- VUCA-Bedingungen erfordern eine **Kohärenz** von äußeren Marktanforderungen und inneren Leistungsvoraussetzungen (vgl. Ashby's Law: »*only variety can destroy variety*«).
- Eine Regulation komplexer Arbeitssysteme erfordert **Informationsvermittlung** und **-verarbeitung** in Echtzeit; **dezentrale** Strukturen begünstigen dies.
- Hierarchische Systeme tayloristischer Prägung (»*one best way*«) **lähmen** betriebliche Informations-, Entscheidungs- und Rückkopplungsprozesse.
- Mit seiner dreiwertigen **Entscheidungslogik** ist der **gesunde Mensch** der Maschine im Einzelfall überlegen.

Quelle: Kruse, 2005

# Agenda

## »Arbeitswelten 4.0 innovativ und präventiv gestalten«

**1**

Entwicklungstrends der Arbeitswelt

**2**

Digitalisierung im Arbeitsleben

**3**

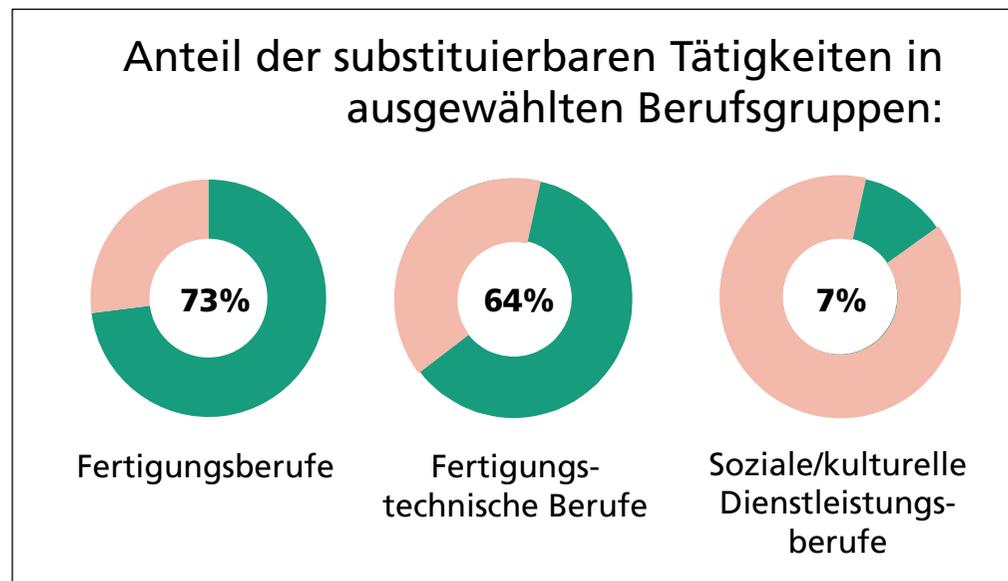
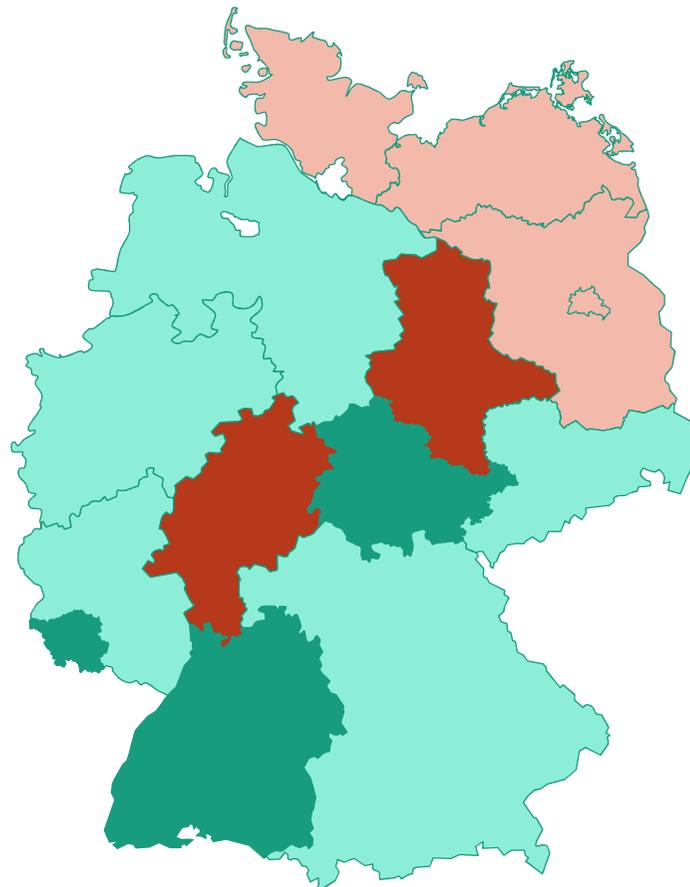
Auswirkungen auf den Menschen

