
Zukunft des Arbeitens

Prof. Dr.-Ing. Prof. e.h. Wilhelm Bauer

Geschäftsführender Institutsleiter
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO

Technologiebeauftragter des
Landes Baden-Württemberg

Hotel Traube Braz | 16. Oktober 2018



Fraunhofer IAO und IAT der Universität Stuttgart

Forschung zum Nutzen von Gesellschaft und Wirtschaft



Daten von 2017, inklusive IAT der Universität Stuttgart

- **Finanzvolumen:** 36,8 Mio. €, davon 35% im Auftrag der Wirtschaft
- **Personal:** 640 MitarbeiterInnen
- **Forschungsfelder:**
 - Unternehmensentwicklung und Arbeitsgestaltung
 - Dienstleistungs- und Personalmanagement
 - Innovative Arbeitswelten und New Work
 - Informations- und Kommunikationstechnik
 - Technologie- und Innovationsmanagement
 - Mobilitäts- und Stadtsystem-Gestaltung

www.iao.fraunhofer.de | www.iat.uni-stuttgart.de

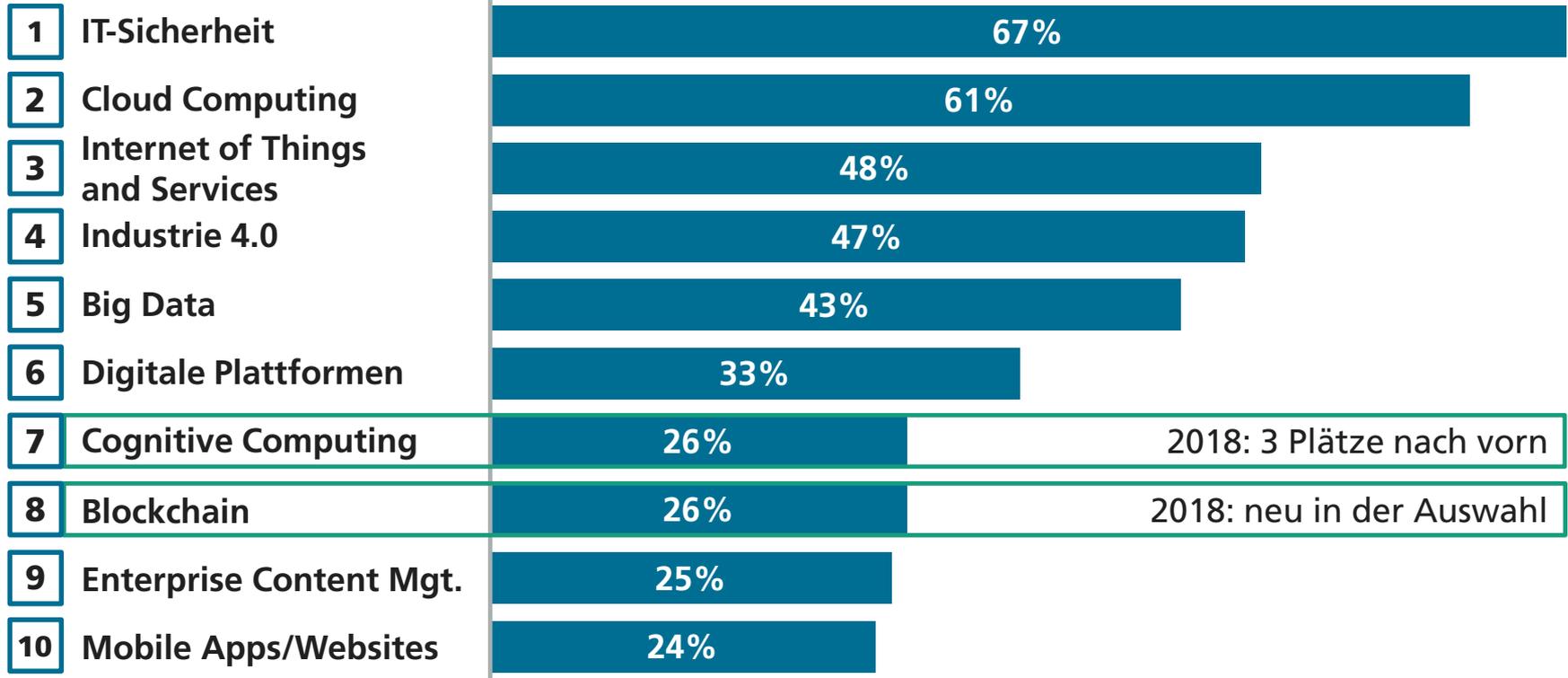
Megatrends als Treiber des Wandels

Alles wird dynamischer, volatiler und verändert sich in enormem Tempo



Hightech-Themen 2018 aus Sicht der IKT-Branche **bitkom**

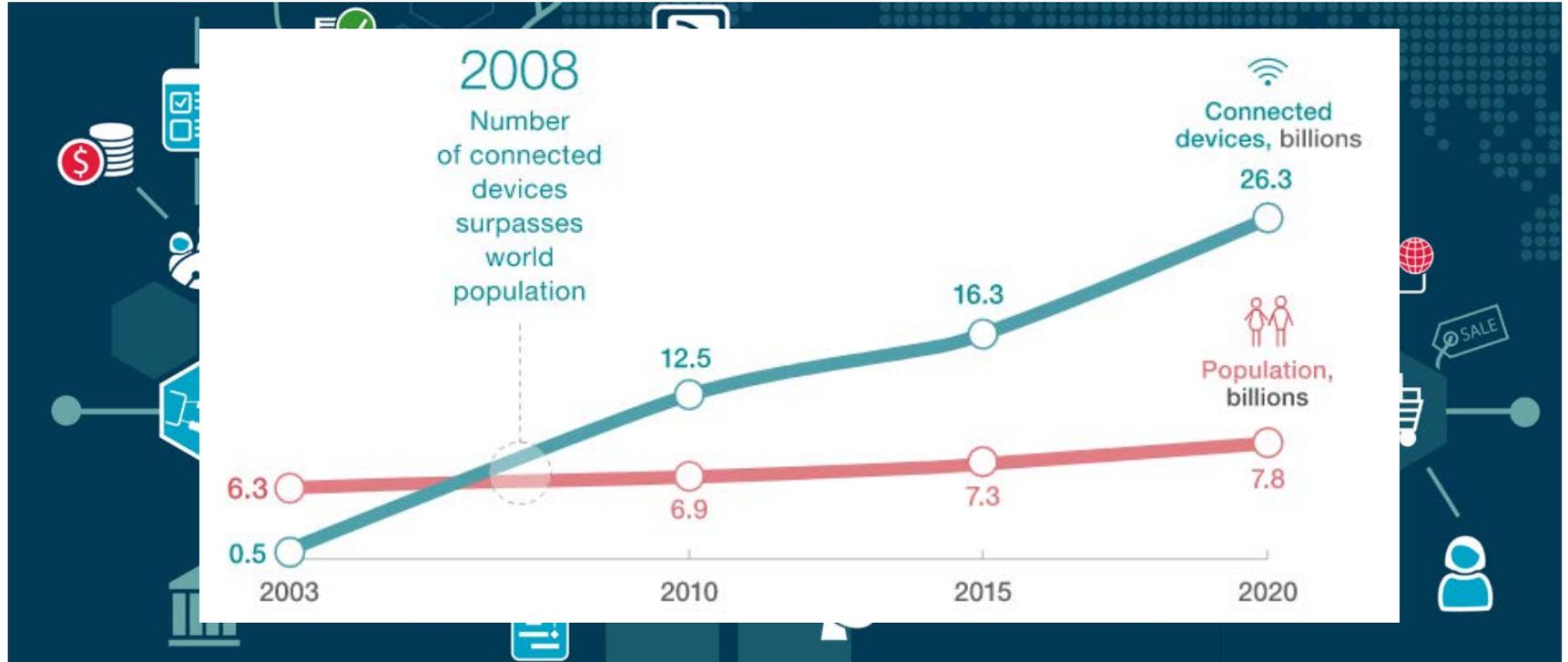
Vormarsch von Cognitive Computing – Blockchain auf Anhieb in der Top 10



