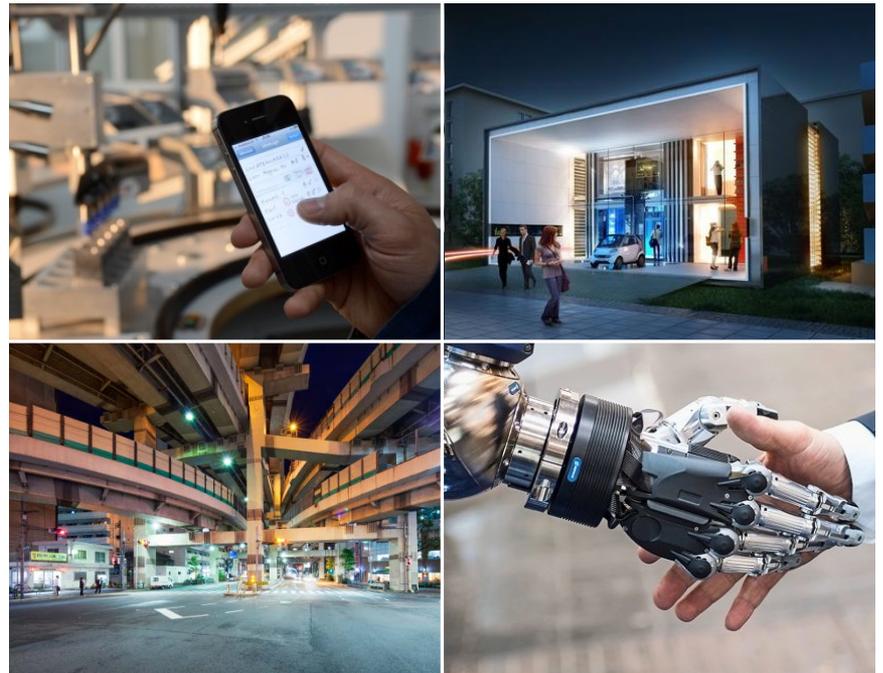

Arbeit der Zukunft in der digitalen Transformation

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

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO, Stuttgart

INNOVATION B

Friedrichshafen | 6. Oktober 2016



Fraunhofer IAO und IAT der Universität Stuttgart

Wissenschaftliche und praxisnahe Forschung zum Nutzen unserer Kunden



- **Finanzvolumen:** 36,8 Mio. €, davon 35% im Auftrag der Wirtschaft
- **Personal:** 600 MitarbeiterInnen
- **Geschäftsfelder:**
 - 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

Daten von 2015, inklusive IAT der Universität Stuttgart

Treiber der Transformation

Die digitale Vernetzung von Gesellschaft und Wirtschaft schreitet voran

Mensch und Gesellschaft

Sozio-
Technik

Sozio-
Ökonomie

Arbeit
der
Zukunft

Technologie und Digitales

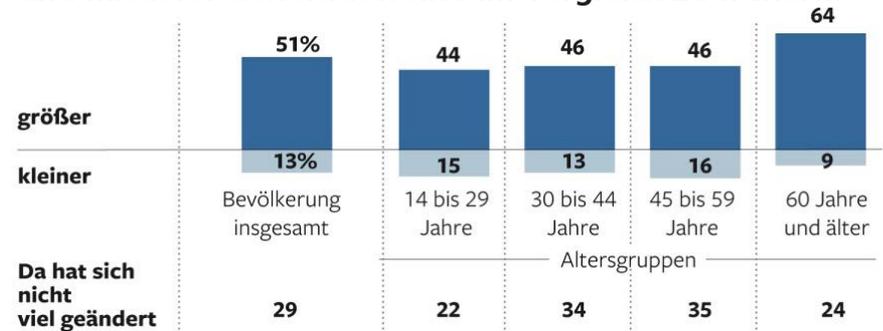
Business und Geschäftsmodelle

Mensch und Gesellschaft

Verhaltensweisen variieren und Generationenansprüche steigen

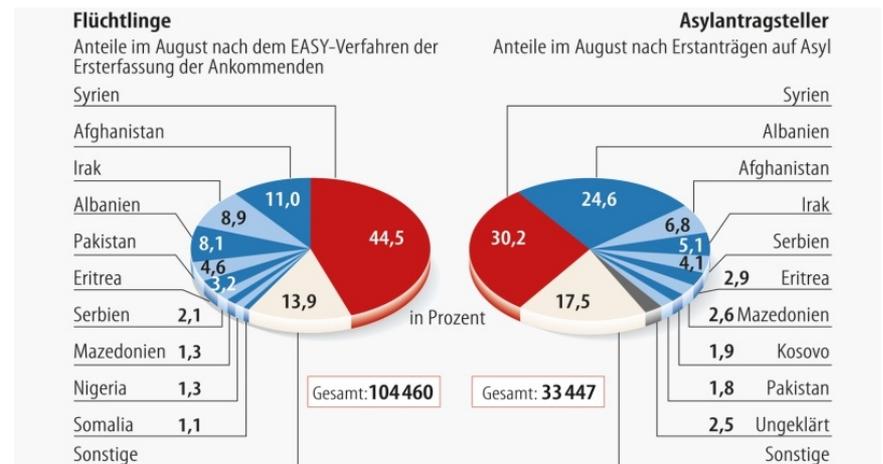
- **Alterung der Gesellschaft** im Zuge demografischen Wandels
- **Etablierung der Digital Natives** im Berufsleben
- **Individualisierung** durch neue Werte und Lebensstile
- **Neues Gesundheitsbewusstsein** mit Blick auf physische und psychische Gesundheit
- **Soziale und kulturelle Vielfalt** birgt Chancen und Konfliktpotenziale

Die Unterschiede zwischen den Lebenswelten von junger und mittlerer Generation sind im Vergleich zu früher...



Quelle: Jacobs Krönung-Studie, Institut für Demoskopie Allensbach (2013); Basis: Bundesrepublik Deutschland, Bevölkerung ab 14 Jahre, in Prozent, Nicht dargestellt: Unentschieden, keine Angabe

Herkunftsländer der Flüchtlinge und Asylantragsteller



Quelle: Pro Asyl; Bundesamt für Migration und Flüchtlinge BAMF, 2015; FAZ-Grafik Niebel

Technologie und Digitales

Intelligente Infrastrukturen und Systeme auf Basis digitaler Vernetzung

■ Vernetzung

- Internet of Everything
- Cloud Computing
- Sensoren überall
- Wireless and Mobile
- Breitbandinfrastruktur
- 5 G Mobile



■ Learning Machines

- Autonomik
- Simulation
- Big Data Analytics
- Selbstlernende Algorithmen
- Quanten-Computing
- Bio-Informatik
(extreme learning machines)