**4**

Präventive Gestaltungsansätze

# Ersetzen Roboter den Menschen?

Anteil der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten, bei denen bereits heute mehr als 70 Prozent aller Tätigkeiten von Robotern erledigt werden könnten.



- 8 bis <13%
- 13 bis <15%
- 15 bis <17%
- 17 bis <21%

Quelle: IAB, 2015

# Digitalisierung verändert Arbeitsinhalte und Anforderungsniveaus

»Künftig gibt es zwei Kategorien von Menschen: jene, die Computern sagen, was sie tun sollen – und jene, die von Computern gesagt bekommen, was sie tun sollen.«

**Marc Andreessen**

Mitgründer des Unternehmens Netscape Communications Corporation



Foto: LinkedIn

## Herausforderungen:

- **Roboter** erledigen standardisierte Aufgaben mit Wiederholungscharakter und niedriger Komplexität, in Büro und Fertigung.
- **Routinetätigkeiten mit mittlerer Qualifikation** werden von Computern gesteuert und kontrolliert (»Human Automation«).
- Technisch dominierte Arbeit verliert ihr **Entwicklungspotenzial**. Derart sinnfreie und dequalifizierende Arbeitsformen spiegeln sich in hohen Krankenständen wieder.

# Szenarien der Produktionsarbeit

**Agile Produktion**  
(dezentrale Entscheidung)

## Upgrading (Intelligence Amplification)

### Expertenproduktion

- Kundenorientierte, agile Prozesse
- Algorithmen übernehmen Routineaufgaben
- Produktionsexperten werden durch Unterstützungssysteme assistiert
- Experten dirigieren IT-Systeme und treffen Entscheidungen



## Substitution (Artificial Intelligence)

### Angelerntenproduktion

- Prozesssteuerung und -optimierung durch Predictive Analytics
- Low-Cost-Automatisierung ausgewählter, einfach zu bedienender Maschinen
- Angelernte produzieren, angeleitet durch technische Führungssysteme
- IT-Systeme dirigieren den Menschen



**Massenfertigung**  
(zentrale Entscheidung)

### Facharbeitsproduktion

- Standardisierung ermöglicht wirtschaftl. Teilautomatisierung
- Facharbeiter betreiben teilautomatisierte Prozesse und Anlagen, und führen nicht-automatisierte Aufgaben aus
- Assistenzsysteme unterstützen hierbei



### Vollautomatisierung

- Hohe Losgrößen ermöglichen eine wirtschaftliche Automatisierung der Produktion
- Intelligente Roboter steuern bzw. überwachen die Abläufe und sich selbst
- »Hausmeister« betreuen mehrere automatisierte Systeme