Quelle: Bitkom-Branchenbarometer, 1/2018

Hyperkonnektivität

Exponentielles Wachstum vernetzter Objekte



Quelle: McKInsey&Company, 2017

Internet of Everything

Leben und arbeiten im »System of Systems«

GESTERN:

IPv4-Standard:

4,3 Milliarden
IP-Adressen
= 8,4 IP-Adressen pro
Quadratkilometer
Erdoberfläche

Internet der Menschen

10^6 - 10^8

HEUTE:

IPv6-Standard

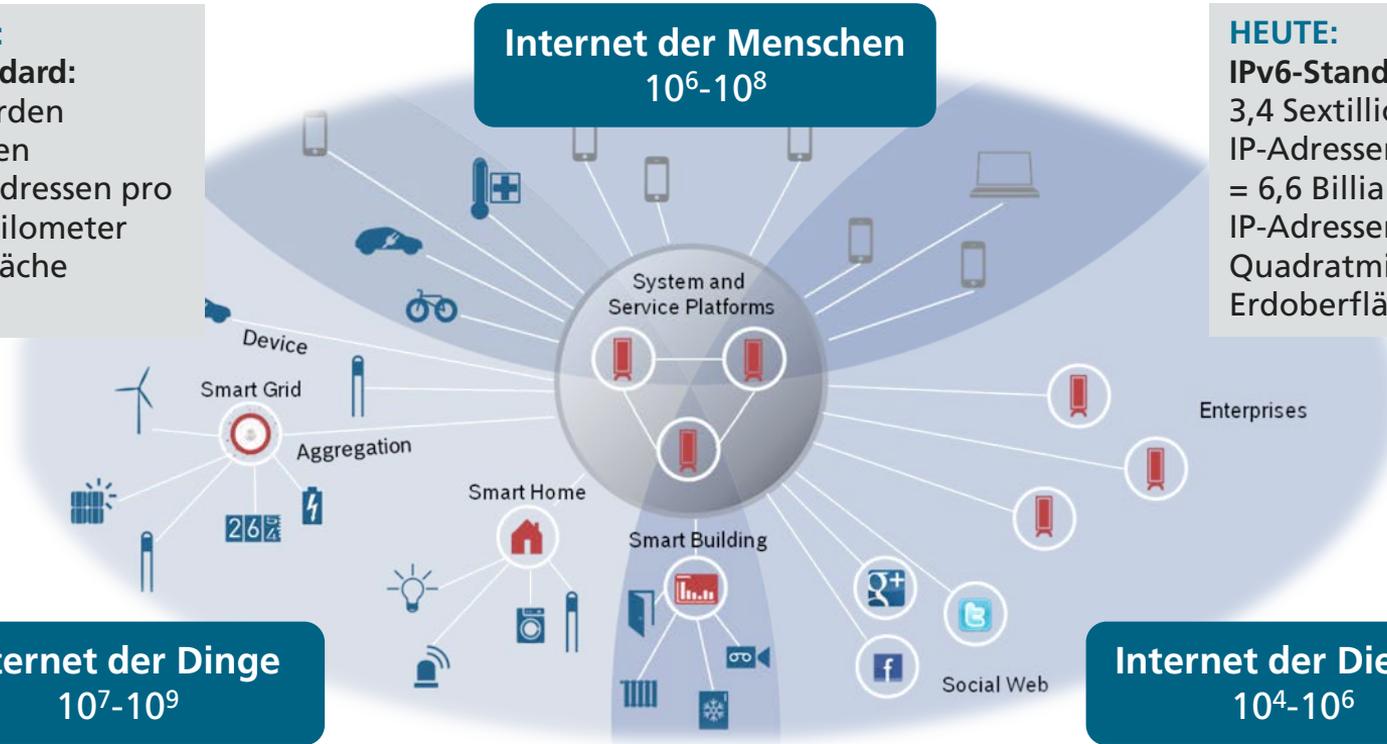
3,4 Sextillionen
IP-Adressen
= 6,6 Billionen
IP-Adressen pro
Quadratmillimeter
Erdoberfläche

Internet der Dinge

10^7 - 10^9

Internet der Dienste

10^4 - 10^6

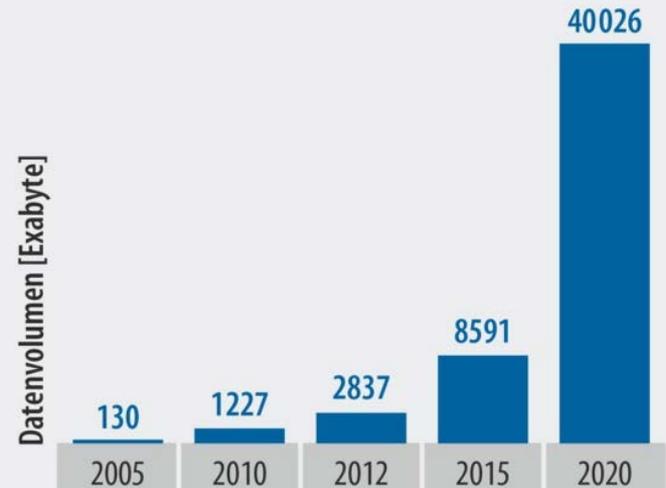


Datenexplosion

Unaufhaltsamer Anstieg des zentralen Assets der Zukunft



Prognose zum Volumen der jährlich generierten digitalen Datenmenge weltweit 2005 bis 2020 (in Exabyte)



Quelle: IDC, 2017

Automatisierungsschub

Sensorik, Maschinelles Lernen und Robotik bilden die Basis

Fernsteuerung des Systems
durch den Menschen

Menschliche Aktivierung, Steuerung
und Überwachung

Systemische Selbstständigkeit
und Situationsanpassung

Ohne menschliche Steuerung
oder Detailprogrammierung

Autonome Systeme

Teleoperierte Systeme



Digitale Assistenzsysteme



Automatisierte Systeme



Beispiel:
Technologien des Maschinellen
Lernens zur Ermöglichung
einer vom Menschen
unabhängigen und
intelligenten (smarten)
Vorgehensweise

Quelle: in Anlehnung an Fachforum Autonome Systeme im Hightech-Forum: Autonome Systeme – Chancen und Risiken für Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft. Kurzversion, Abschlussbericht, Berlin, März 2017