Internet of Everything

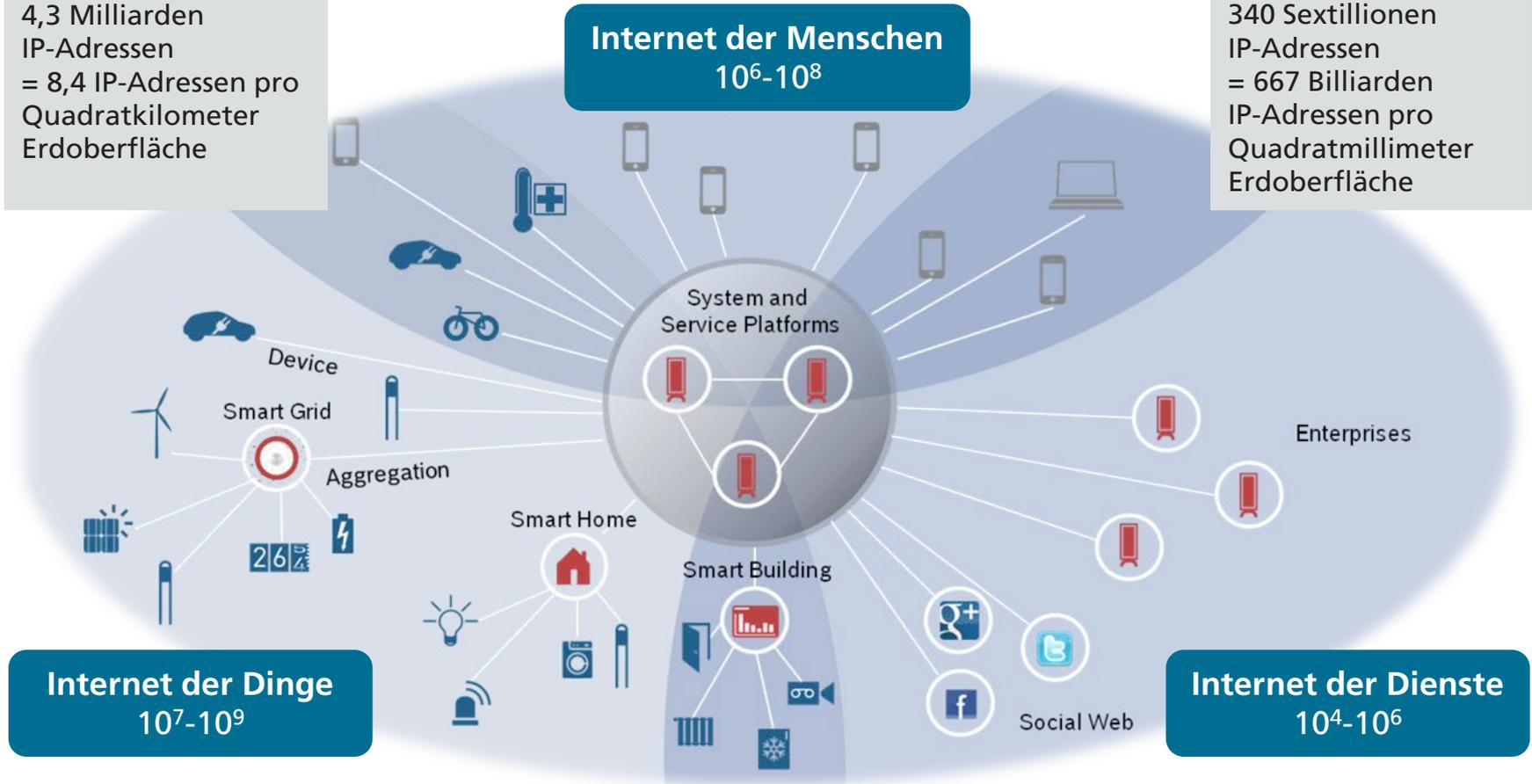
Leben und arbeiten im »System of Systems«

GESTERN:

IPv4-Standard:
 4,3 Milliarden
 IP-Adressen
 = 8,4 IP-Adressen pro
 Quadratkilometer
 Erdoberfläche

IN ZUKUNFT:

IPv6-Standard
 340 Sextillionen
 IP-Adressen
 = 667 Billionen
 IP-Adressen pro
 Quadratmillimeter
 Erdoberfläche



Business und Geschäftsmodelle

Kollaborative Nutzung und User Experience im Fokus

■ Ökonomisches

- Digitale Geschäftsmodelle
- Plattformen
- App stores
- Sharing Economy



■ Business Behaviour

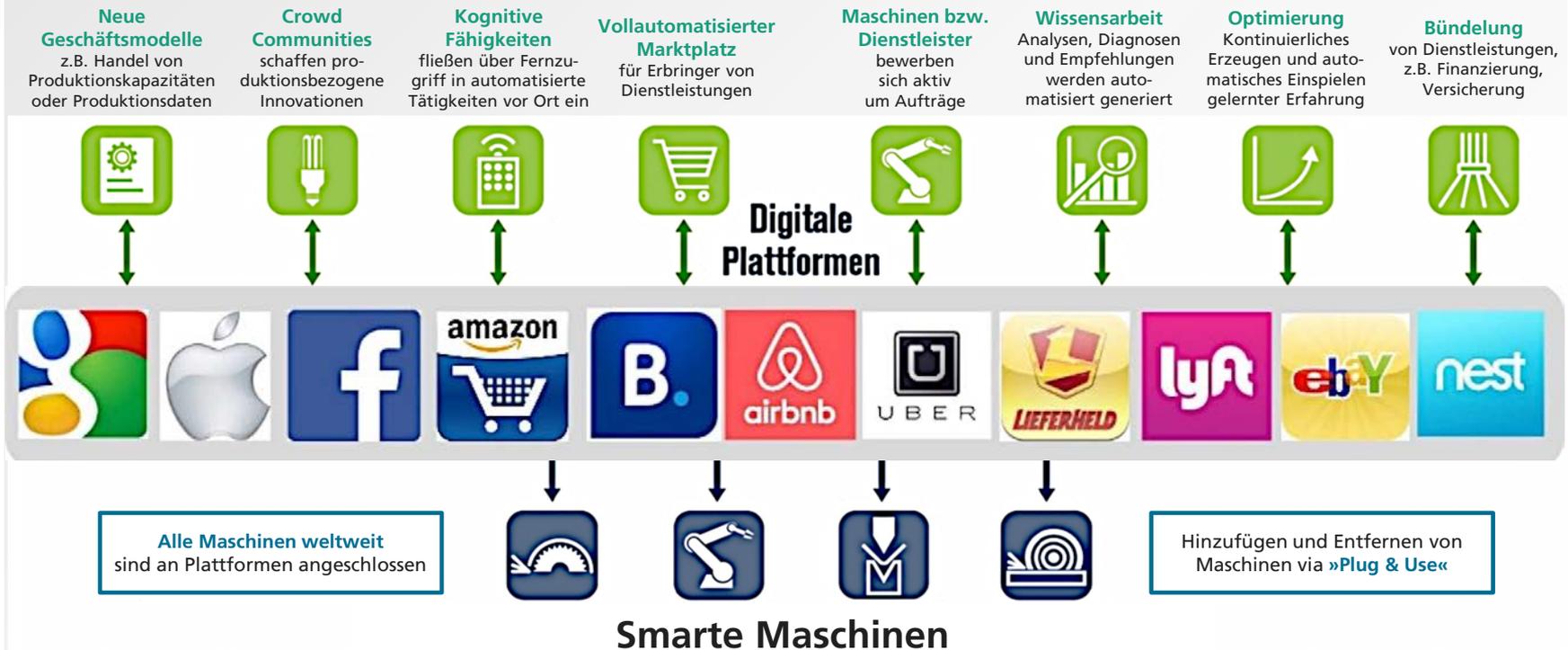
- Open Innovation
- Fast Collaboration
- Co-Working
- Bikesharing/Carsharing
- Crowd Innovation and Work



Business Transformation

Plattformbasierte Wertschöpfung wandelt Produktion und Dienstleistung

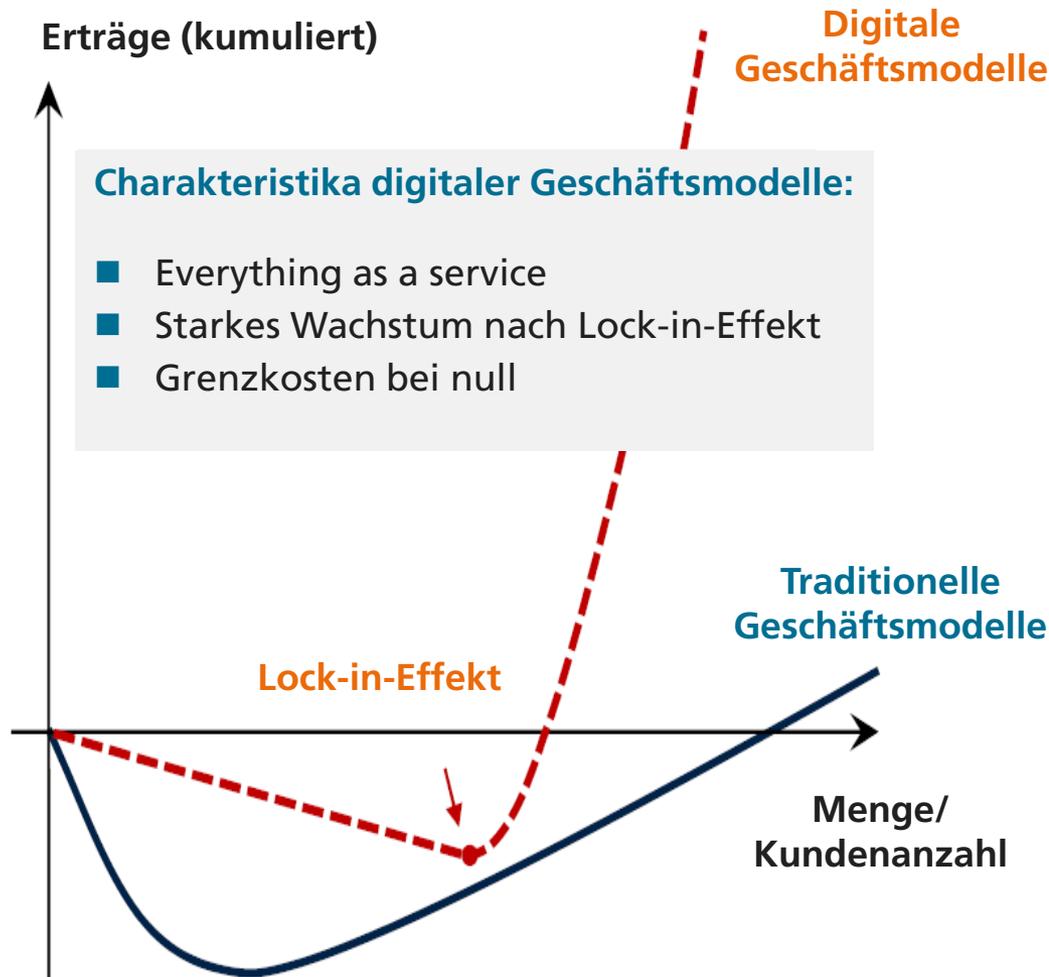
Produktionsbezogene Smart Services 2025



Quelle: acatech, Smart Service Welt

Digitale Geschäftsmodelle

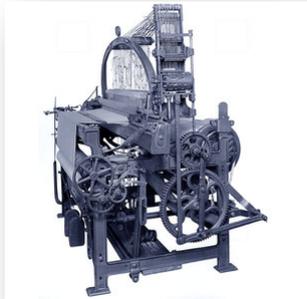
Neue Regeln des Wettbewerbs



»Scale without mass.«

»The winner takes it all.«

Die 4. Industrielle Revolution

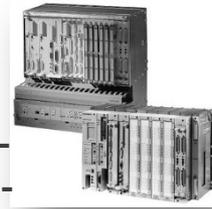


Erster mechanischer Webstuhl 1784



Fließband bei Ford, Anfang 20. Jh.

Erste Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) »Modicon 084« 1969



»Industrie 4.0«

4. Industrielle Revolution auf der Basis von Cyber-Physical Systems

3. Industrielle Revolution durch Einsatz von Elektronik und IT zur weiteren Automatisierung der Produktion

2. Industrielle Revolution durch Einführung arbeitsteiliger Massenproduktion mit Hilfe von elektrischer Energie

1. Industrielle Revolution durch Einführung mechanischer Produktionsanlagen mit Hilfe von Wasser- und Dampfkraft

Grad der Komplexität

Ende 18. Jh.	Beginn 20. Jh.	Beginn 1970er	heute
Beschäftigung	Bestimmung	Mitbestimmung	Abstimmung/Kooperation
Prozesse	starr	flexibel	adaptiv in Echtzeit
Ressourcen	nach Prognose	nach Verbrauch	auftragsbezogen

Quelle: DFKI

Volkswirtschaftliche Potenziale durch Industrie 4.0

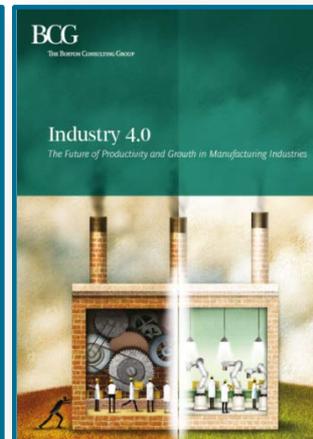
Aktuelle Studien bestätigen hohe Erwartungen



»Industrie 4.0 ist als ein wesentlicher Treiber für den Erhalt und Ausbau der Konkurrenzfähigkeit Deutschlands anzusehen.«

Prognose:

- Zusätzliches Wertschöpfungspotenzial* von **78 Mrd. EUR in Deutschland bis zum Jahr 2025** (1,7 Prozent jährliches Wachstum)



»Der Standort Deutschland profitiert in den nächsten 10 Jahren deutlich von Industrie 4.0.«

Prognose:

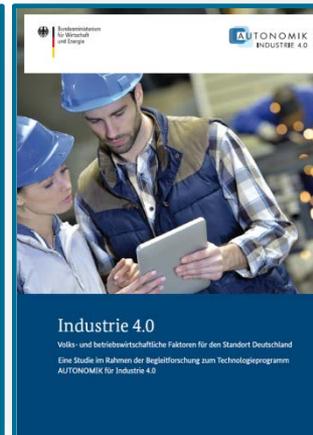
- Zusätzliches Wachstum von **ca. 30 Mrd. EUR bis 2025** (bis zu 1,1 Prozent des deutschen Bruttoinlandproduktes)



»Die Digitalisierung als Basisinnovation wird über die Zukunftsfähigkeit der Industrie in Europa entscheiden.«

Prognose:

- Kumuliertes Potenzial von **1,25 Bio. in der europäischen Industrie bis 2025** (Steigerung der industriellen Bruttowertschöpfung um 20-30 Prozent)



»In aktuellen Umfragen und Analysen herrscht große Einstimmigkeit in Bezug auf das enorme Wachstumspotenzial für die deutsche Wirtschaft durch Industrie 4.0.«

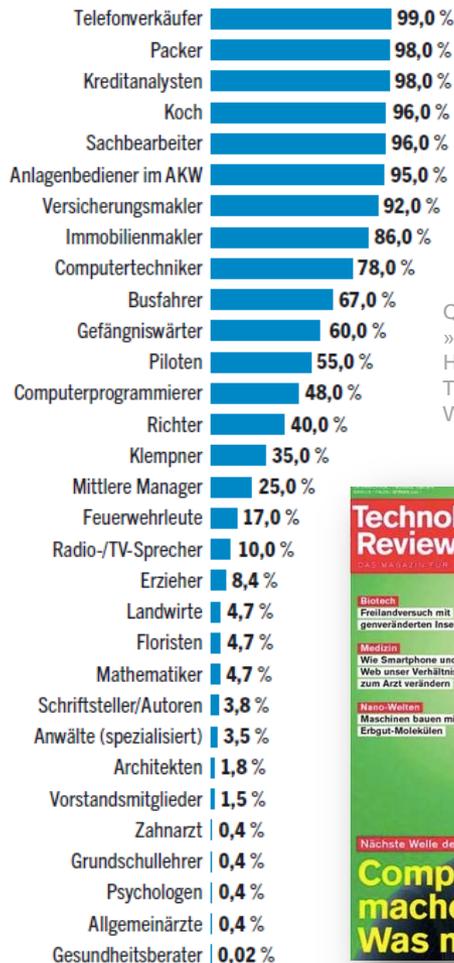
Prognose:

- Wachstumspotenzial **in Höhe von 153,3 Mrd. EUR bis 2020**

* Erwartungen für die sechs Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik, Automobilbau, chemische Industrie, Landwirtschaft und Informations- und Kommunikationstechnologie

Auswirkungen auf die Beschäftigung

Digitalisierung produziert Gewinner und Verlierer



Wahrscheinlichkeit, dass Jobs innerhalb von 20 Jahren durch Maschinen ersetzt werden.

Quelle: C. Frey and M. Osborne
 »The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?«;
 Technology Review, Economist, 1/2014;
 WirtschaftsWoche, Nr. 5, 26. Januar 2015



Prognose neuer OECD-Studie (2016):

12 %

der Jobs in Deutschland haben ein hohes Automatisierungsrisiko (>70% Wahrscheinlichkeit)

»Die Nachfrage nach hochqualifizierten Beschäftigten steigt. Andererseits fallen viele einfache Tätigkeiten weg.«

Prognose: Verlust von bis zu **60.000 Jobs** und Umschichtung von Arbeitsplätzen, d.h. nahezu keine Veränderung der Gesamtbeschäftigung

- Verlust von ca. 490.000 »einfacheren« Jobs
- Entstehung von ca. 430.000 neuen Stellen



Folgen der digitalen Transformation für unsere Arbeit

Menschen arbeiten interaktiv und kooperativ in Cyber-Physical-Systems

Die vierte industrielle Revolution...

- Reale und virtuelle Welt wachsen zusammen
- Das Internet der Dinge durchdringt das industrielle Umfeld
- CPS-basierte Produktionssysteme sind als interaktive sozio-technische Systeme verstehen



...und ihre Folgen:

- Aufgaben von **Produktions-** und **Wissensarbeitern** wachsen weiter zusammen
- **Indirekte** Tätigkeiten wachsen überproportional an im Verhältnis zu **direkten**
- **Routinetätigkeiten** und einfache Fach- und Sacharbeit ersetzt durch Maschinen
- Neue Formen der **Kommunikation, Kollaboration** und **Kooperation**
- Zunahme von **Entscheidungsspielräumen** und **dispositiver Aufgaben**
- Neue Qualifikationsanforderungen: **Digitalkompetenz** in allen Bereichen



Auf dem Weg zum
»Echtzeitunternehmen«



Chance für eine Flexibili-
sierung der Produktion

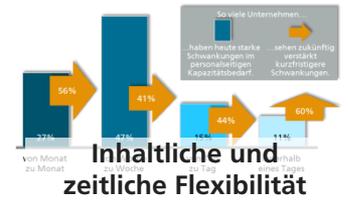
Video: Die Transformation in die digitale Welt

<http://www.sueddeutsche.de/leben/oekonomisierung-und-digitalisierung-fuenf-trends-fuer-die-zukunft-der-arbeit-1.2388109>



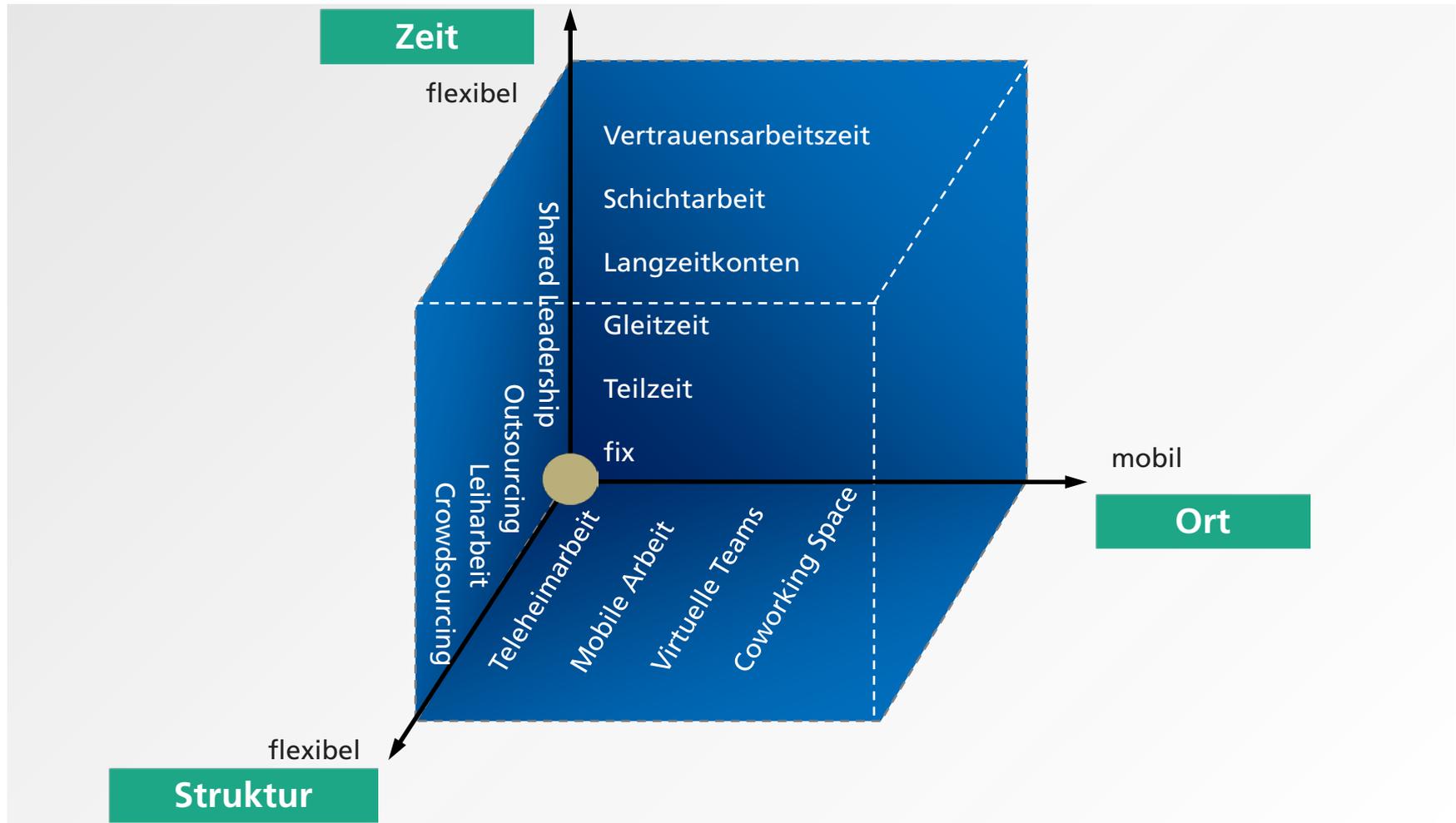
Strategiefelder für Arbeiten 4.0

im Kontext der digitalen Transformation hin zu einer Wirtschaft 4.0



Flexibilisierung als Megatrend der Arbeitsorganisation

Die drei Dimensionen der Flexibilisierung



Welche Flexibilisierungsformen werden umgesetzt?

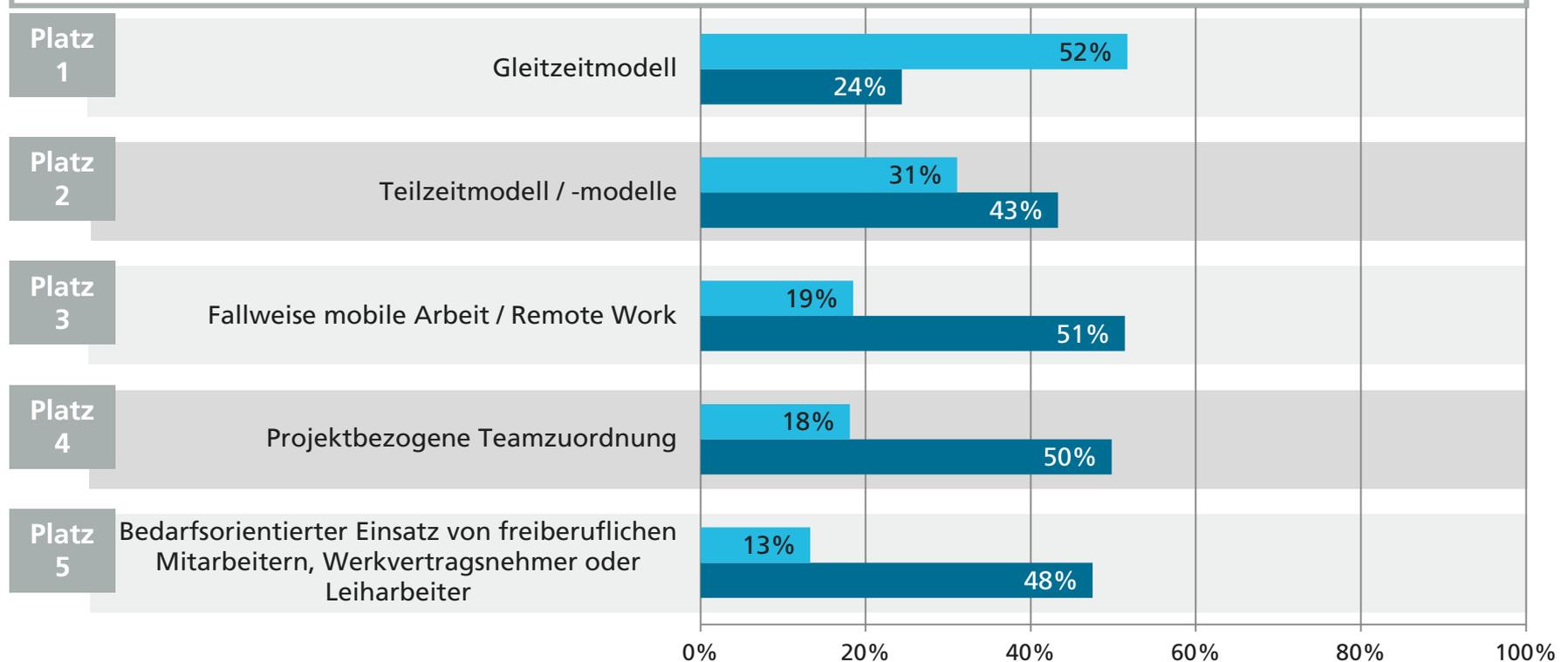
Aktueller Trend aus 10 deutschen Industrie- und Dienstleistungsunternehmen

»Welche Formen flexibler Arbeit werden heute schon in Ihrem Verantwortungsbereich durch Ihre Mitarbeiter (...) praktiziert?«

Antworten:

Ja, machen wir, für bestimmte Mitarbeiter

Ja, machen wir, prinzipiell für **alle** Mitarbeiter



Zeitliche Flexibilisierungsformen wie Teilzeit und Gleitzeit werden massiv von ortsbezogenen Flexibilisierungsformen ergänzt und erweitert.

Quelle: Führungsstudie IAO Bertelsmann-Stiftung, Befragung von 2500 Führungskräften in 10 deutschen Unternehmen

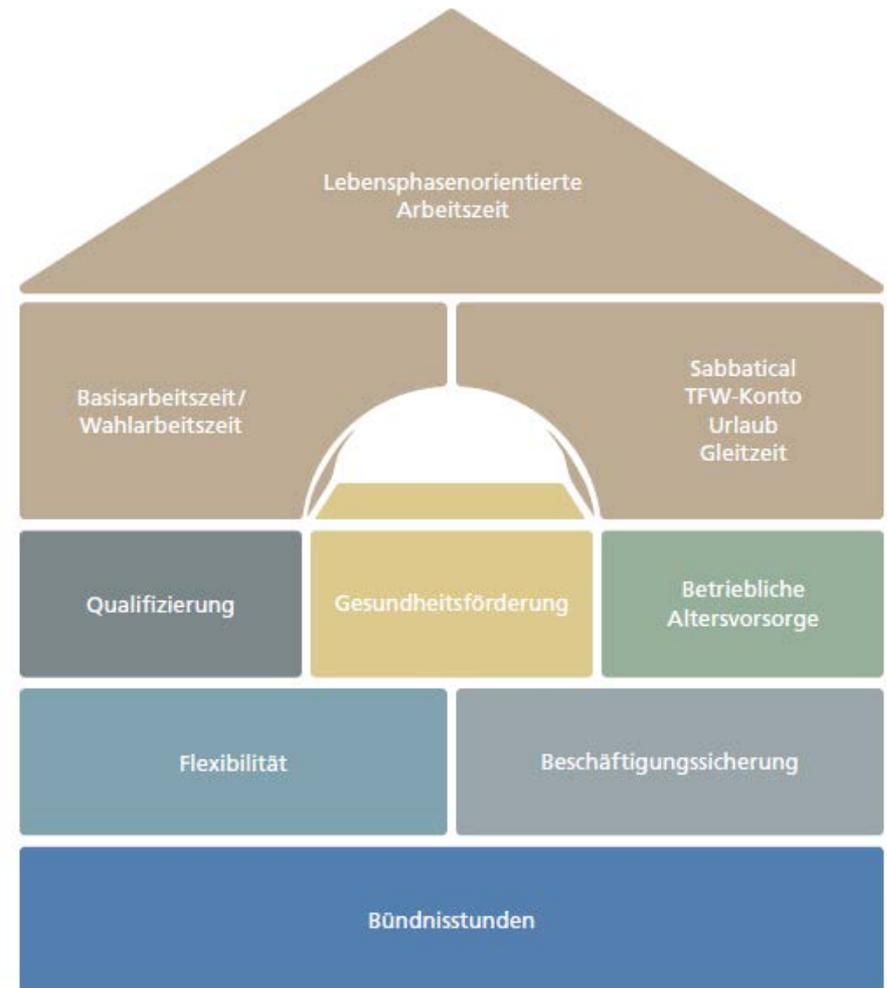
Fallbeispiel Trumpf: Bündnis für Arbeit 2016

Mehr Flexibilität für die Produktion durch neues Arbeitszeitmodell

»Digitalisierung, volatilere Märkte und kürzere Produktlebenszyklen erfordern noch mehr Flexibilität.«

Nicola Leibinger-Kammüller (9. September 2016)

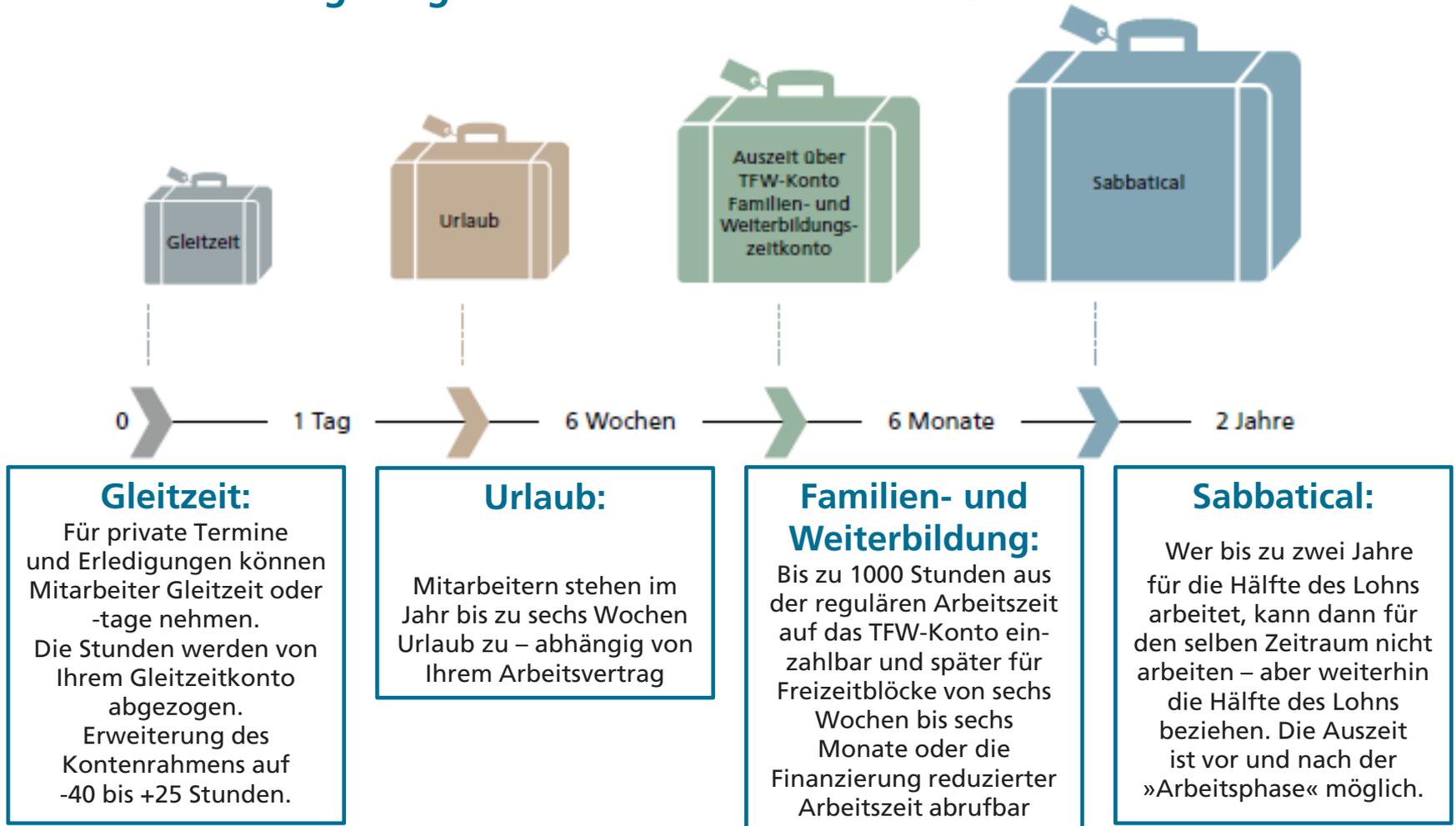
- Bereits 2011: weitgehende Flexibilisierung der Wochenarbeitszeit durch Erhöhung bzw. Reduzierung im Rahmen von 15 bis 40 Stunden
- Nunmehr: das gesamte Jahr wird für die Arbeitszeit maßgeblich: Öffnung des MA-Gleitzeitkontos auf Korridor zw. plus 200 und minus 100 Stunden
- Zielsetzung: viel zu arbeiten, wenn genug Arbeit da ist, und einen Gang runterzuschalten, wenn weniger Aufträge reinkommen



TFW - TRUMPF Familien- und Weiterbildungszeitkonto

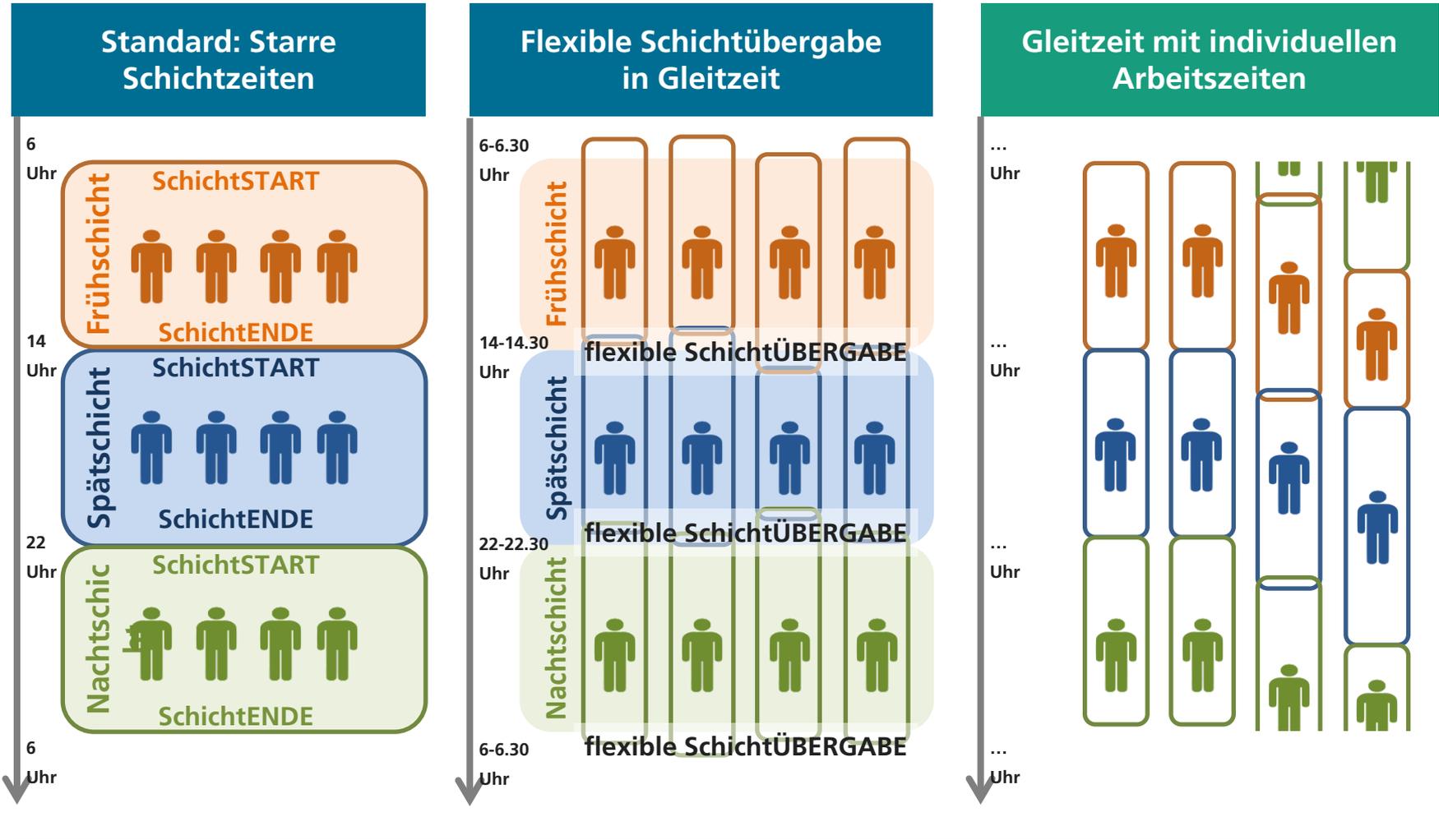
Bündnis für Arbeit 2016: Freizeit-Wahlmöglichkeiten

Auch die Freizeit wird flexibel – Mitarbeiter haben über die Wahlarbeitszeit hinaus Gestaltungsmöglichkeiten individueller Freizeitblöcke



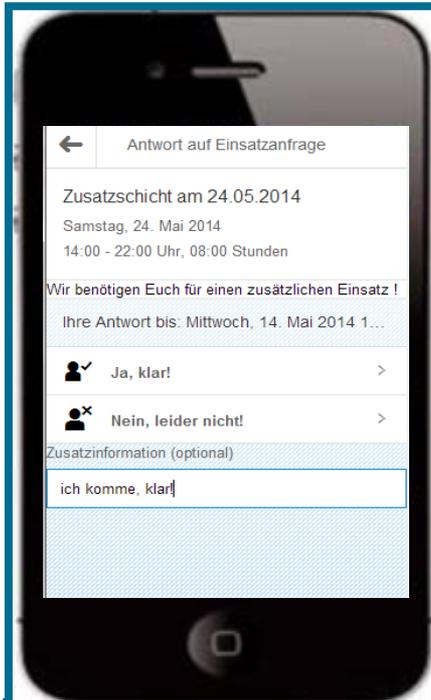
Gleitzeit auch in der Fabrik – erste Experimente

Bessere Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben im Schichtbetrieb



IAO-Beispiel: KapaflexCy

Steuerung der Personalflexibilität in der Produktion



Einsatzanfrage auf Smartphone



Samstag geht leider nicht.

Ich kann diesen Samstag arbeiten.

Kundenauftrag: 50 Getriebe bis Montag

Zusatzschicht am Samstag durchführen

HOME EINSATZLISTE EINSATZANFRAGE SCHICHTPLAN MITARBEITER UPLOAD

Einsatzanfrage versendet

Antragsteller: * Zusatzschicht am 24.05.2014
 Beginn: * 24.05.2014 14:00 Uhr
 Ende: * 24.05.2014 22:00 Uhr
 Anzahl Personen: * 5
 Alle benötigten Suchen für einen zusätzlichen Einsatz: *
 Anfragetext:
 Ablauf-Anfrage: * 14.05.2014 12:00 Uhr

Mitarbeiterliste | Rückmeldungen 1(5) | Zusagen 1(3)

Vorname	Name	Beschreibung	Kommentar	Erläuterung	Kontakt
<input checked="" type="checkbox"/>	Christi2	Dem2	▲ angefragt	---	christi2.ku
<input type="checkbox"/>	Johas	Haenfelder_11	▲ angefragt	---	johas.haer
<input type="checkbox"/>	Anne3	Rott3	▲ angefragt	---	anrot@i-n-d
<input checked="" type="checkbox"/>	Anne	Rott	▲ angefragt	---	mvo@i-n-d
<input checked="" type="checkbox"/>	Stefan	Wolf	▲ zugesagt	ich komme, klar!	mvo@i-n-d
<input type="checkbox"/>	Stefan	Hinze02_16			stefan@i-n-d
<input type="checkbox"/>	Frank	Kaina_16			frank@i-n-d
<input type="checkbox"/>	Christi3	Dem3			christi3.ku
<input type="checkbox"/>	Marin	Kraus			marin.kraus
<input type="checkbox"/>	Frank	Kaina_17			frank@i-n-d
<input type="checkbox"/>	Ulf	Kottig_14			ulfo@i-n-d
<input type="checkbox"/>	Christi	Kuhn			christi.ku
<input type="checkbox"/>	Christoph	Waser			christoph.w
<input type="checkbox"/>	Stefan	Hinze02_15			stefan@i-n-d
<input type="checkbox"/>	Anne2	Rott2			anrot@i-n-d

alle auswählen Anfrage aktualisieren

»Meistercockpit« für Einsatzanfragen

KapaflexCy – Anwendungsbeispiel

»Meistercockpit« für Einsatzanfragen

HOME EINSATZLISTE **EINSATZANFRAGE** MITARBEITER UPLOAD

Einsatzanfrage bearbeiten

Anfragetitel: *

Beginn: * Uhr

Ende: * Uhr

* Schicht 1 Schicht 2 Schicht 3

Anzahl Personen: *

Anfragetext:

Ablauf Anfrage: * Uhr

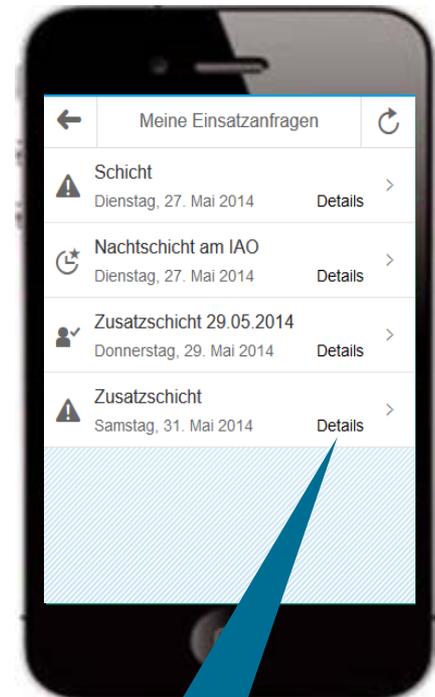
Mitarbeiterliste

Nach Arbeitsplatz filtern

Vorname	Name
<input checked="" type="checkbox"/>	Stefan Gerlach
<input type="checkbox"/>	Jonas Haertfelder_11
<input type="checkbox"/>	Jonas Haertfelder_12
<input type="checkbox"/>	Steffen Himstedt_15
<input type="checkbox"/>	Steffen Himstedt_16
<input checked="" type="checkbox"/>	Moritz Hämmerle
<input type="checkbox"/>	Stefan Jourdan
<input type="checkbox"/>	Terminal2 Kaba
<input type="checkbox"/>	Terminal1 Kaba
<input type="checkbox"/>	Frank Kalina_17
<input type="checkbox"/>	Frank Kalina_18
<input checked="" type="checkbox"/>	Richard Kammerer
<input checked="" type="checkbox"/>	Martin Knaus
<input type="checkbox"/>	Ulf Kottig_13
<input type="checkbox"/>	Ulf Kottig_14

alle auswählen

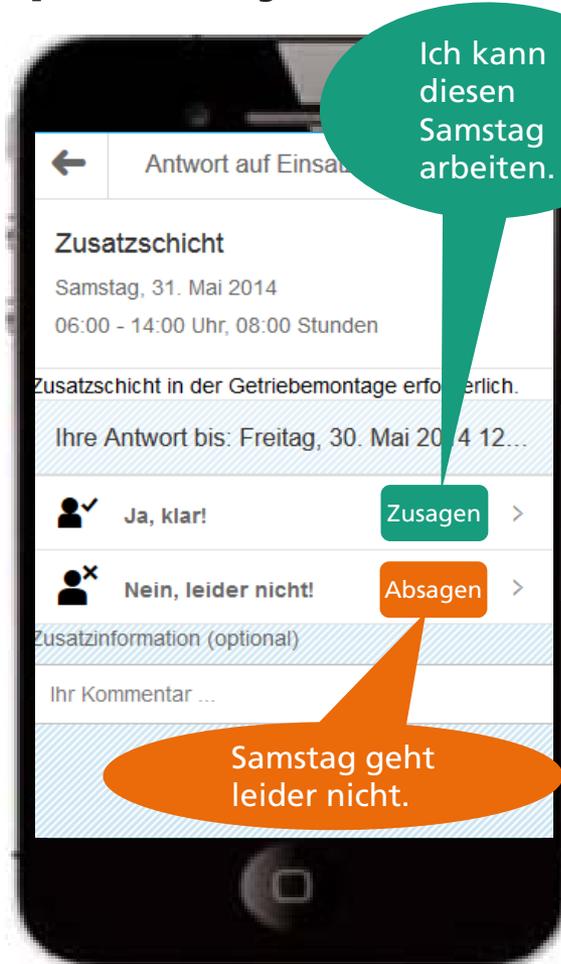
Anfrage senden!



Anfrage beantworten.

Die Mitarbeiter bekommen eine Einsatzanfrage auf ihre mobilen Endgeräte...

KapaflexCy – Anwendungsbeispiel



Ich kann diesen Samstag arbeiten.

Samstag geht leider nicht.

KapaflexCy Einsatzplanungscockpit

HOME **EINSAZLLISTE** EINSATZANFRAGE MITARBEITER UPLOAD

Anfragetitel	Beginn Schicht	Status Anfrage	Rückmeldungen	Zusagen	Restlaufzeit	Details
KW 19 (05.05 - 11.05.2014) - 2						
KW 20 (12.05 - 18.05.2014) - 4						
KW 21 (19.05 - 25.05.2014) - 4						
KW 22 (26.05 - 01.06.2014) - 4						
<input type="checkbox"/> Schicht	27.05.2014 06:00	versendet	0/4	0/3	43 Stunde(n)	
<input type="checkbox"/> Nachtschicht am	27.05.2014 22:00	versendet	1/3	0/2	Abgelaufen	
<input type="checkbox"/> Zusatzschicht 29	29.05.2014 06:00	versendet	1/5	1/2	19 Stunde(n)	
<input type="checkbox"/> Zusatzschicht	31.05.2014 06:00	versendet	1/7	1/3	67 Stunde(n)	

alle auswählen

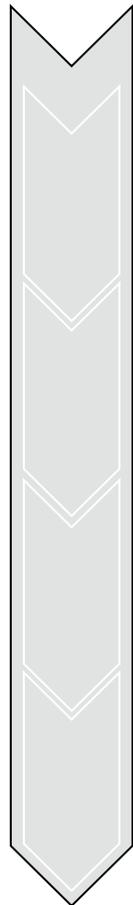
Löschen Einsatzliste aktualisieren

Status der Anfragen und Rückmeldungen

...und entscheiden kooperativ und dezentral!

KapaflexCy– Steuerungsintelligenz

Prioritätsregeln für rechtliche, wirtschaftliche und persönliche Interessen



<p>Wer kann?</p> <p>Erforderliche Kompetenzen</p>		<p>Ausschluss nicht qualifizierter Mitarbeiter</p>
<p>Wer darf?</p> <p>Rechtliche, tarifliche Randbedingungen</p>		<p>Auf Einhaltung der Vorgaben hinweisen</p>
<p>Wer soll?</p> <p>Tendenz und Stand Flexikonto</p>		<p>Prioritäten berechnen</p>
<p>Wer möchte?</p> <p>Persönliche Präferenzen</p>		<p>Beziehungsregeln auswerten</p>

Beispiel: Physische Assistenz durch kooperative Roboter

Leichtbauroboter (LBR) in kooperativen Montageumgebungen (»Robokoop«)

- **Bewerten** der Einbindung des Menschen in Montageprozess und -organisation
- **Gestaltung** der Mensch-Roboter-Schnittstelle nach den Anforderungen und Fähigkeiten des Menschen
- Neues Verfahren zur **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung** von LBR-Automatisierungen
- Erstellung eines **Leitfadens zur Planung** und Gestaltung der MRK



Quelle: Götz KG Armaturen, Sicherheitsventilmontage 2014



Quelle: IAO/IAT, Bohrmaschinenmontage 2015

Konsortium:

Fördergeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Montageanlagenbauer	Sensor-Entwickler	Anwender	Begleitforscher	assoziierte Partner
 Kemmler + Riehle			 Universität Stuttgart Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT	 

Video: Mensch-Roboter-Kollaboration

<https://www.youtube.com/watch?v=F2PE99JXeTg>



Quelle: Universal Robots, 2015

Automatisierung der Wissensarbeit

Arbeitsteilung im Business Machine Age

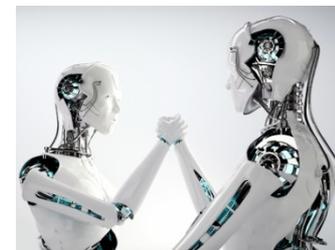
»Künftig gibt es zwei Kategorien von Menschen: jene, die Computern sagen, was sie tun sollen – und jene, die von Computern gesagt bekommen, was sie tun sollen.«

Marc Andreessen,
Mitgründer des Unternehmens Netscape Communications Corporation und Entwickler des Browsers Mosaic



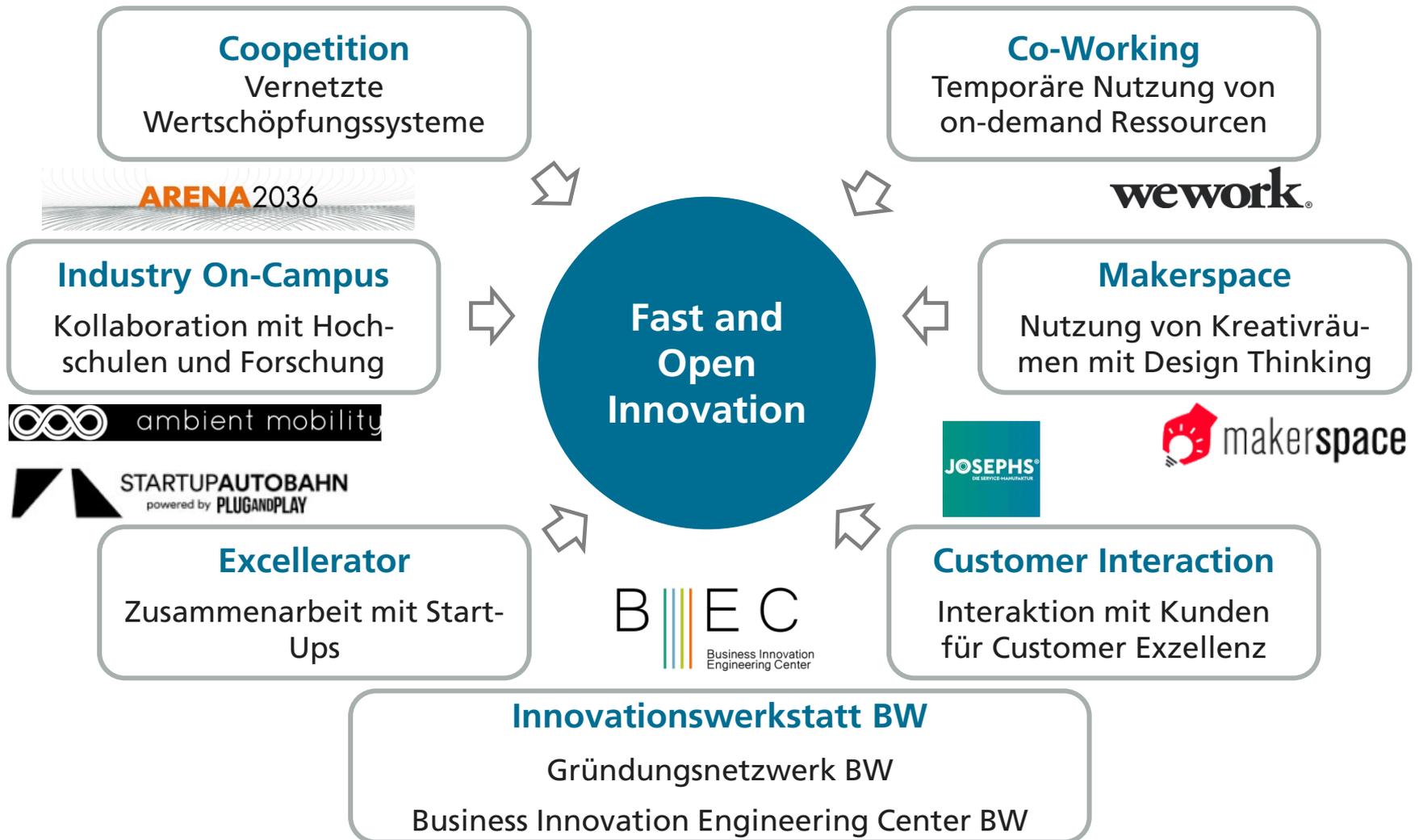
Herausforderungen:

- **Maschinen** erledigen Aufgaben mit Wiederholungscharakter und niedriger Komplexität.
- **Hard- und Software** wird eigenständig Planungsaufgaben erledigen.
- **Wissensarbeiter mittlerer Qualifikation** werden von Computern überwacht und gesteuert (»Human Automation«).



Open Innovation als wichtiger Erfolgsfaktor

Erfolgreich durch neue Kooperationsformen und digitale Arbeit



Typisches Ambiente von Coworking Spaces



Coworking Spaces als Vorbild für Corporate LABs



Coworking Spaces als Vorbild für Corporate LABs



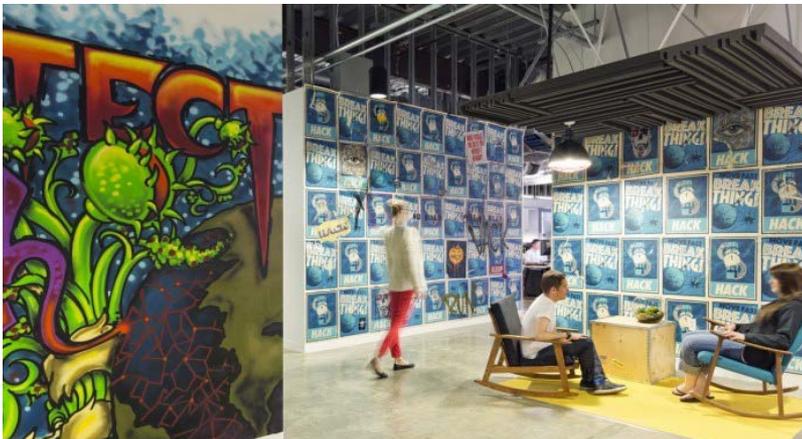
Beliebteste Büros in 2015



1. Google Tel Aviv



2. Dropbox San Francisco



3. Facebook Menlo Park



4. Google Dublin

Bildquellen: <http://officesnapshots.com/>

Thesen zur Arbeitswelt der Zukunft

Unternehmen und Beschäftigte müssen sich den Herausforderungen stellen

- Viele der heutigen hochstandardisierten Aufgaben und Tätigkeiten werden durch Algorithmen und kognitive Systeme ersetzt. Es entsteht ein erhebliches Rationalisierungspotenzial bei Facharbeit und in der Sachbearbeitung.
- Der Bedarf an hochqualifiziertem Personal wird weiter zunehmen. Vor allem Fähigkeiten für digitalisierte und komplexe Systemlösungen und Geschäftsmodelle werden gefragt sein. Dies ist die Herausforderung für Gesellschaft und Staat in der Ausbildung und für Unternehmen für die Weiterbildung Ihrer Beschäftigten.
- Die Arbeit mit und Nutzung von mobilen Devices und von Augmented Reality wird in vielen Berufen zu einem tragenden Anteil ihrer Tätigkeit: in den Büros, im Service, in der Logistik und auch in der Fabrik. Die Art der Interaktion zwischen Mensch und Maschine wird immer smarter.
- Arbeiten von zuhause, flexiblere Arbeitszeitmodelle und Jobsharing-Modelle führen zu einer besseren Kapazitätsanpassung im Betrieb und besseren Vereinbarkeit von Privatem und Beruf.

Thesen zur Arbeitswelt der Zukunft

Unternehmen und Beschäftigte müssen sich den Herausforderungen stellen

- Sowohl die betrieblichen Anforderung aus der Volatilität der Kundennachfrage als auch die persönlichen Bedürfnisse einer immer diverseren Belegschaft erfordern mehr Flexibilität in der Arbeitserbringung. Die Ambidextrie in der Arbeitswelt nimmt weiter zu, Projektstrukturen werden immer größeren Raum in unserer Arbeit einnehmen.
- Die Qualifikationsanforderungen nehmen in einer immer flexibleren und mobileren Arbeitswelt weiter zu. Qualifikation für Komplexitätsbeherrschung wird zum Jobsicherungsfaktor.
- 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. Vor allem aber ist Leadership gefragt.
- 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 kommt nicht darauf an, die Zukunft
vorauszusagen, sondern darauf, auf die
Zukunft vorbereitet zu sein.«**



Perikles
(um 500 - 429 v. Chr.)
athenischer Politiker und Feldherr

Kontakt

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

Fraunhofer IAO
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Tel: +49 711 970-2090

Fax: +49 711 970-2083

wilhelm.bauer@iao.fraunhofer.de

<http://www.iao.fraunhofer.de>