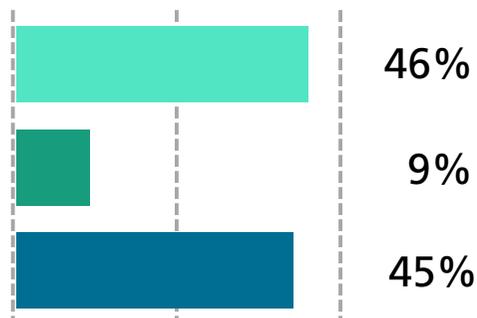


Bildquelle: © Fraunhofer

# Die Digitalisierung erhöht für viele die Arbeitsbelastung – Arbeitsmenge und Multitasking haben zugenommen

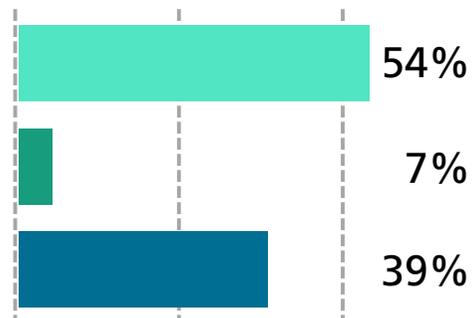
## Arbeitsbelastung

»Ist Ihre Arbeitsbelastung durch die Digitalisierung alles in allem ...?«



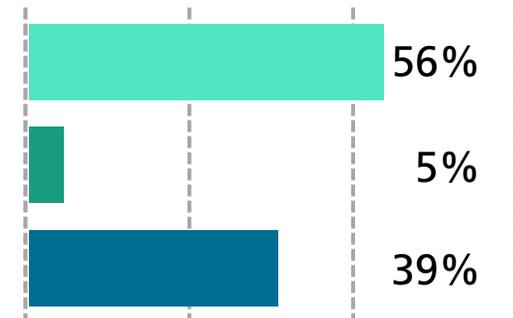
## Arbeitsmenge

»Ist die zu bewältigende Arbeitsmenge durch die Digitalisierung ...?«



## Multitasking

»Ist die Zahl der gleichzeitigen Vorgänge durch die Digitalisierung ...?«