Roboter zu Land, Wasser und in der Luft

Robo-Taxis und autonome Logistik



Mercedes F105



Starship Cooler-sized Robot



DHL Drone Logistics



Volkswagen Sedric



Volvo E-Truck Vera



Volocopter

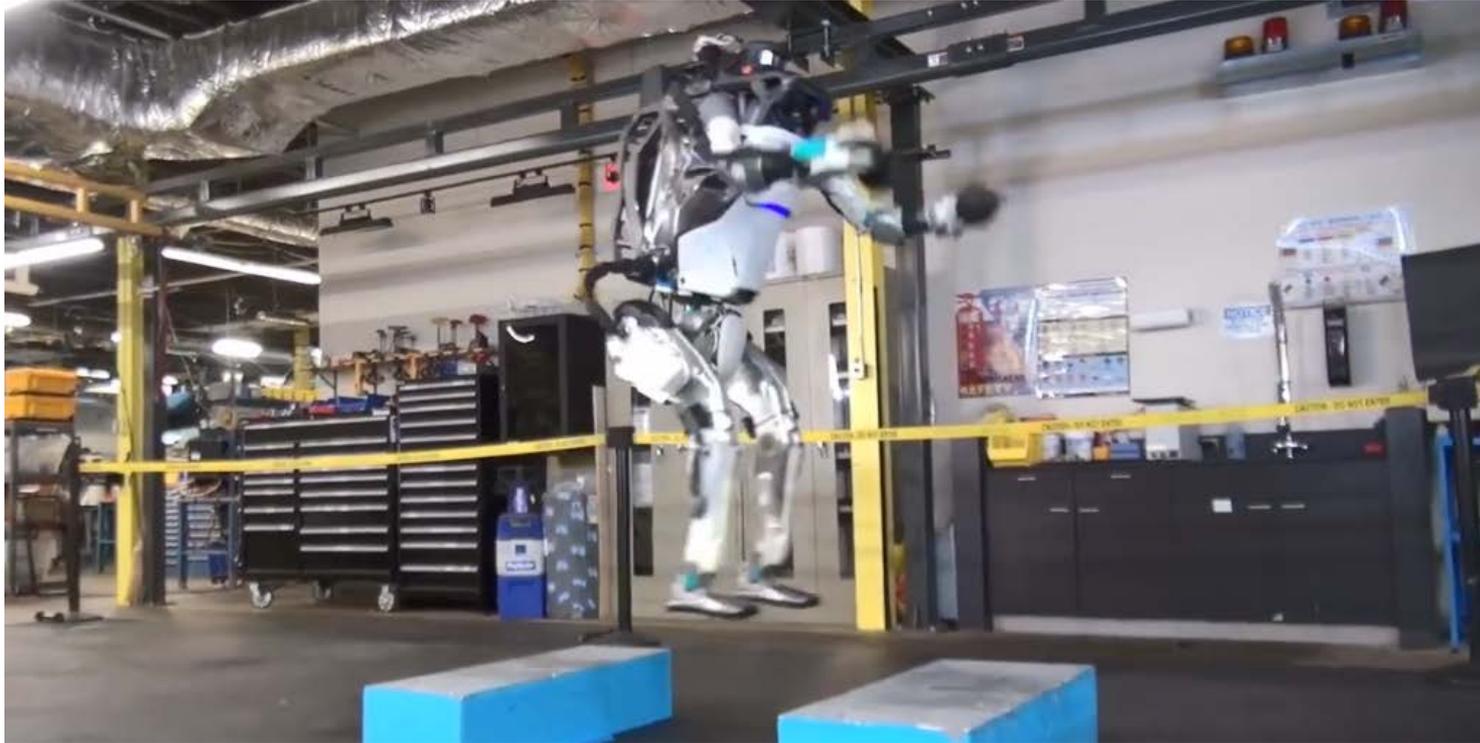
Cobots: Maschinen ähnlich dem Menschen

Neue Formen der Mensch-Maschine-Kooperation entstehen



Video: What's new, Atlas? (Boston Dynamics)

<https://www.youtube.com/watch?v=fRj34o4hN4I>



Video: Mensch-Roboter-Kollaboration bei Ford

<https://www.youtube.com/watch?v=HQsZ6JjXyE#action=share>



Humanoide: Menschenähnliche Maschinen

Neue Formen der Mensch-Maschine-Kooperation entstehen



Sophia by Hanson Robotics

Sophia – Humanoider Roboter mit Staatsbürgerschaft

Saudi-Arabien vergibt Bürgerrechte und Pflichten an Künstliche Intelligenz



Sophia beim »AI for Good Global Summit« der Internationalen Fernmeldeunion in Genf (2017)



Sophia und ein humanoider Kollege diskutieren bei einer Technikshow in Hongkong über die Zukunft des Menschen (2017)

Sophia von der Hongkonger Firma Hanson Robotics besitzt künstliche Intelligenz, die Fähigkeit zu visueller Datenverarbeitung und zur Gesichtserkennung. Sie imitiert menschliche Gestik und Mimik und ist dazu im Stande, bestimmte Fragen zu beantworten und über vordefinierte Themen einfache Gespräche zu führen.

Video: Sophia

<https://www.youtube.com/watch?v=rGfJEznVFw8>



Erweiterte Realität durch Fähigkeitsverstärker

Sensorische Sinne werden durch Augmented Reality unterstützt

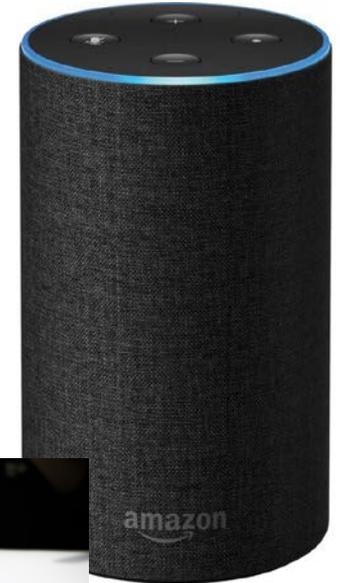


MS HoloLens bei Volvo



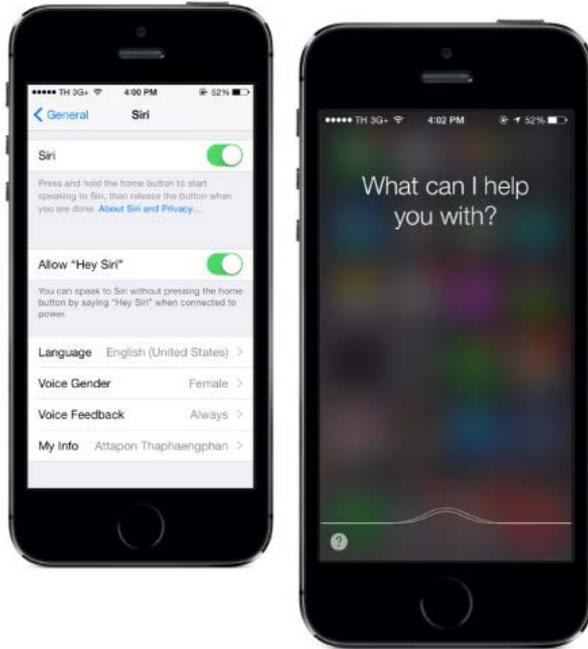
Companions mit Sprachbots Alexa, Cortana und Siri

