
TRANSFORMATION DER ARBEIT

Auswirkungen auf Infrastrukturen

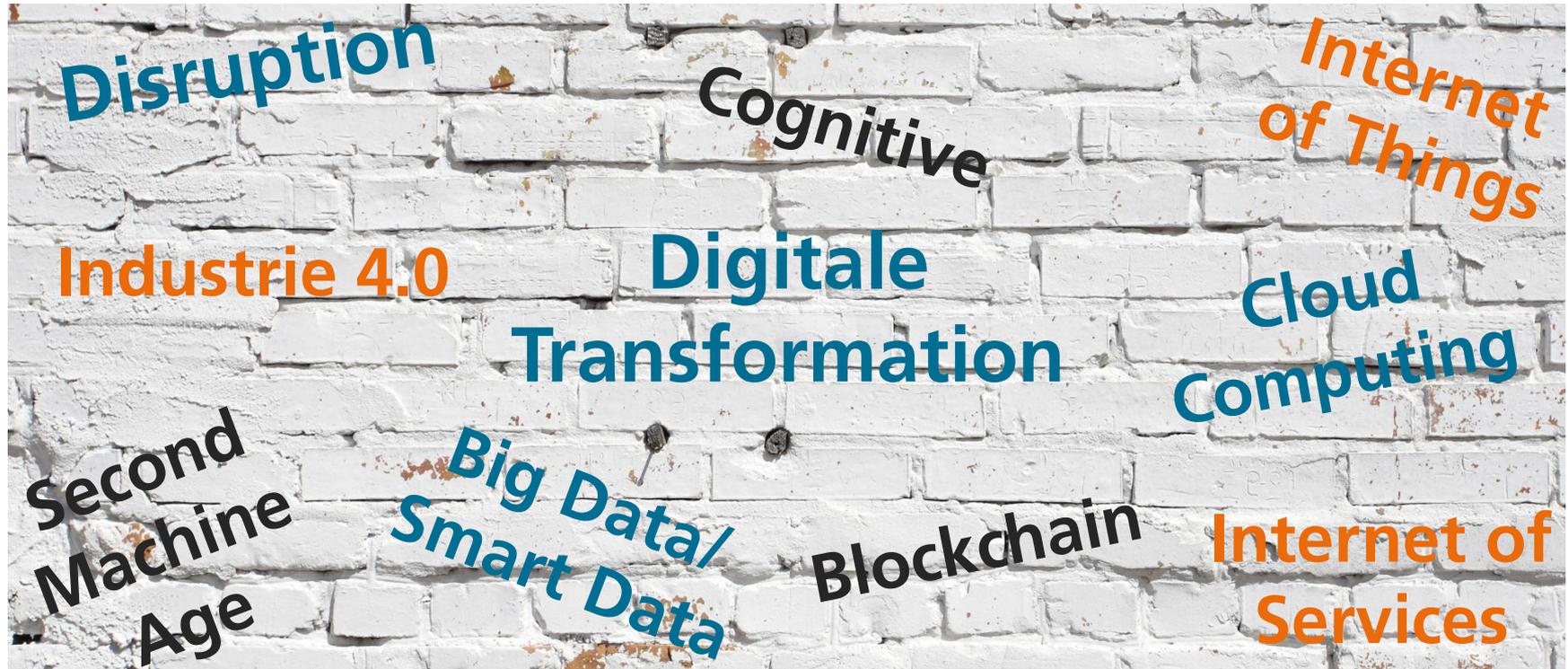
Prof. Dr.-Ing. Prof. e. h. Wilhelm Bauer

18. Symposium »GROUP OF FIFTEEN«
Technopark® Zürich | 25. Januar 2017



The Wind of Change

Die Digitalisierung verändert Arbeit auf dramatische Weise



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

IN ZUKUNFT:

IPv6-Standard

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

Internet der Dinge

10^7 - 10^9

Internet der Dienste

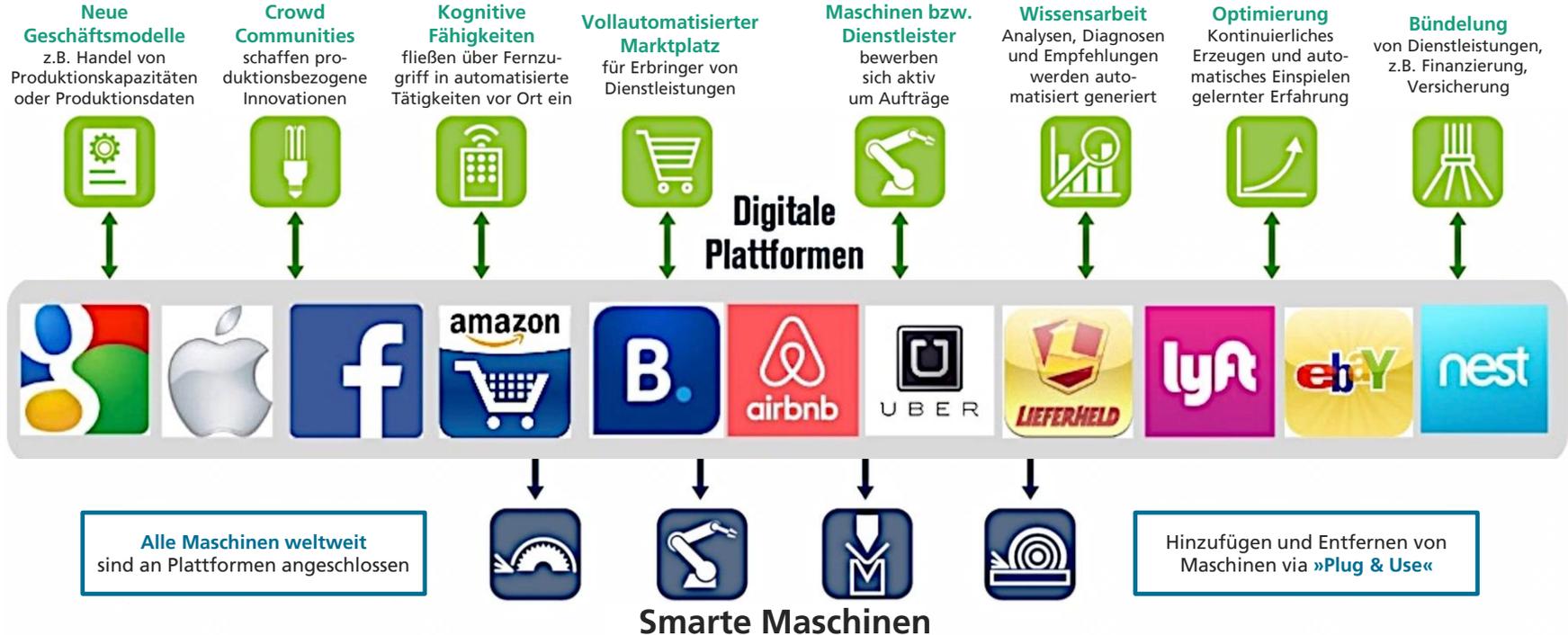
10^4 - 10^6



Business Transformation

Plattformlösungen wandeln Produktion und Dienstleistung

Produktionsbezogene Smart Services 2025



Die 4. Industrielle Revolution



»Industrie 4.0«

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

Erste Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)
»Modicon 084« 1969

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

2. Industrielle Revolution
durch Einführung arbeitsteiliger Massenproduktion durch elektrischer Energie

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

Ende 18. Jh.

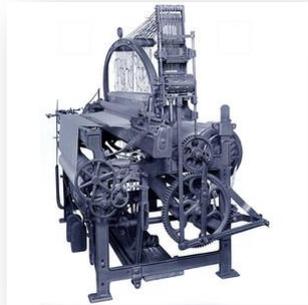
Beginn 20. Jh.