größer geworden

kleiner geworden

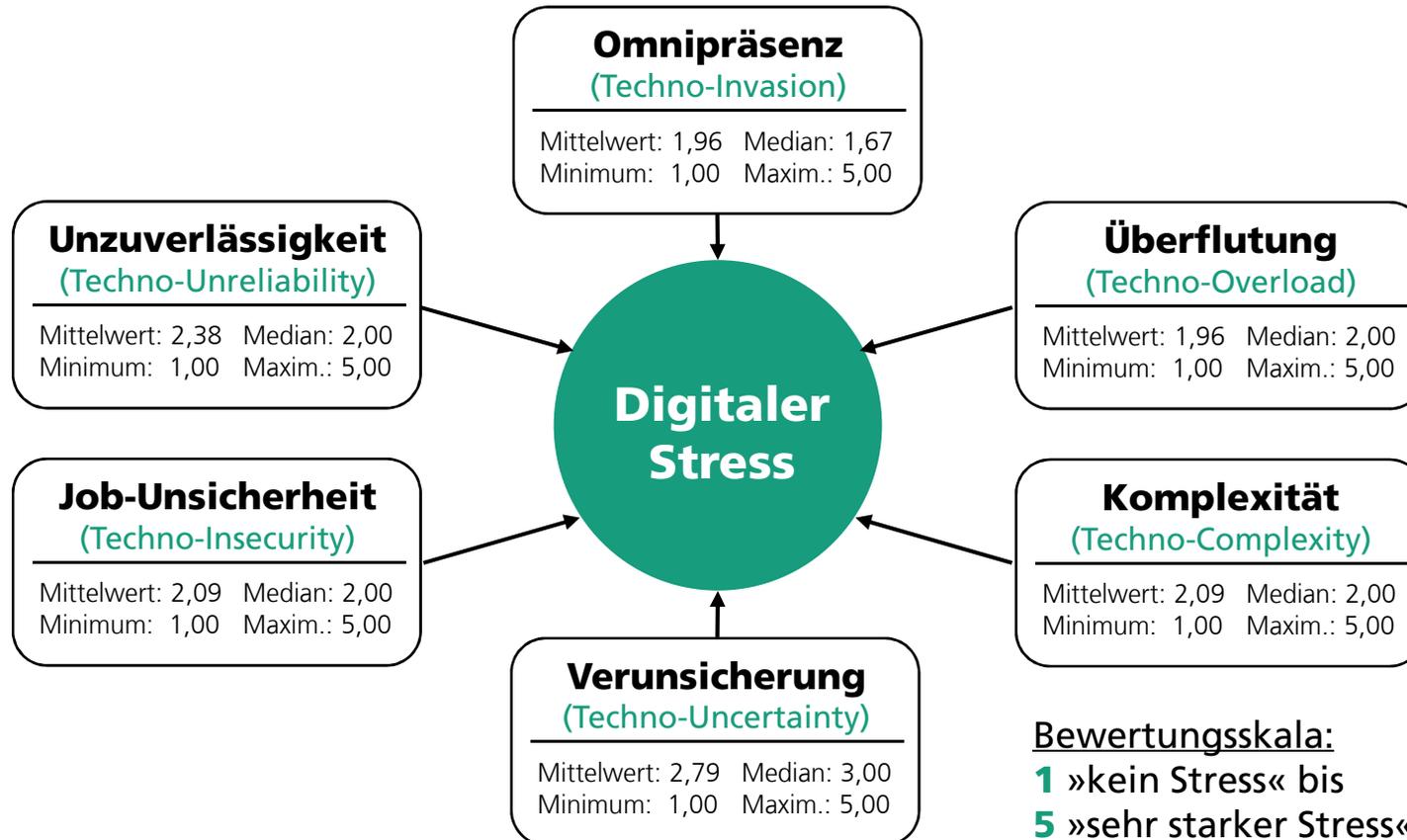
gleich geblieben

Befragung von N = 4.132 abhängig Beschäftigten in Deutschland

Quelle: Universität Hohenheim / Fraunhofer IAO, 2016: »Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 BW« / Datenquelle: DGB Index »Gute Arbeit« 2016

# Einflussfaktoren auf digitalen Stress (Befragung N = 2640)

**Digitaler Stress:** Stresserleben, welches aus dem Unvermögen eines Individuums resultiert, mit neuer Technologie in einer gesunden Art umzugehen (Brod 1982)