Digitale Assistenten machen unser Leben zunehmend smart



Bots

Intelligente Automatisierung und autonome Systeme

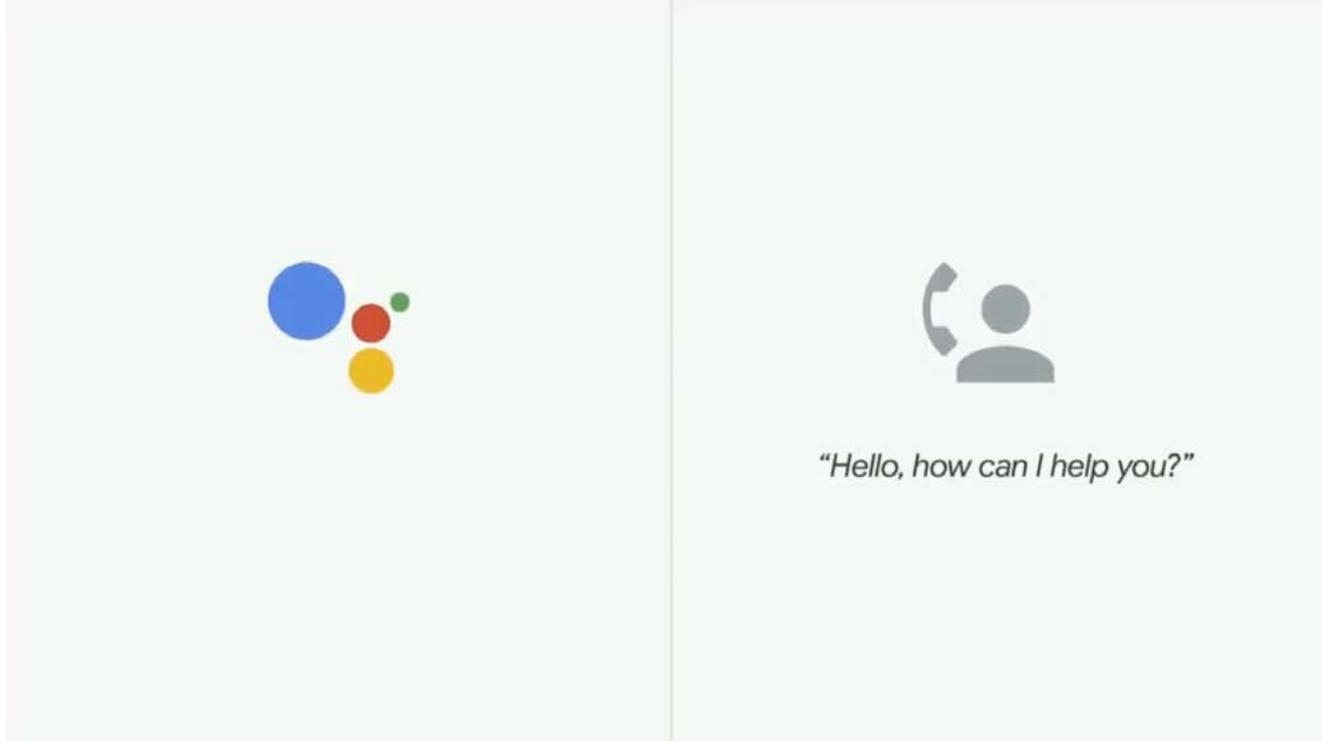


Hey Siri!



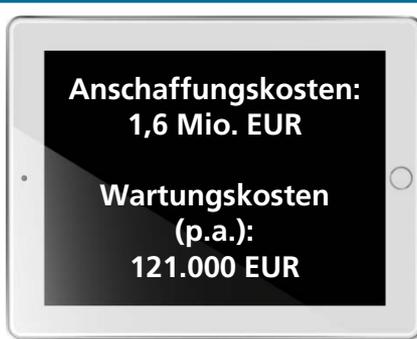
Video: Google Duplex

<https://www.youtube.com/watch?v=D5VN56jQMWM>



Beispiel: Automatisierung von Wissensarbeit

Robotereinsatz rechnet sich – insbesondere »unsichtbar« als Algorithmus



Anschaffungskosten:
1,6 Mio. EUR

Wartungskosten
(p.a.):
121.000 EUR



すてきな未来応援します
フコク生命
Customer Centric
FUKOKU MUTUAL LIFE INSURANCE COMPANY

Die Arbeit, die bis Januar 2017 von
34 gut ausgebildeten Büroarbeitskräften
in der Abteilung Schadensbemessung
erledigt wurde, hat jetzt
ein Roboter übernommen!

=

Automatisierungskosten pro Arbeitsplatz:
47.000 EUR

Amortisierung der Investition nach:
1,5 Jahren



Personalkosten
(p.a.):
**1,04 Mio.
US\$**

Digitalisierung – Disruption – Demotivation

...und nun?



Race against
the Machine

Das Ende
menschlicher
Arbeit

Second
Machine Age



Neue WEF-Studie: The Future of Jobs Report 2018 (I)

Die Roboterrevolution schafft bis 2022 weltweit 58 Mio. neue Arbeitsplätze

Ein positiver Nettoausblick für die Beschäftigung:

- Aktuelle Schätzungen innerhalb der befragten Unternehmen – die insgesamt über 15 Millionen Arbeitnehmer repräsentieren – deuten auf einen **Rückgang um 0,98 Millionen Arbeitsplätze** und einen **Zuwachs um 1,74 Millionen Arbeitsplätze** hin.
- Hochgerechnet auf die Beschäftigten großer Unternehmen der globalen (nicht-landwirtschaftlichen) Erwerbsbevölkerung zeigt eine Reihe von Schätzungen, dass **75 Millionen Arbeitsplätze durch eine Verschiebung der Arbeitsteilung ersetzt werden können**, während **133 Millionen neue Rollen entstehen können!**



Quelle: World Economic Forum: »The Future of Jobs Report 2018«; Basis: Personal- und Strategiemanager in 20 Industrie- und Schwellenländern, die zusammen 70 Prozent der globalen Wirtschaftsleistung ausmachen.