Beginn 1970er

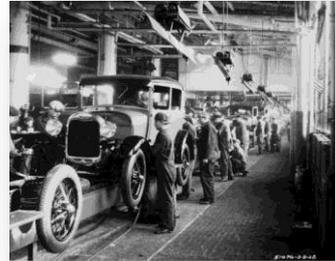
heute

Quelle: DFKI

Grad der Komplexität



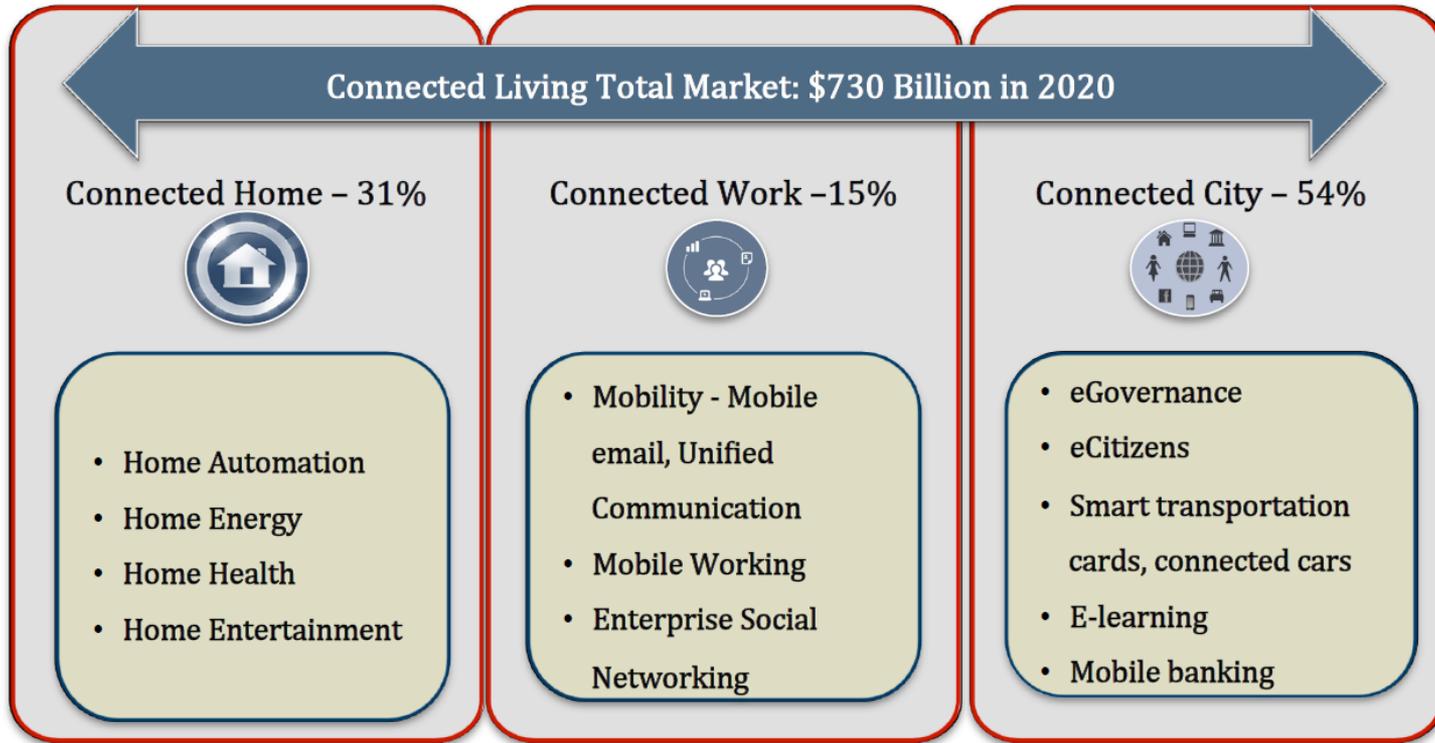
Erster mechanischer Webstuhl 1784



Fließband bei Ford, Anfang 20. Jh.

Das »Future Connected Living Ecosystem« in 2025

Arbeits- und Lebenswelten werden zu smarten und vernetzten Systemen



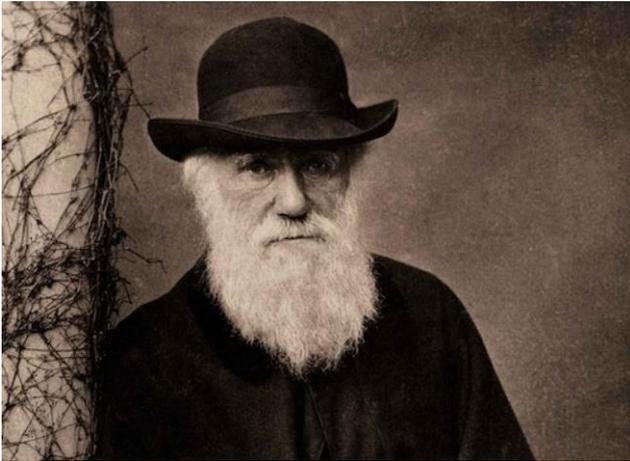
Quelle: Frost & Sullivan analysis, 2015

Arbeiten 4.0

im Kontext von Digitalisierung und globaler Vernetzung



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



Charles Darwin
(1809 - 1882)
englischer Naturforscher

Auswirkungen für Infrastrukturen der Zukunft

Potenziale der Digitalisierung für mehr Flexibilität und Produktivität nutzen



Schnelles Internet wird
(mindestens) genauso wichtig
wie klassische Infrastruktur