Quelle: Gimpel, Lanzl, Manner-Romberg, Nüske, 2018

# Agenda

## »Arbeitswelten 4.0 innovativ und präventiv gestalten«

1

Entwicklungstrends der Arbeitswelt

2

Digitalisierung im Arbeitsleben

3

Auswirkungen auf den Menschen

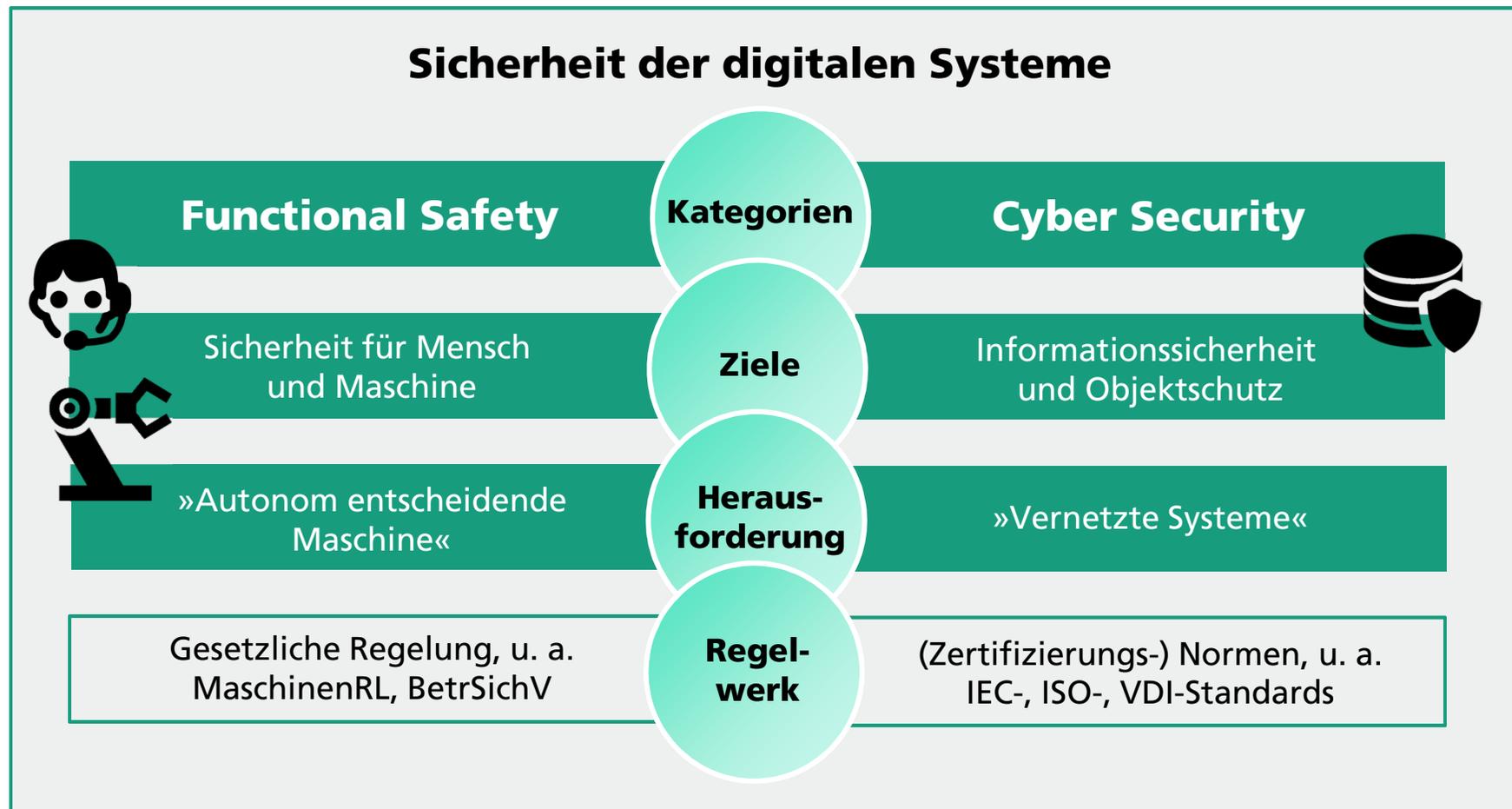
4

Präventive Gestaltungsansätze

# Gestaltungsdimensionen für die »Arbeitswelt 4.0«



# Sicherheitstechnische Gestaltung: Funktions-, Informations- und Datensicherheit



# Fallbeispiel: Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK)



Bildquelle: © Fraunhofer

Studie unter <https://www.produktionsmanagement.iao.fraunhofer.de/content/dam/produktionsmanagement/de/documents/LBR/Studie-Leichtbauroboter-Fraunhofer-IAO-2016.pdf>

## Ausgangslage:

- Studie zu Anwendungspotenzialen der Mensch-Roboter-Kollaboration
- Risiken beim Arbeiten ohne Schutzzaun
- Sicherheitsmaßnahmen

## Ergebnis der Analyse:

- Quetschungen möglich
- Sicherheit durch Sensoren bzw. Detektoren
- Sichere Roboter sind langsame Roboter ...

## Maßnahmen:

- Identifikation zweckmäßiger Anwendungsfälle
- Veröffentlichte Studie

# Funktionsteilung von Mensch und Maschine: Was leistet »Künstliche Intelligenz« – und was nicht?

## Basisleistungen maschineller Systeme:

- Schnelligkeit, Präzision
- Ausdauer, Kraft
- Ausführung repetitiver Operationen
- Schneller Datentransfer und Datenverteilung  
(→ Maschinenlernen)