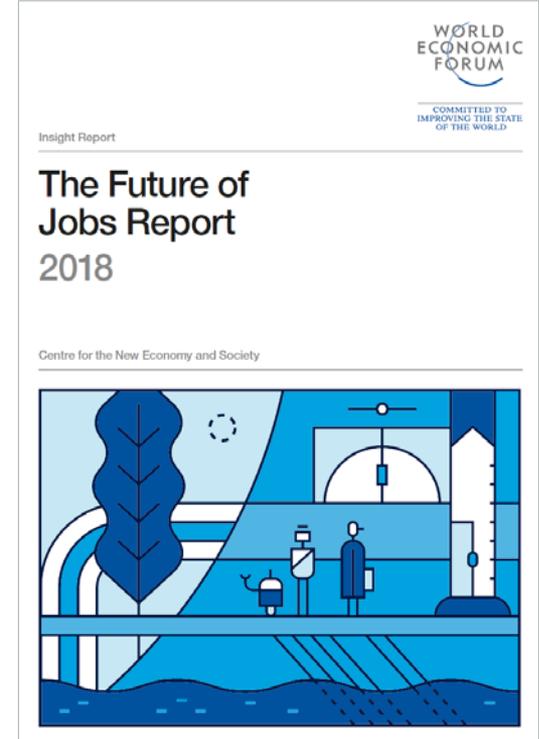
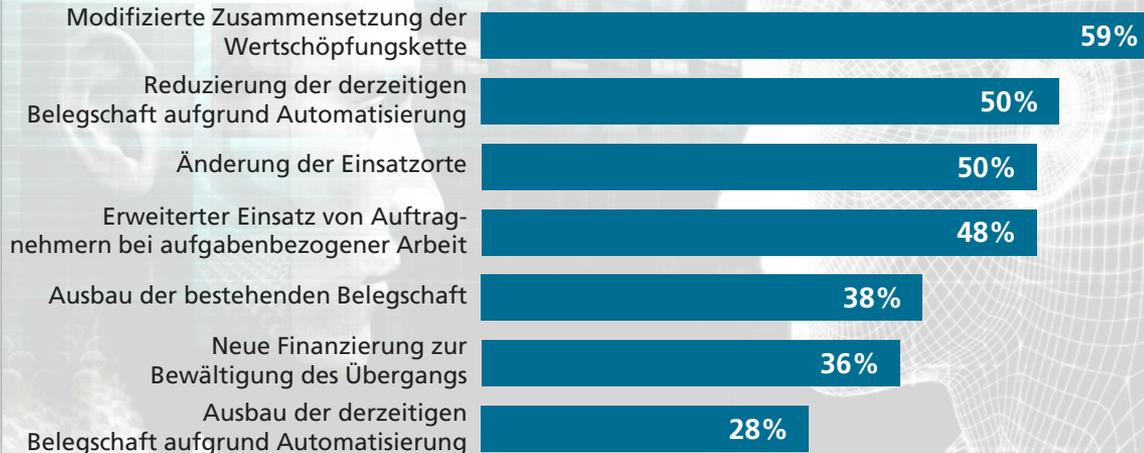
Neue WEF-Studie: The Future of Jobs Report 2018 (II)

Roboter arbeiten im Jahr 2025 mehr als Menschen

Neue Aufgabenverteilung von Mensch und Maschine:

- 2018: durchschnittlich **71%** aller Arbeitsstunden **von Menschen geleistet**
- 2022: Verschiebung auf 58% durch Menschen und **42% durch Maschinen**

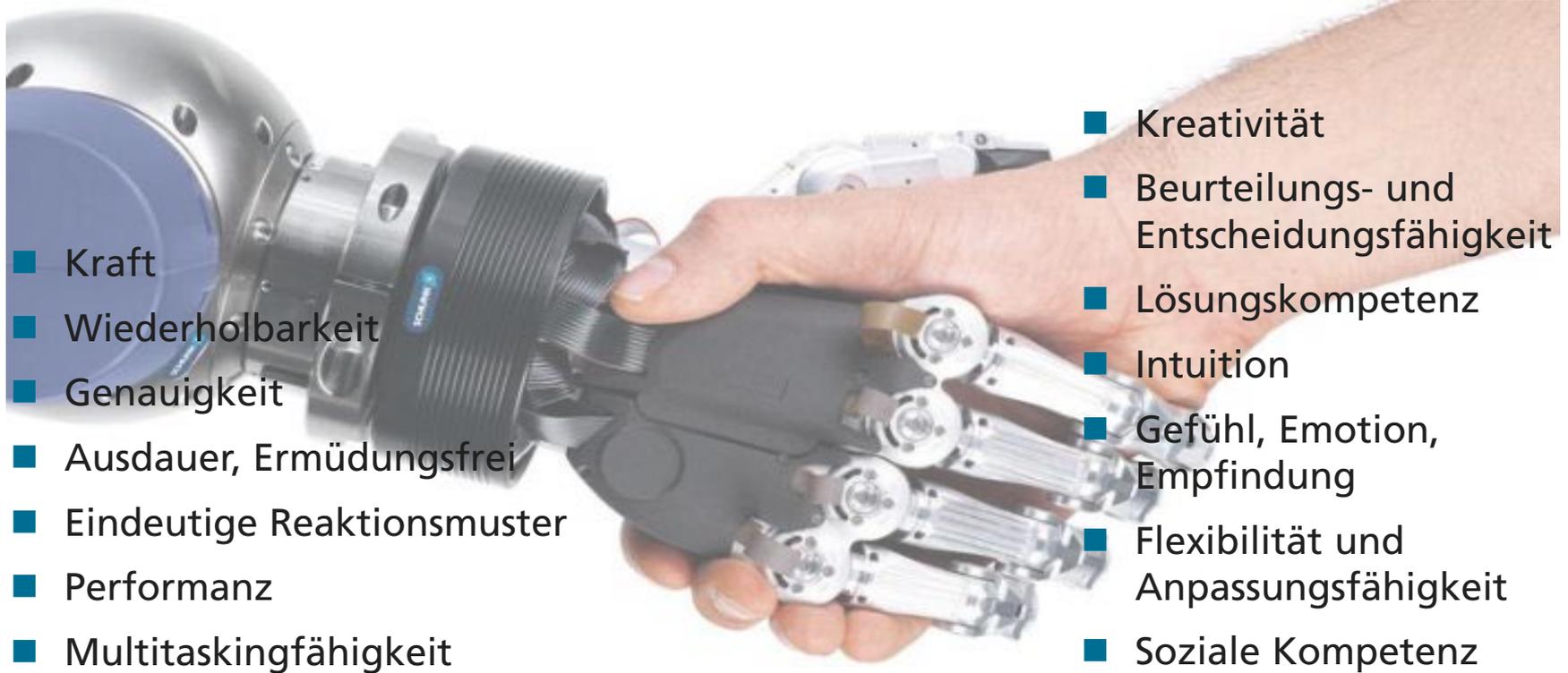
Voraussichtliche (2022) Auswirkungen aktueller Wachstumsstrategien auf die Belegschaft (nach Unternehmensanteilen)



Quelle: World Economic Forum: »The Future of Jobs Report 2018«; Basis: Personal- und Strategiemanager in 20 Industrie- und Schwellenländern, die zusammen 70 Prozent der globalen Wirtschaftsleistung ausmachen.