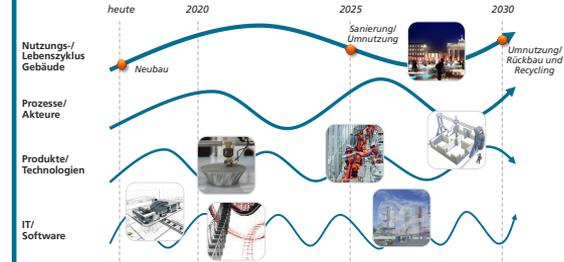


Gebäude werden flexibler, integrierter und smarter

- Flexible Flächennutzung und Umnutzung in Fabrik und Büro
- Steigerung der Prozesseffizienz
- Neue nutzerzentrierte Apps und neue Formen der MMI



Verkürzung der Nutzungszyklen von Infrastrukturen

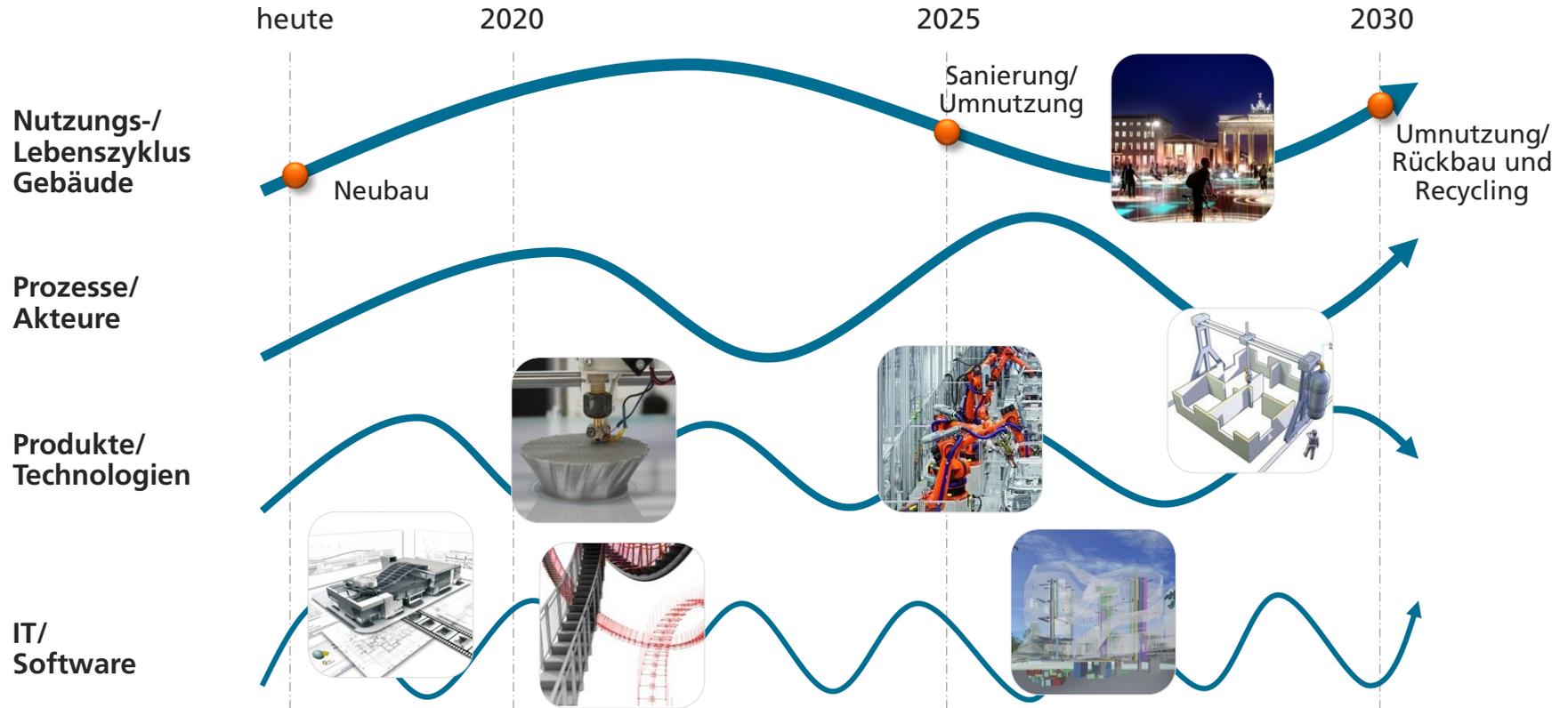


Der wachsende IT-Anteil
verschärft das Dilemma
der Investitionszyklen

**Oder es kommt
doch alles
ganz anders!**

Verkürzung der Nutzungszyklen von Infrastrukturen

Der wachsende IT-Anteil verschärft das Investitionsdilemma



Konsequenz #1: Gebäude werden integrierter

Steigerung der Prozesseffizienz durch das Gebäude

- Gebäude, Produktionsequipment und Produktionsprozesse werden sensitiver; die Anzahl eingesetzter Sensoren wird zunehmen
- Vernetzung des Gebäudes mit Produktionsprozessen nimmt zu (bspw. Nutzung, Speicherung und Bereitstellung von Prozesswärme)
- Prozessdatenauswertung ermöglicht echtzeitnahe **Anpassung der Gebäudeautomatisierung** auf die notwendigen Prozessparameter (Licht, Lärm, Raumluftqualität)
- Verkürzung von Rüst- und Anfahrzeiten und bessere Prozessqualität durch **Abstimmung von Gebäude und (Fertigungs-)Anlagen**



Konsequenz #2: Bandbreite wird Standortfaktor

Schnelles Internet wird (mindestens) so wichtig wie klassische Infrastruktur

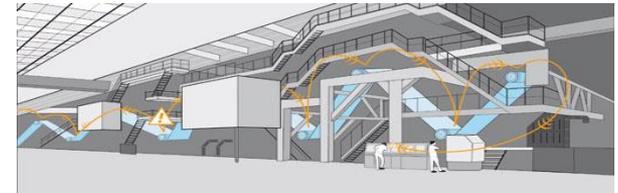
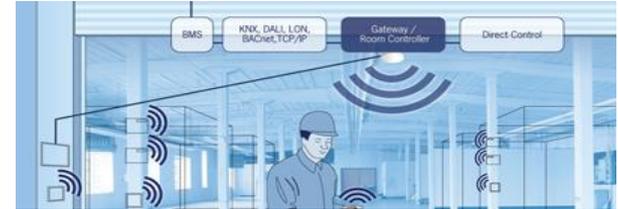
- Vernetzung der Produktion erhöht das Datenvolumen und löst erhöhte Anforderungen an die Bandbreite und Geschwindigkeit der Datenübertragung aus
- Datenschutz- und Datensicherheitslösungen werden zusätzliche Bandbreite benötigen und die Nachfrage verstärken
- Verfügbare Infrastruktur zur standortinternen Datenübertragung wird vorhanden sein und funktionieren
- Kabelgebundene und kabellose Bandbreite ab Werkort wird zukünftig auch in der Industrie zum begrenzenden Faktor – gerade im ländlichen Raum
- Standortfragen werden neu zu klären sein



Konsequenz #3: Gebäude werden smarter

Der Verfall der Sensorpreise ermöglicht neue Anwendungen

- In vielen Bereichen wird das **Bedienverhältnis (Mitarbeiter pro Maschine)** sinken
- **Neue Formen der Nutzerinteraktion** wie schwarmintelligente Gebäudeautomation (Licht-Auren, aktivitätsbasierte Gebäudesteuerung) gewinnen an Bedeutung
- Funkvernetzte Ad Hoc-Sensornetzwerke ermöglichen **nutzerzentrierte Anwendungen** für unterschiedliche Szenarien (Normalbetrieb, Condition Monitoring, Wartung, Remote-Steuerung)
- Kabellose Lösungen ermöglichen es mit autarker Energieversorgungseinheit **mehr Messdaten an den einzelnen Sensoren zu erfassen** und gleichzeitig den Installationsaufwand zu reduzieren



Konsequenz #4: Gebäude werden flexibler

Anpassungsfähigkeit der Gebäude wird zunehmen.

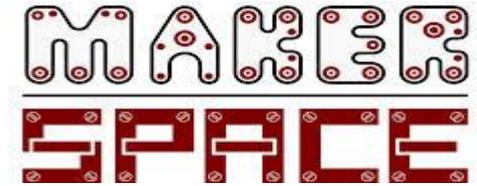
- **Wandlungsfähigkeit von Anlagen, Organisationen und Prozessen** gewinnt als Produktionsparadigma weiter an Bedeutung
- Kurzfristige Flexibilität der Unternehmensprozesse erfordert **flexible Flächennutzung und Umnutzungen** (Logistik)
- Kürzere Innovationszyklen und Variantenanstieg fördern **Integration von Produktentstehung und Produktion**
- Wissensarbeit und Produktionsarbeit wachsen zusammen; **manufakturnahe Hybridbereiche für Prozessanläufe und -qualifizierungen** entstehen
- **Verkürzte Vergabeentscheidungen** forcieren kurzfristigere Investitionsdenke



Aber vielleicht kommt ja alles ganz anders...

3-D-Druck als die (vielleicht) nächste disruptive Technologie

- **Additive Fertigungstechnologien (3D-Druck)** von verschiedenen Werkstoffen ermöglichen eine durchgängige Produktindividualisierung
- Für die meisten Anwendungen ist die **Technologie (noch) zu teuer, zu langsam und zu ungenau**
- Um den (Plastik)-3D-Druck entsteht und wächst bereits eine **eigene Infrastruktur** mit Entwicklungsplattformen, Ideenbörsen und Fabriken (Makerspaces, FabLabs)
- Durchbruch der Technologien hätte eine **radikal veränderte führende Produktionsorganisation** zur Folge: kleinteilige Manufakturen in Kundennähe, 3-D-Copyshops



Die (R)Evolution der Bauindustrie

Erste Villa aus dem 3D-Drucker im »Venedig des Ostens« (Suzhou/China)



Arbeit in der Bauindustrie wird durch digitale Planungs-/Fertigungsprozesse flexibler, wirtschaftlicher, ressourceneffizienter und weniger!

- 1100 Quadratmeter Wohnfläche auf zwei Stockwerken
- Ausdruck und Zusammensetzung von einzelnen, passgenauen Elementen
- Kein Bagger, kein Gerüst und auch kein Bauschutt

- Fertigstellung innerhalb von nur zwei Tagen
- Passgenaue Einzelmodule aus recyceltem Beton und patentiertem Material
- Erwerb zum Preis von EUR 140.000 (ca. $\frac{1}{3}$ des Marktpreises in D)

Quelle: <http://www.welt.de/finanzen/immobilien/article140264641/Die-chinesische-Luxus-Villa-aus-dem-3-D-Drucker.html>

Video: Erstes voll funktionsfähiges Büro in Dubai

<http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/immobilien/video-erstes-haus-aus-dem-3d-drucker-14252216.html>



Quelle: F.A.Z., Mai/Juni 2016

Thesen zum Abschluss

Wie kann man sich auf den Wandel vorbereiten und diesen aktiv gestalten?

1. Flexibilität und Funktionsvarianz werden zum marktrelevanten Unterscheidungsmerkmal für Büro- und Industriegebäude sowie auch von Smart Cities und innovativen Stadtquartieren.
2. Die aktive Einbindung von Gebäuden und Stadtsystemen auf Basis von Sensorik und Aktorik (z. B. Visualisierungsmöglichkeiten, Multifunktionshüllen) führt zu produktiveren Arbeitsprozessen und einem Anstieg der Wertschöpfung.
3. Integrierte Produktionsstätten und Coworking Spaces ermöglichen die intelligente Funktionsdurchmischung von Wohnen, Leben und Arbeiten und gewährleisten Work-Life-Balance.



Arbeitswelten der Zukunft

Wie wir morgen arbeiten und leben



Video: Arbeitswelten der Zukunft

https://www.youtube.com/watch?v=2A_SJdH2lw8



Kontakt

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

Institutsleiter

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO

Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement Universität Stuttgart (IAT)

Fraunhofer IAO
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

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