## Spezifische Leistungsprofile von Roboter-Systemen inkl. Künstliche Intelligenz

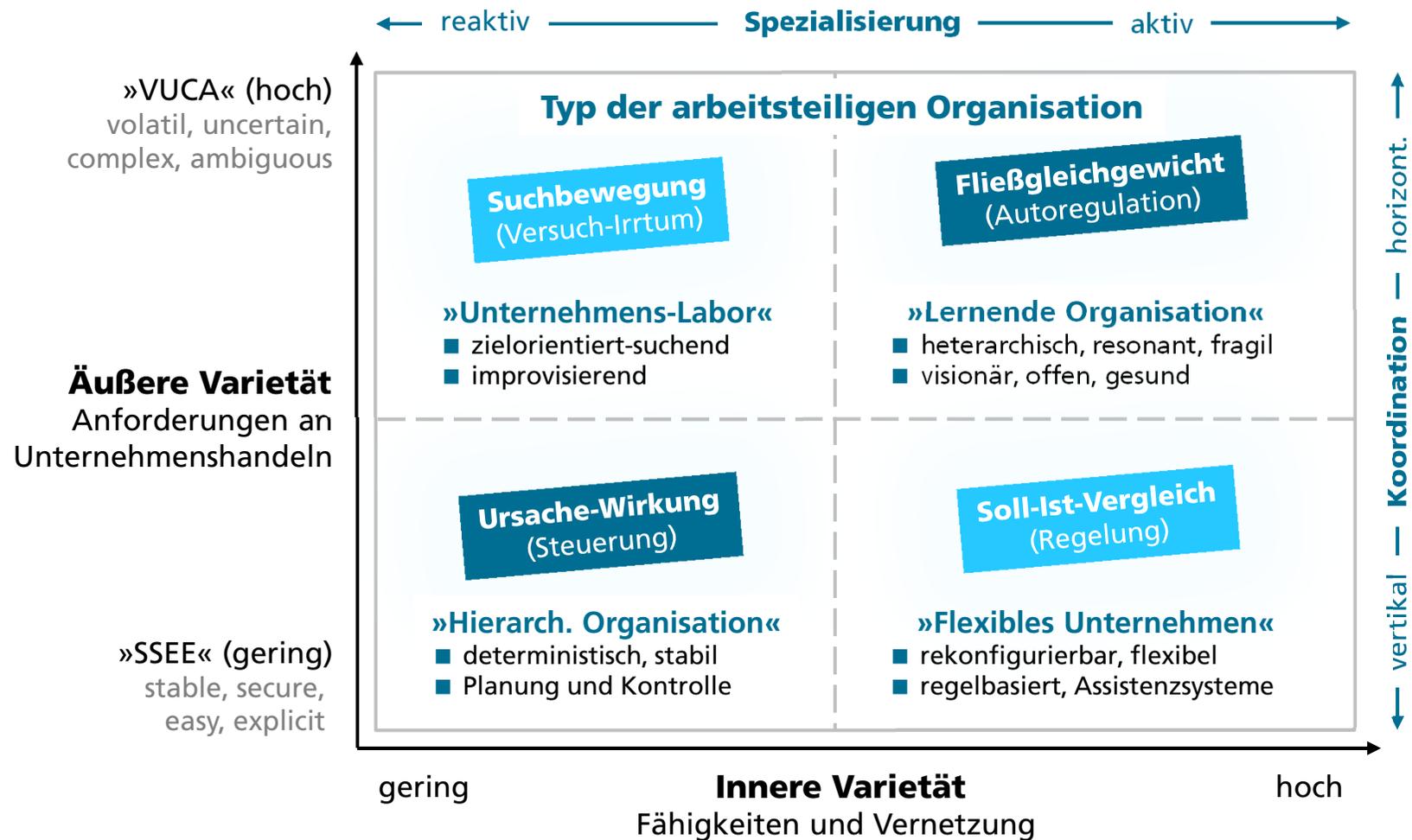
(z. B. Big Data-Systeme, mobile Roboter, Greifsysteme):

- Hochauflösende optische und akustische Sensorik
- Objekt- und Mustererkennung, Lokalisierung von Objekten
- Interpretative Vorhersage von Systemverhalten (→ »deep learning«)