Neue Regeln für digitales Zusammenspiel

Arbeitsteilung von Mensch und Technik gemäß spezifischer Stärken



- Kraft
- Wiederholbarkeit
- Genauigkeit
- Ausdauer, Ermüdungsfrei
- Eindeutige Reaktionsmuster
- Performanz
- Multitaskingfähigkeit

- Kreativität
- Beurteilungs- und Entscheidungsfähigkeit
- Lösungskompetenz
- Intuition
- Gefühl, Emotion, Empfindung
- Flexibilität und Anpassungsfähigkeit
- Soziale Kompetenz

Zentrale Strategiefelder für Arbeiten 4.0 im Kontext von Digitalisierung und Globalisierung

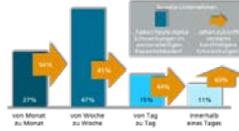


Überblick zu relevanten Entwicklungsrichtungen (1/5)

im Kontext von Digitalisierung und Globalisierung

Arbeitsziel

»Arbeitsinhalte,
Funktionen,
Komplexität«



- Abnahme stark formalisierter und von Routineaufgaben durch kognitive Algorithmen sowie autonome und lernende Systeme
- Zunahme konzeptioneller, steuernder und koordinativer Aufgaben und verstärkte Kundenintegration in der Wertschöpfung
- Neue Führungsaufgaben durch Ambidextrie und Agilität in den Arbeits- und Organisationssystemen

Arbeits-tätigkeiten

»Verteilung
von Kopf- und
Handarbeit«



- Neue kooperierende Arbeitssysteme in der Interaktion von Mensch und Maschine, z. B. Mensch-Roboter-Kooperation in Fabrik und Büro
- Zunahme von Konzeptions- und Entwicklungstätigkeiten mit einem fachlichen Schwerpunkt im Bereich Algorithmen, Software und Daten
- Abnahme von rein manuellen Tätigkeiten wie auch von einfachen Sachbearbeitungstätigkeiten
- Wandel der Sachbearbeitungstätigkeiten hin zu Entscheidungs-, Koordinations- und Steuerungstätigkeiten

Überblick zu relevanten Entwicklungsrichtungen (2/5) im Kontext von Digitalisierung und Globalisierung

Arbeitsmittel

»Im Arbeitssystem
genutzte Werkzeuge
einschließlich
Hard- und Software«



- Zunahme digitaler und physischer Assistenzsysteme
- Vermehrter Einsatz von Leichtbaurobotern (LBR)
- Einzug von kognitiver Systeme auf Basis Künstlicher Intelligenz
- Neue Arbeitswelten durch Augmented und Virtual Reality
- Optimierung des Informationsflusses und Nutzung von Livedaten
- Verbesserte Ergonomie und User Experience für MitarbeiterInnen

Arbeitsort

»Platz oder Raum,
an dem Arbeits-
tätigkeiten
ausgeführt werden«



- Adaptive (smarte) Arbeitsräume und Arbeitsplätze durch Selbstanpassung an Beschäftigte
- Gestaltung individuell flexibler Arbeitsplätze und kognitiver Arbeitsumgebungen
- Bessere ergonomische Arbeitsraum- und Arbeitsplatzgestaltung
- Bessere Work-Life-Integration sowie Steigerung der Produktivität durch mobiles Arbeiten zuhause und in Co-Working-Centern

Überblick zu relevanten Entwicklungsrichtungen (3/5) im Kontext von Digitalisierung und Globalisierung

Organisation

»Gliedert die Gesamtaufgabe und setzt Teilaufgaben in Beziehung«



- Organisationale Ambidextrie (Gleichzeitigkeit unterschiedlicher Organisationsmodelle, z. B. Linien, Matrix, Startup)
- Agile Prinzipien zur Beschleunigung von Prozessen und Projekten
- Starke Zunahme von Projektarbeit in Anzahl und Ausprägung
- Transparenz mittels echtzeitnaher und ubiquitär verfügbarer Daten

Qualifizierung

»Eignung Wissen und Fertigkeiten anzuwenden«



- Bedarf an Fachkräften aus den MINT-Berufen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) steigt weiter an
- Bedarf an Spezialisten (z. B. Data Scientist) und Mitarbeitenden mit Anwendungskompetenz neuer IT-Lösungen (IoT, Embedded Systems)
- Zwei grundsätzlich mögliche Ausprägungsszenarien:
 - Polarisierungsszenario (Erosion mittlerer Qualifizierungen) vs.
 - Upgrading des Qualifikationsniveaus über alle Qualifikationen
- Hoher und stetiger Weiterbildungsbedarf in Unternehmen

Überblick zu relevanten Entwicklungsrichtungen (4/5) im Kontext von Digitalisierung und Globalisierung

Beschäftigung

»Menge, Güte und Ausprägungsart von Erwerbsarbeit zur Erfüllung von Arbeitszielen«



- Positive Beschäftigungseffekte durch höhere Wettbewerbsfähigkeit (Mehrproduktion, Kostenreduktion)
- Auswirkungen neuer digitaler Geschäftsmodelle auf Beschäftigung
- Neu entstehende IT-affine Berufsbilder und Tätigkeitsprofile
- Strukturwandel durch Automatisierungsschub und Technologiewandel (z. B. in Richtung Elektromobilität)

Führung

»Bewusste und zielbezogene Einflussnahme auf Menschen«



- Direktive und disziplinierende Führung wird durch Stärkung von Selbstorganisation und Eigenverantwortung ersetzt
- Hierarchien und Strukturen werden flacher, dadurch wird eine schnelle und intensivere Kommunikation gestärkt
- Zunahme an Fachvorgesetzten zur Beherrschbarkeit der zunehmenden Komplexität des Gesamtsystems
- Führung 4.0 wird stärker auf Coaching und Leadership ausgerichtet
- Demokratische Prinzipien der Partizipation und Mitbestimmung vom Management vorgelebt

Überblick zu relevanten Entwicklungsrichtungen (5/5) im Kontext von Digitalisierung und Globalisierung



Mensch

»Nutzer und Gestalter von Arbeitssystemen mit gemeinsamen wie auch individuellen Bedürfnissen und Voraussetzungen«

- Digitalisierung ist Teil des neuen Life- und Workstyles von Menschen
- Leistungsfähigkeit und Motivation der MitarbeiterInnen werden durch Digitalisierung eher positiv beeinflusst
- Zunehmende Komplexität und Herausforderungen zukünftiger Arbeit werden im Zusammenspiel von Mensch-Maschine beherrschbar
- »Automatisierungsszenario« vs. »Werkzeugszenario«
→ es wird nicht ein Bild zukünftiger Arbeit geben

Gesundheit

»Ergonomische und gesundheitsförderliche Arbeitsmodelle

- Bedeutung »gesunder Arbeit« wird stark zunehmen
- Körperliche Entlastung bei Zunahme kognitiver Aufgaben
- Gesundheitliche Gefährdungen können aus Entgrenzung resultieren

Kompetenzverschiebungen

Digitale Kenntnisse werden zunehmend zum Add-on der Basisqualifikation

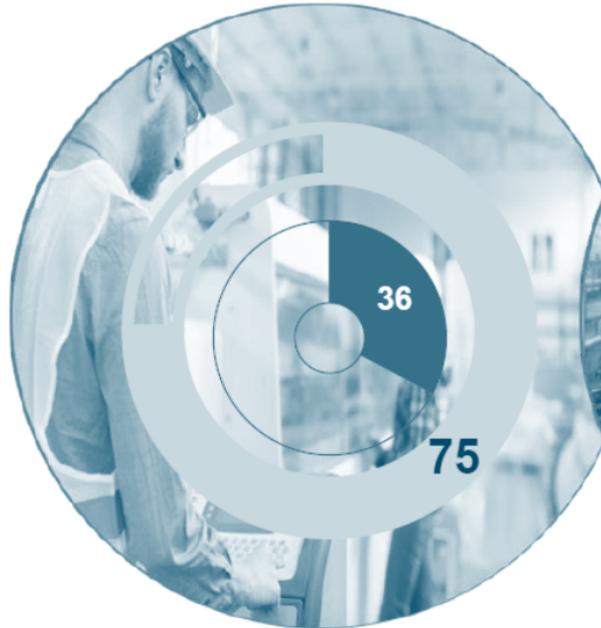


Quelle: IW-Personalpanel, 2014, Anteil der Unternehmen, die eine (deutlich oder etwas) steigende Bedeutung der Kompetenzen für den Großteil ihrer Beschäftigten innerhalb der nächsten 5 bis 10 Jahre erwarten

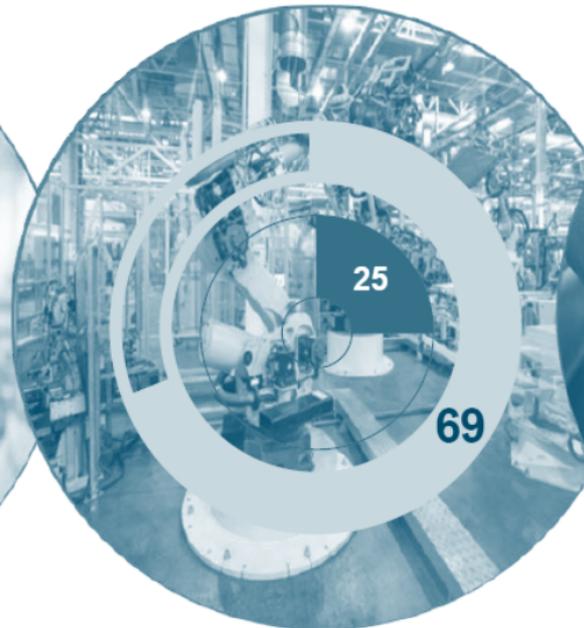
Wandel der Arbeitsorganisation

Die zunehmende Verbreitung des Internets ermöglicht...

...die Dezentralisierung
von Steuerung und Kontrolle



...die Automatisierung
von Arbeitsprozessen



...die Flexibilisierung
der Arbeitsorganisation

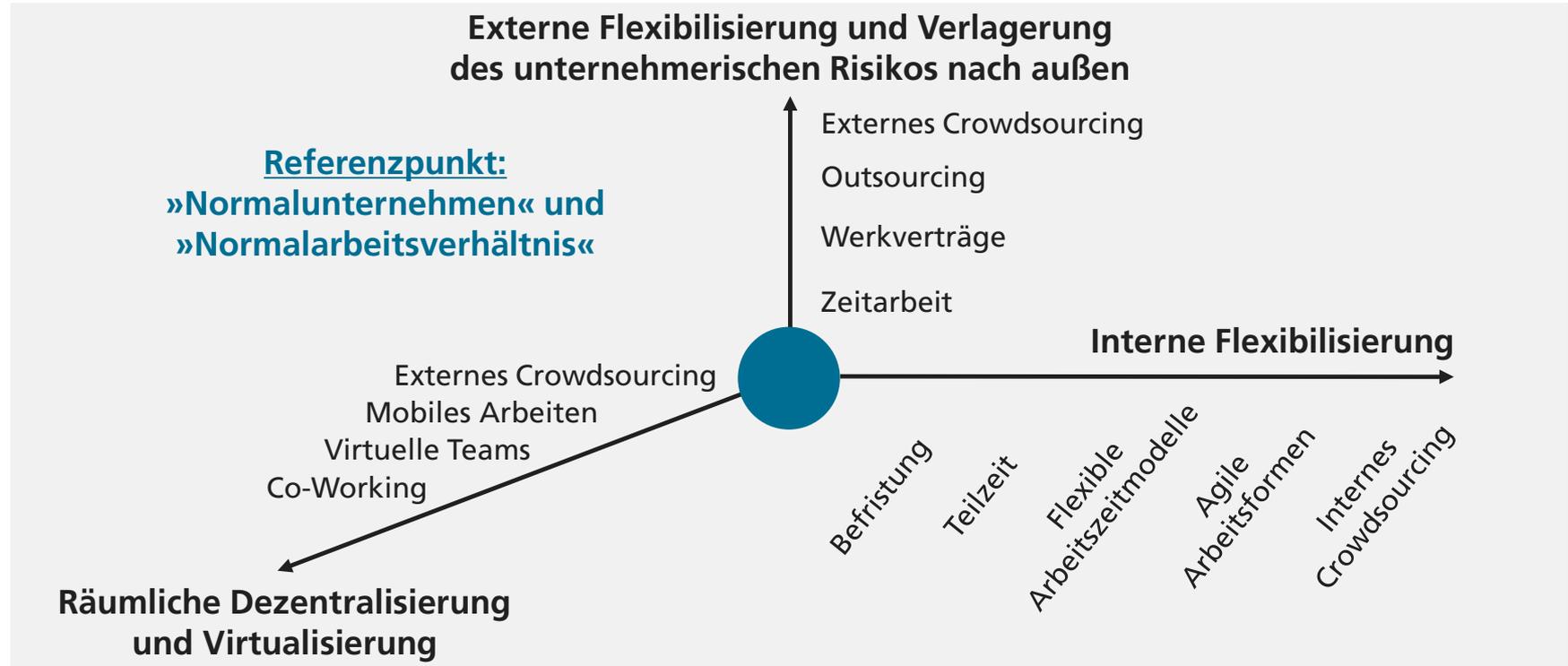


Quelle: IW-Personalpanel 2015, Angaben in Prozent

■ Unternehmen 4.0 ■ Unternehmen 3.0

Die Folge: Smarter Working kommt

Flexibilisierung von Arbeit in Ort, Zeit und Struktur



Quelle: BMAS, Weißbuch Arbeiten 4.0, 2017; Basis: Fraunhofer IAO

Ziele einer agilen Organisation

Was die Organisationsentwicklung leisten muss...

**Erhöhung der
Geschwindigkeit**

**Steigerung der
Innovationsfähigkeit
in allen Bereichen**

**Intensivierung der
frühen Sensitivität
für schwache Signale**

**Verbesserung der
Motivation**

**Verbesserung der
Fähigkeit zu zeit-
nahen Reaktionen**

**Weiterentwicklung
der intellektuellen
Agilität**

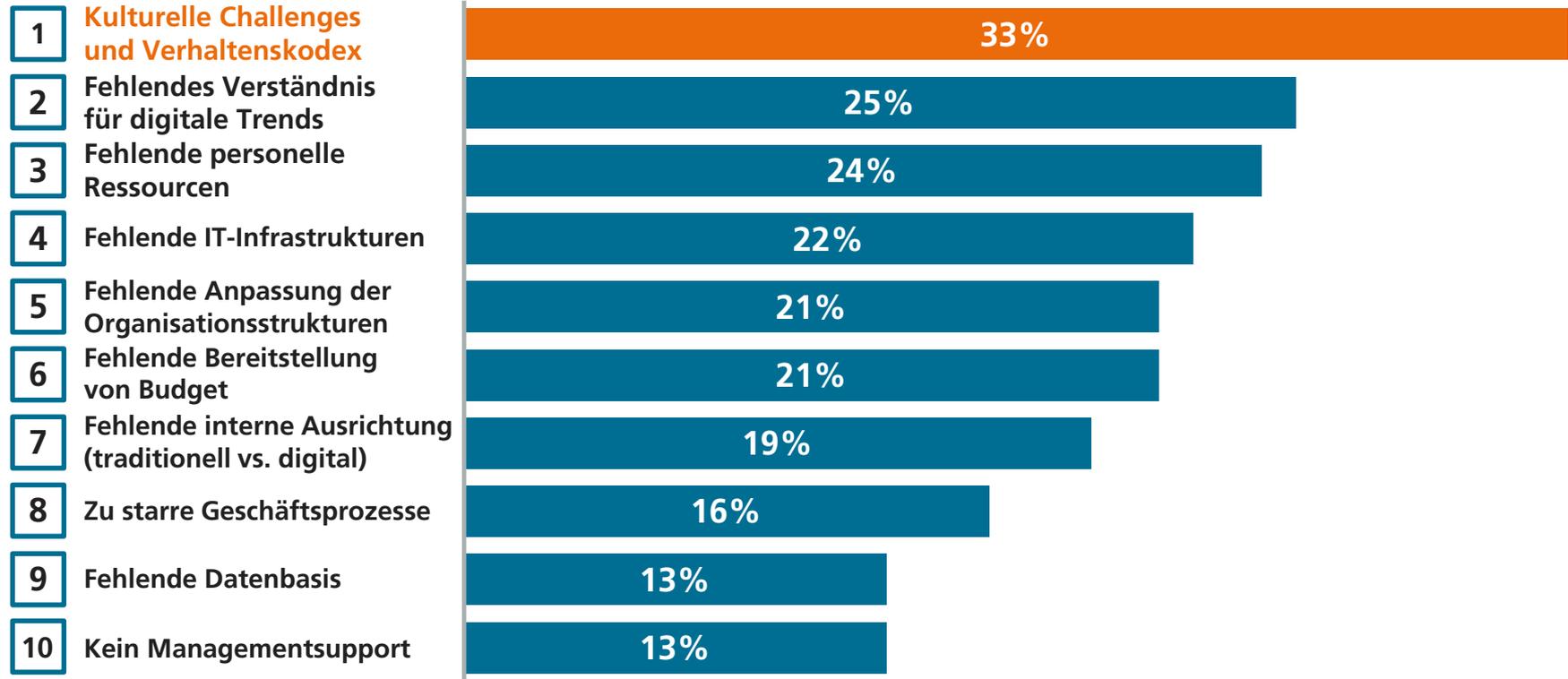
**Steigerung der
Adpationsfähigkeit**

**Erhöhung der Flexibilität
in Strukturen und Prozessen**



Unternehmenskultur im digitalen Zeitalter

Beim digital Mindset hapert es am meisten



Quelle: McKinsey Digital Study: Culture for a digital age, 2016

Ambidextrie als Erfolgsrezept

Beidhändigkeit von Organisationsarchitekturen



Beispiele: Coworking und Cocreation

Inspirierende Arbeitsumgebungen und Innovationslabore für neues Business

MIINDSPACE™



B | BRAUN
AESCULAP®

Voraussetzungen für erfolgreiche agile Transformation

Ganzheitliche Konzepte und Lösungen als Erfolgsgarant

TECHNISCHE UND RÄUMLICHE ENABLER

Big Data
Business Analytics

IoT-Plattform-
Konzepte

Coworking

Connected
Workspaces

Künstliche Intelligenz
Machine Learning

Infrastruktur-
vernetzung

Innovation Labs

Cognitive
Environments



Digitales
Mindset

Agilität
Flexibilität

Digitale
Prozesse

Digitale
Talententwicklung

Cultural
Change

Cross-
Funktionalität

Fast and
Open Innovation

Partnerschaften
Startups

PERSONALE UND ORGANISATORISCHE ENABLER

Thesen zur Arbeitswelt der Zukunft

Unternehmen und Beschäftigte müssen sich den Herausforderungen stellen

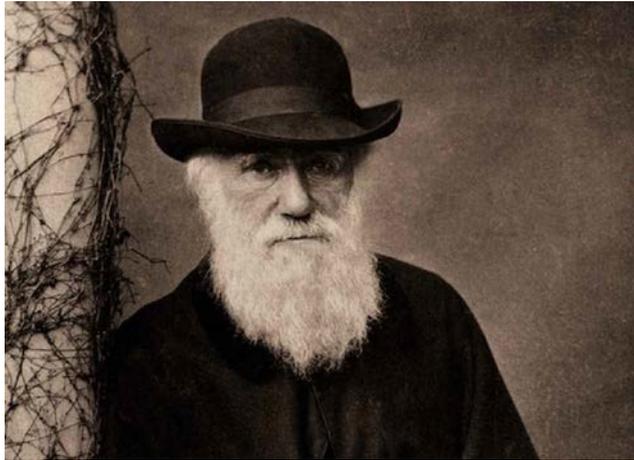
- Hochstandardisierte Aufgaben und Tätigkeiten werden zunehmend durch Algorithmen und kognitive Systeme ersetzt. Bei Facharbeit und in der Sachbearbeitung entsteht ein erhebliches Rationalisierungspotenzial.
- Der Bedarf an hochqualifiziertem Personal wird weiter zunehmen. Unternehmen und Staat müssen die Aus- und Weiterbildung neu gestalten. Qualifikation für Komplexitätsbeherrschung wird zu einem zentralen Jobsicherungsfaktor.
- Fähigkeiten für digitalisierte und komplexe Systemlösungen und Geschäftsmodelle werden verstärkt gefragt sein.
- Die Art der Interaktion zwischen Mensch und Maschine wird immer smarter.
- Die Arbeit mit und Nutzung von mobilen Devices und von Augmented Reality wird in vielen Berufen und Branchen zunehmend Einzug halten.

Thesen zur Arbeitswelt der Zukunft

Unternehmen und Beschäftigte müssen sich den Herausforderungen stellen

- Die Ambidextrie in der Arbeitswelt nimmt zu und Projektstrukturen werden immer größeren Raum in unserer Arbeit einnehmen. Flexiblere Arbeitszeit- und Jobsharing-Modelle führen zu einer besseren Kapazitätsanpassung im Betrieb und optimierter Work-Life-Balance.
- In einer immer digitaleren und agileren Arbeitswelt sind die Anforderungen an Führung enorm. Neben der fachlichen Qualifikation sind zukünftig vor allem auch Kommunikations-, Medien- und Methodenkompetenzen erforderlich.
- Die Arbeit der Zukunft kommt nicht über uns, sondern wir gestalten sie selbst. Deshalb ist es sinnvoll, dazu in Gesellschaft und Unternehmen zu debattieren und mit hoher Verantwortung eigene Beiträge zu leisten.

»Es ist nicht die stärkste Spezies die überlebt, auch nicht die intelligenteste, es ist diejenige, die sich am ehesten dem Wandel anpassen kann.«



Oder noch besser:

...diesen aktiv gestalten will!

Charles Darwin
Englischer Naturforscher
(1809-1882)

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Prof. e. h. Wilhelm Bauer

Institutsleiter
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO

Fraunhofer IAO
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

wilhelm.bauer@iao.fraunhofer.de
www.iao.fraunhofer.de