## Aber – auf absehbare Zeit nicht zweckmäßig zu verwirklichen:

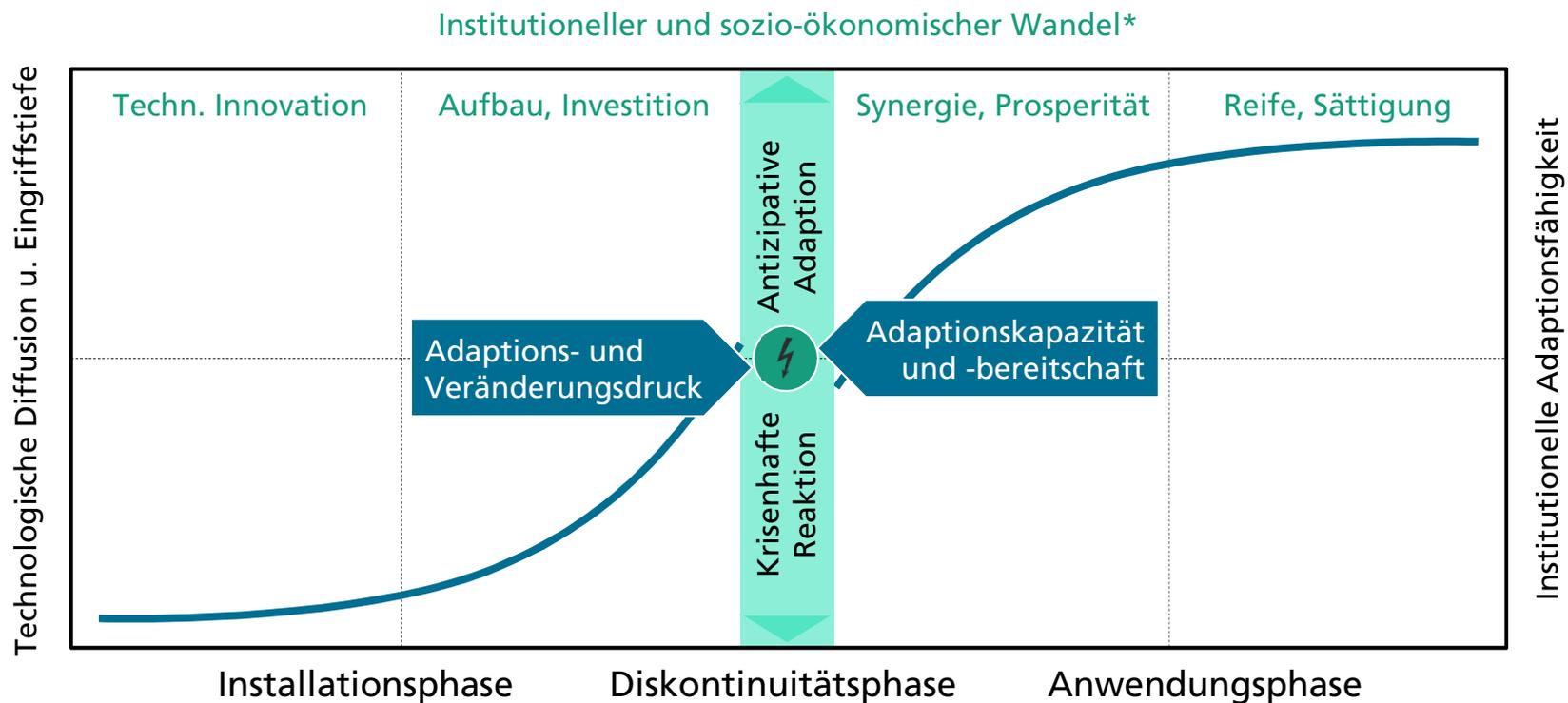
- Differenzierte taktile Sensorik
- Empfinden, Kreativität und Gewissen (zwecks Identität und Orientierung)
- »One shot learning« und daraus resultierende Spontaneität
- Energie-effiziente Durchführung komplexer Rechenoperationen

# Gesunde Arbeitsorganisation: Das Verhältnis von innerer und äußerer Varietät muss stimmen



# Die Umsetzung technologischer Innovationen gelingt nur bei institutionellen Struktur- und Kulturveränderungen

Der technologische Veränderungsdruck erfordert grundlegende institutionelle Anpassungen, bevor sich Anwendungs- und Nutzenpotenziale entfalten



Nach: Perez, 2002; Dolata, 2008

\*Verdrängung, Veränderung, Redefinition, Disruption, Verkümmern, Kollaps

# Die Bedeutsamkeit des Unternehmenszwecks ist ein zentrales Element präventiver Arbeitsgestaltung



# Fazit: Chancen und Herausforderungen für die präventive Arbeitsgestaltung

- **Prävention muss die Handlungsfähigkeit erhöhen:** Prävention erhöht unabdingbare Ressourcenpotenziale für pro-aktives Handeln im komplexen Wettbewerbsumfeld (vgl. Ashby's Law). Fehlentscheidungen lassen sich unter dynamischen Bedingungen nur schwer korrigieren.
- **Ohne den Menschen geht es nicht:** Der Erfolg der digitalen Transformation wird durch nicht-imitierbare Beiträge des Menschen (→ implizite kohärente Ordnungsmuster) geprägt – Technologie unterstützt hierbei.
- **Die Bedeutung gesunder Arbeitsverhältnisse nimmt zu:** Gesundheit ist ein »inneres Maß« für kohärente Ordnungsmuster des sozio-technischen Arbeitssystems: Wertschöpfung, Technik, Organisation und menschliche Faktoren sind aufeinander abgestimmt.



# Kontakt



## **Dr. Martin Braun**

Fraunhofer-Institut für  
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO  
martin.braun@iao.fraunhofer.de  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart