
DIE INDUSTRIELLEN REVOLUTIONEN...

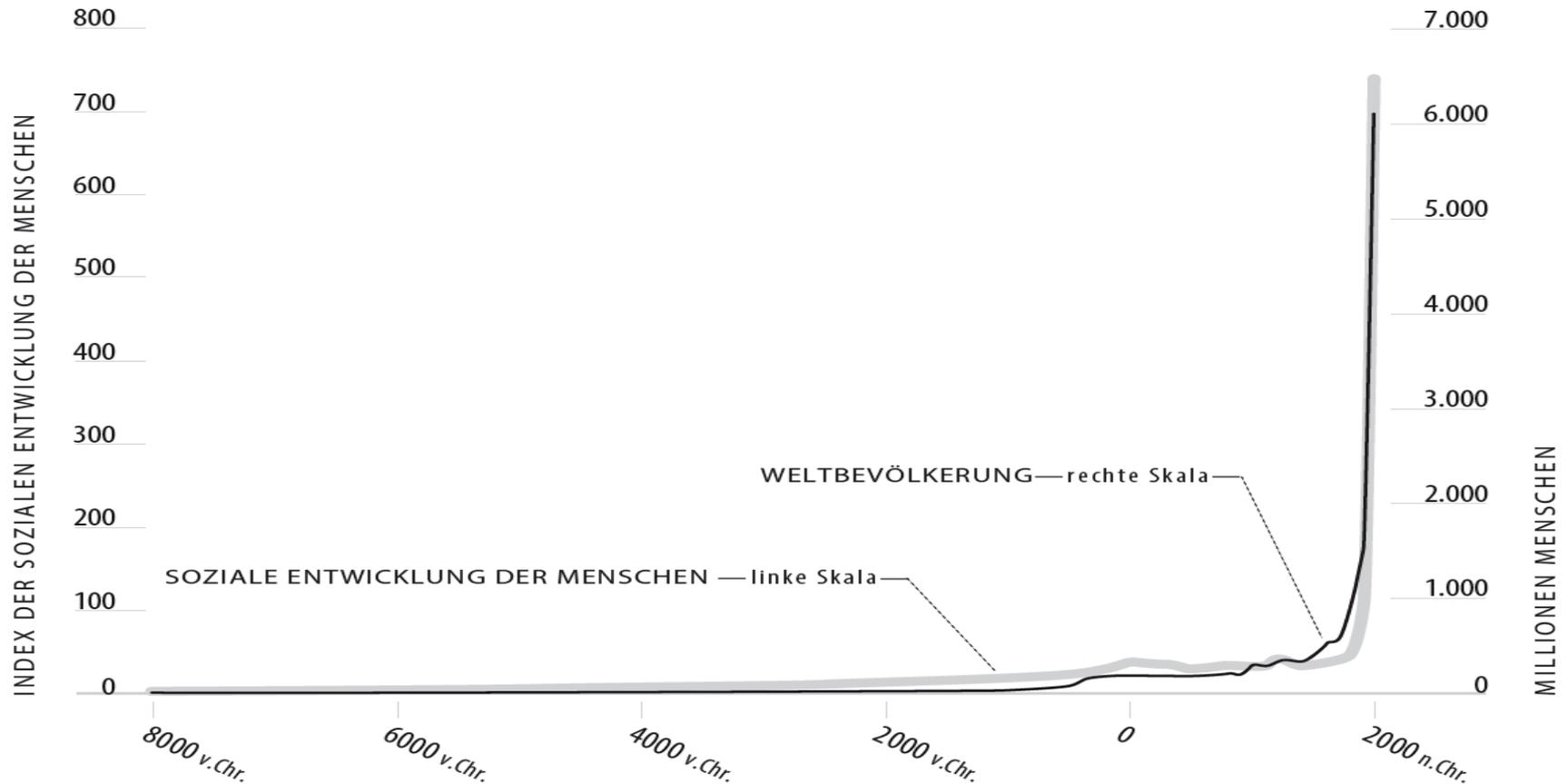
...EINE GESCHICHTE IN VIER KAPITELN

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
19. Oktober 2017



Entwicklung der Weltbevölkerung

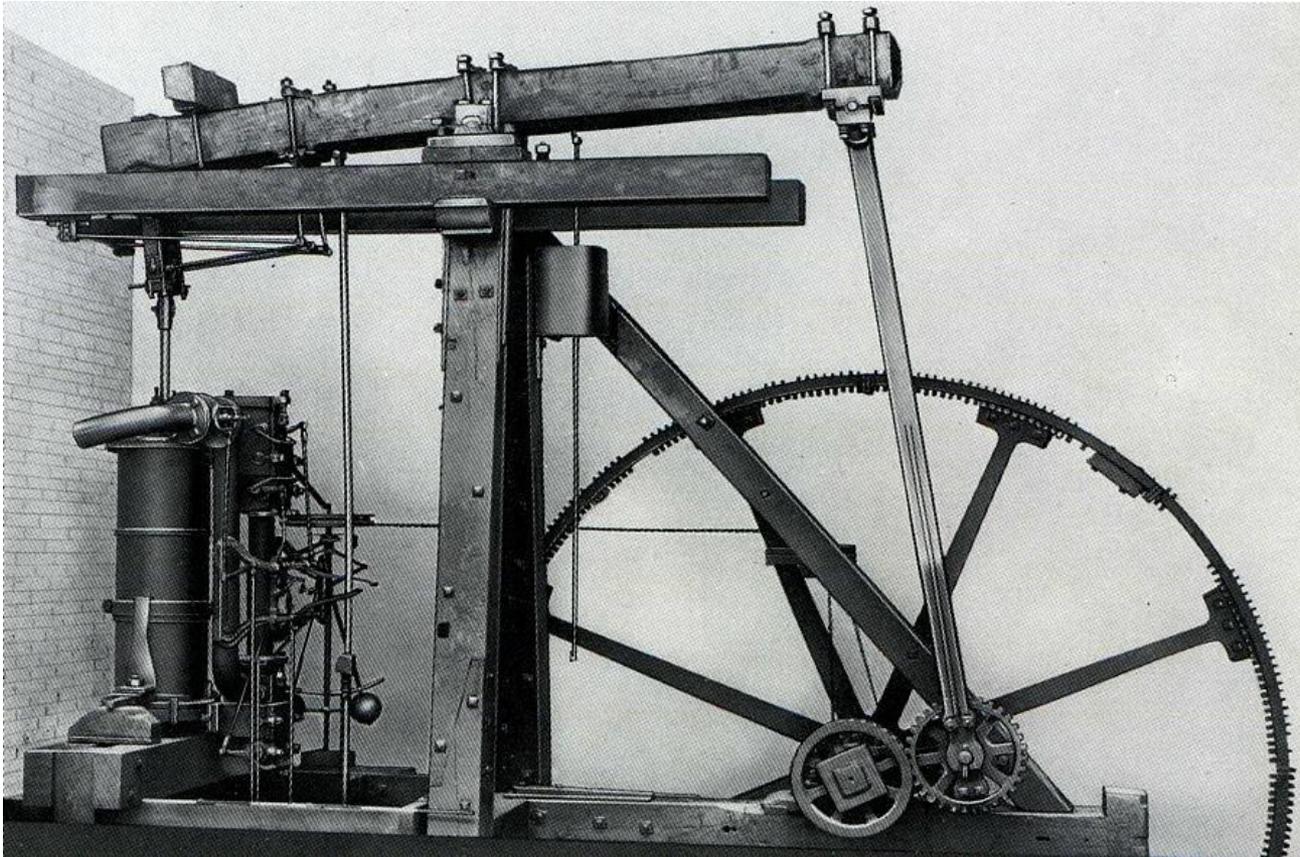
Jahrtausende Jahre währende Ruhe vor der Explosion



Quelle: Brynjolfsson/McAfee: The Second Machine Age, Plasen-Verlag 2014, S. 14

1. Industrielle Revolution

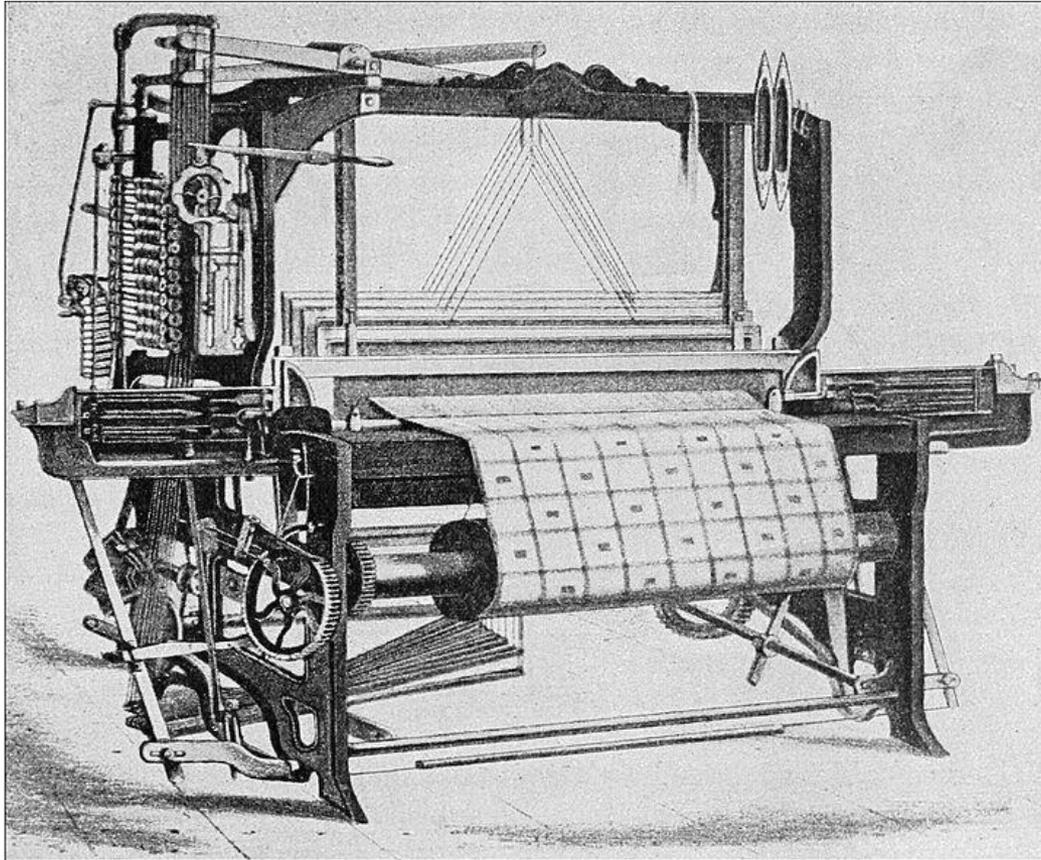
Dampfmaschine von James Watt 1769



Quelle: pictokon.net/bilder/2008-12-bilder-fotos/dampfmaschinen-06-james-watt-doppeltwirkende-dampfmaschine-mit-drehbewegung-ab-1784-als-antrieb-von-textilmaschinen.html

1. Industrielle Revolution

Mechanischer Webstuhl 1784

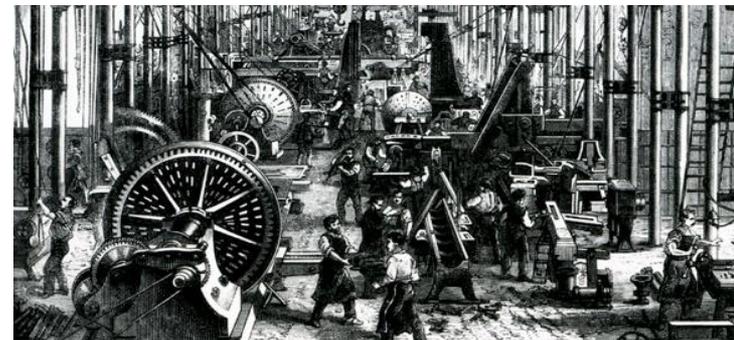


1. Industrielle Revolution ab 1750

- Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft in Europa
- Arbeits- und Kraftmaschinen ermöglichen die Industrialisierung und verhindern naturbedingte Hungerkatastrophen
- Kluft zwischen dem besitzlosen Proletariat und den über Kapital verfügenden Fabrikanten vergrößerte sich
- keine Absicherungen bei Unfällen, keine Regelung der Arbeitszeiten, Kinderarbeit.
- Unterbezahlung führte zu einer sozialen Verelendung der Arbeiterklasse (Pauperismus)
- enormes Bevölkerungswachstum aufgrund des technischen Fortschritts
- Durch die Urbanisierung entstanden neuen Stadttypen. London war 1750 bereits Wohnort für ein Zehntel der englischen Bevölkerung.



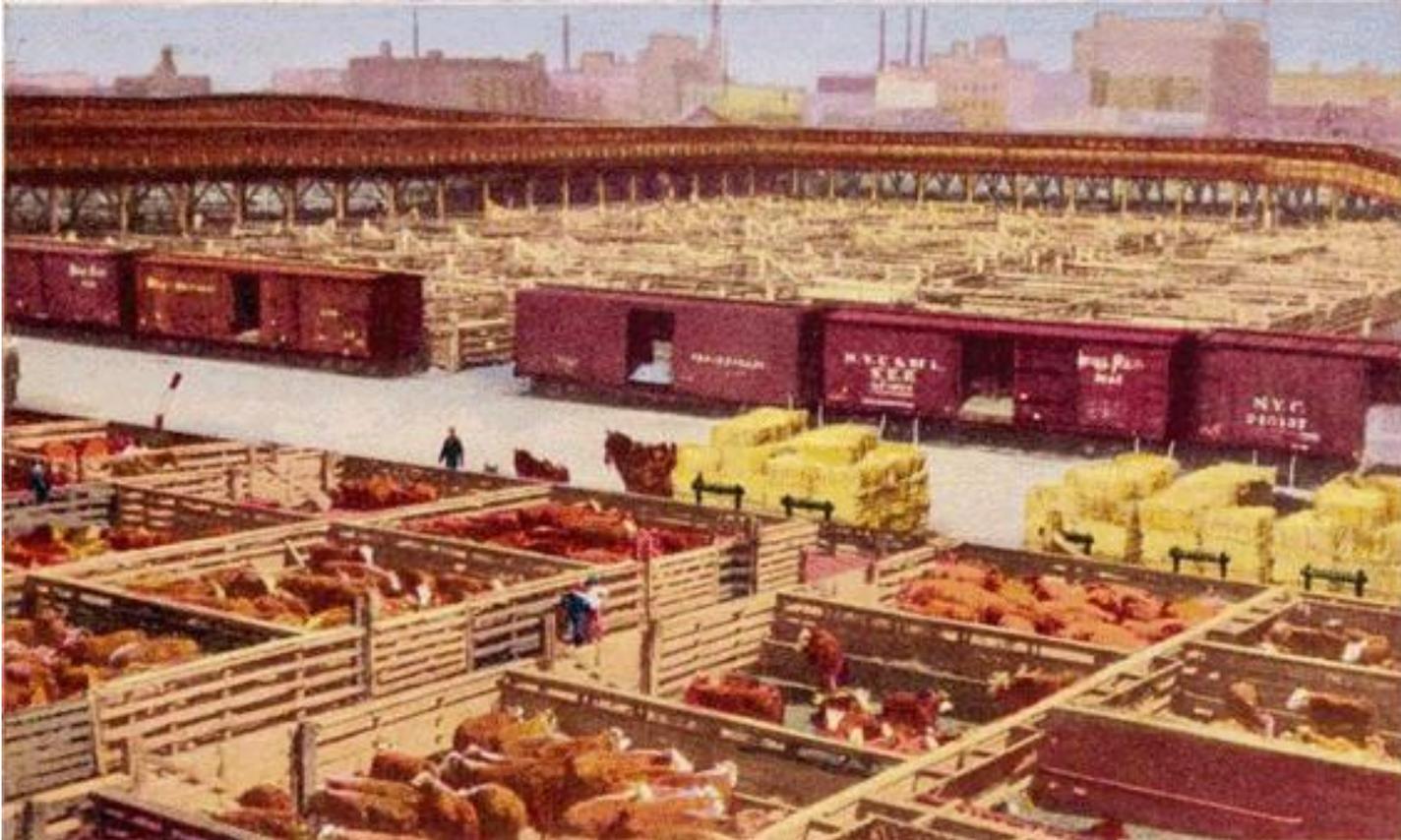
Die Feldarbeit wurde durch die Dampfmaschine revolutioniert: Erntemaschine auf einem Maisfeld in England im Jahr 1851



Maschinenfabrik des Unternehmers Richard Hartmann in Chemnitz im Jahr 1868

Union Stockyards, Schlachthöfe von Chicago (1900)

Inspiration für Ford und Taylor



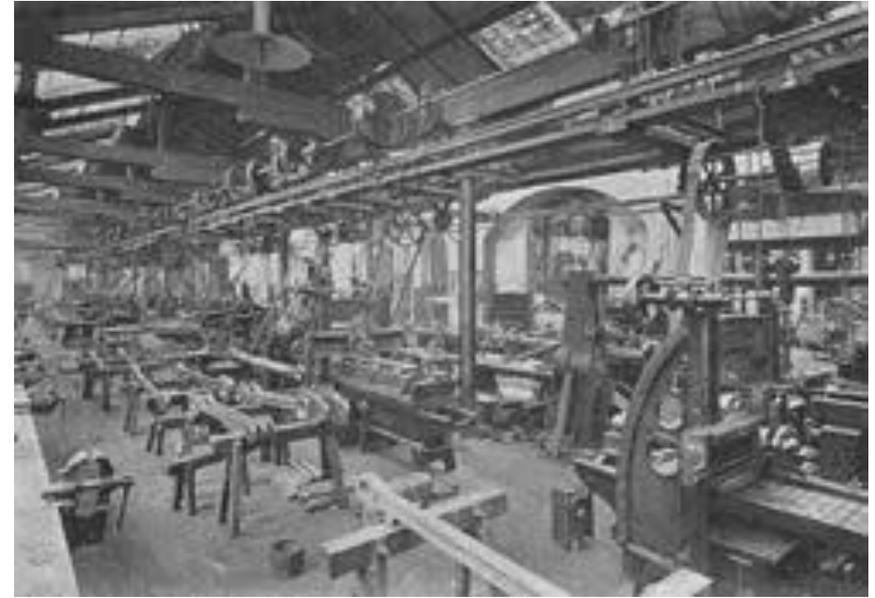
Quelle: blogspot.com

Taylor und Ford revolutionieren die Fabriken

Arbeitsteilung und Trennung von Planung und Ausführung



Ford "Modell T":
Das Fließband hat vor 100 Jahren die Produktion von Autos revolutioniert.



Mechanische Werkshalle einer Fabrik
1906

Quelle: t-online; Wiktionary

Veränderung der Mobilität

Times Square, New York 1900 und 1920



Quelle: Museum of the City of New York; Pinterest

2. Industrielle Revolution ab 1870

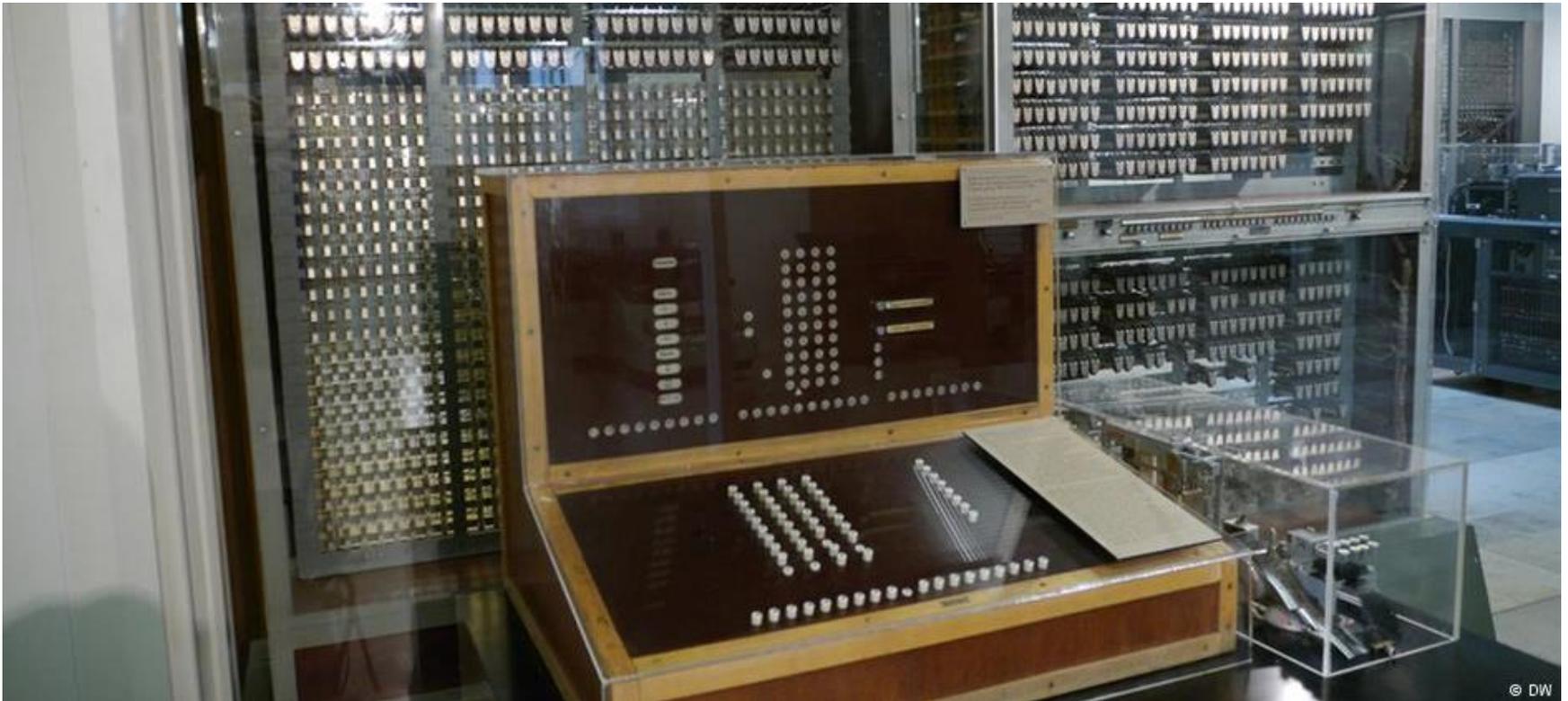
- sozialen Verhältnisse führten zu politisch erfolgreicher Gegenbewegung.
- Gewerkschaften und Arbeiterparteien entstehen (Marx/Lenin/Bebel. Kommunismus/Sozialdemokratie)
- Made in Germany, ursprünglich Ende des 19. Jahrhunderts als Schutz vor billiger und minderwertiger Importware in Großbritannien eingeführt
- medizinischen Entdeckungen verringerten die Sterberate
- Wohlstand durch arbeitsteilige Massenproduktion mit Hilfe elektrischer Energie
- Großindustrielle Massenproduktion in Elektro-, Chemie- und Automobilindustrie



Quelle: industrie-wegweiser.de/von-industrie-1-0-bis-4-0-industrie-im-wandel-der-zeit

3. Industrielle Revolution

12. Mai 1941, Computerpionier Konrad Zuse stellt den Z3 vor



Ein Nachbau der im Krieg zerstörten Z3 steht heute in der Abteilung Informatik des Deutschen Museums in München.

Quelle: autogramm.volkswagen.de/11_14/aktuell/aktuell_04.html

Der Beginn der digitalen Transformation

Die ersten beiden Wellen treiben die 3. Industrielle Revolution



Quelle: Fraunhofer IPA

3. Industrielle Revolution ab 1960

- Elektronik und IT ermöglichen automatisierungsgetriebene Rationalisierung sowie variantenreiche Serienproduktion
- Verkäufer- wird zu Käufermarkt im globalen Wettbewerb
- Variantenreiche Serienproduktion mechatronischer Systeme
- (Soziale) Marktwirtschaft, Wissensexpllosion, Verschuldung entwickelter Volkswirtschaften, Globalisierung
- Feminismus, neue Lebensformen, antiautoritäre Erziehung und sexuelle Freiheit



Quelle: autogramm.volkswagen.de/11_14/aktuell/aktuell_04.html

Angst vor neuen Technologien wächst

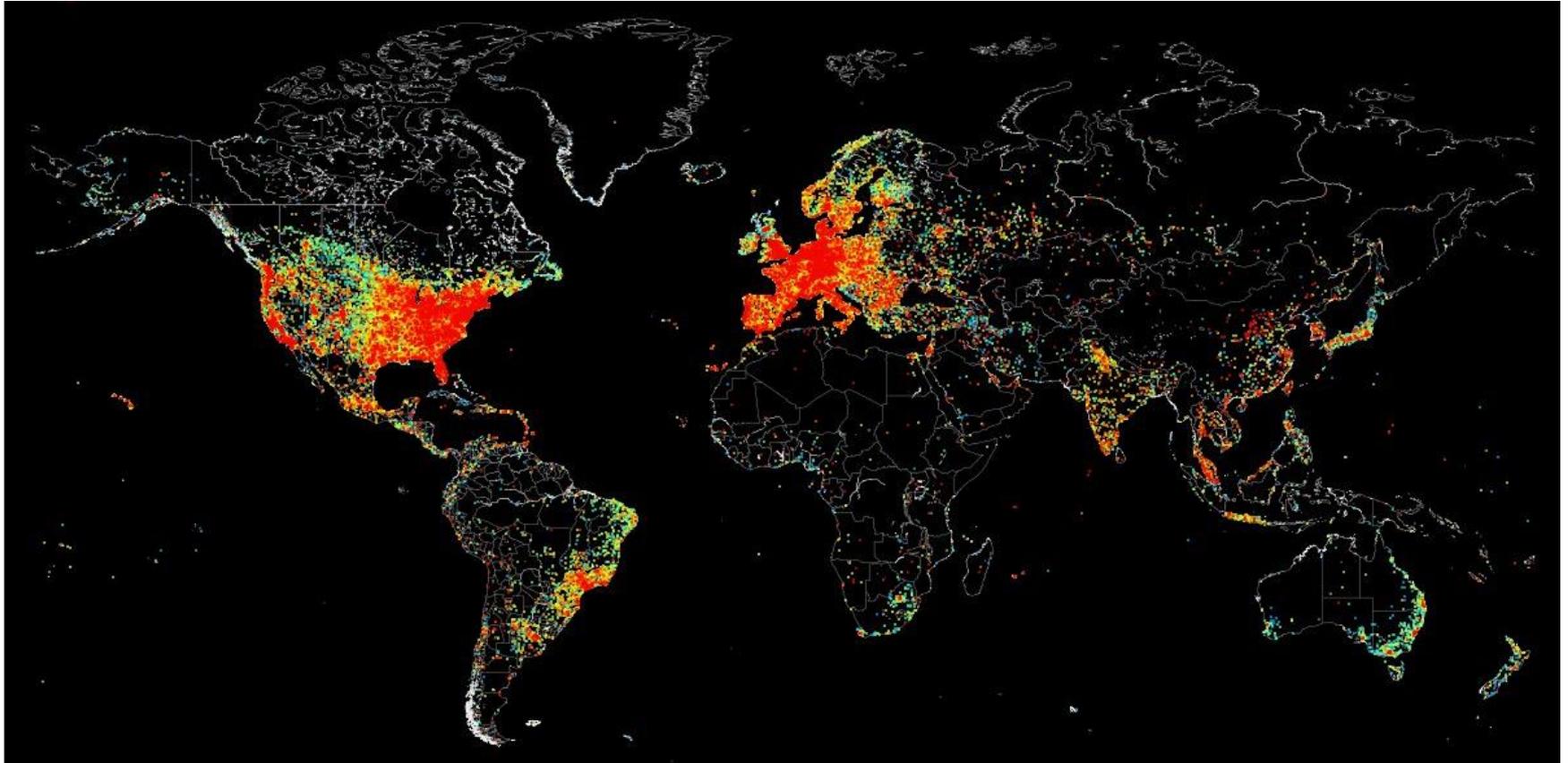
Spiegel-Titel 1978 und 2016



Quelle: Clap Club

Weltkarte der IoT-Geräte 2014

Umfassende Vernetzung als Basis der »Zugangsökonomie«



Quelle: androidmag.de/news/technik-news/sieht-es-aus-wenn-man-alle-geraete-im-internet-anpingt/

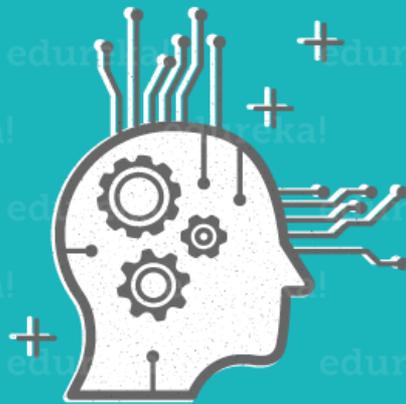
Künstliche Intelligenz

Aus Daten wird Wissen

edureka!

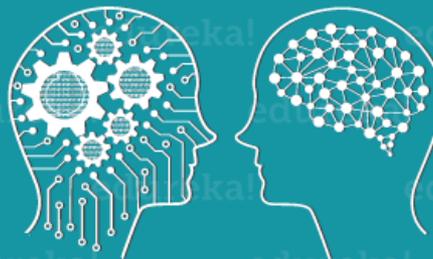
ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Engineering of making Intelligent Machines and Programs



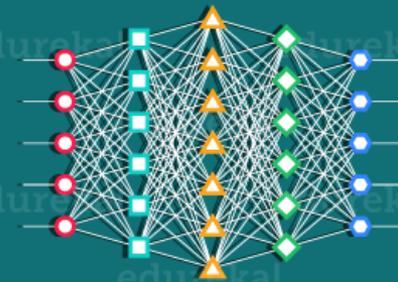
MACHINE LEARNING

Ability to learn without being explicitly programmed



DEEP LEARNING

Learning based on Deep Neural Network



1950's

1960's

1970's

1980's

1990's

2000's

2006's

2010's

2012's

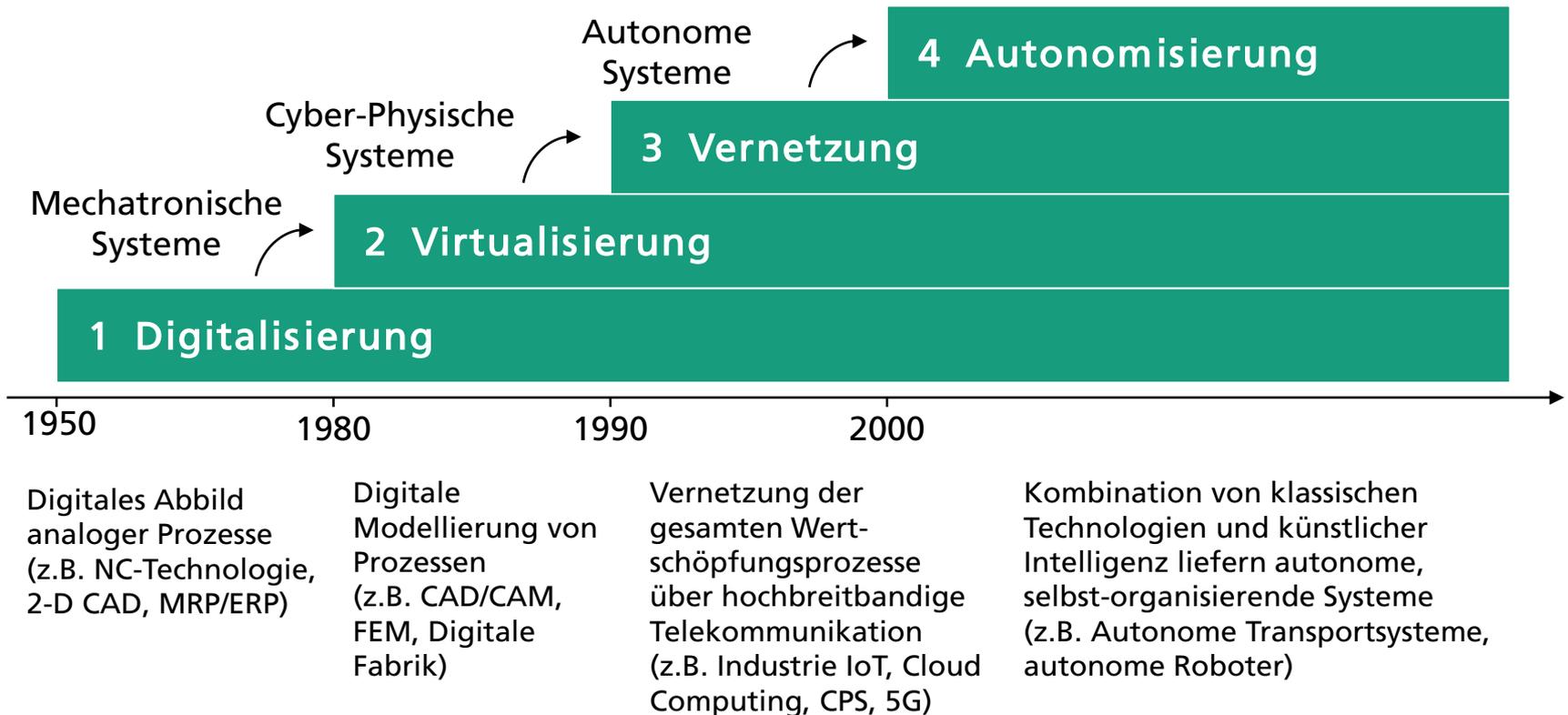
2017's

Quelle: edureka.co/blog/what-is-deep-learning



Die Entwicklungsstufen der digitalen Transformation

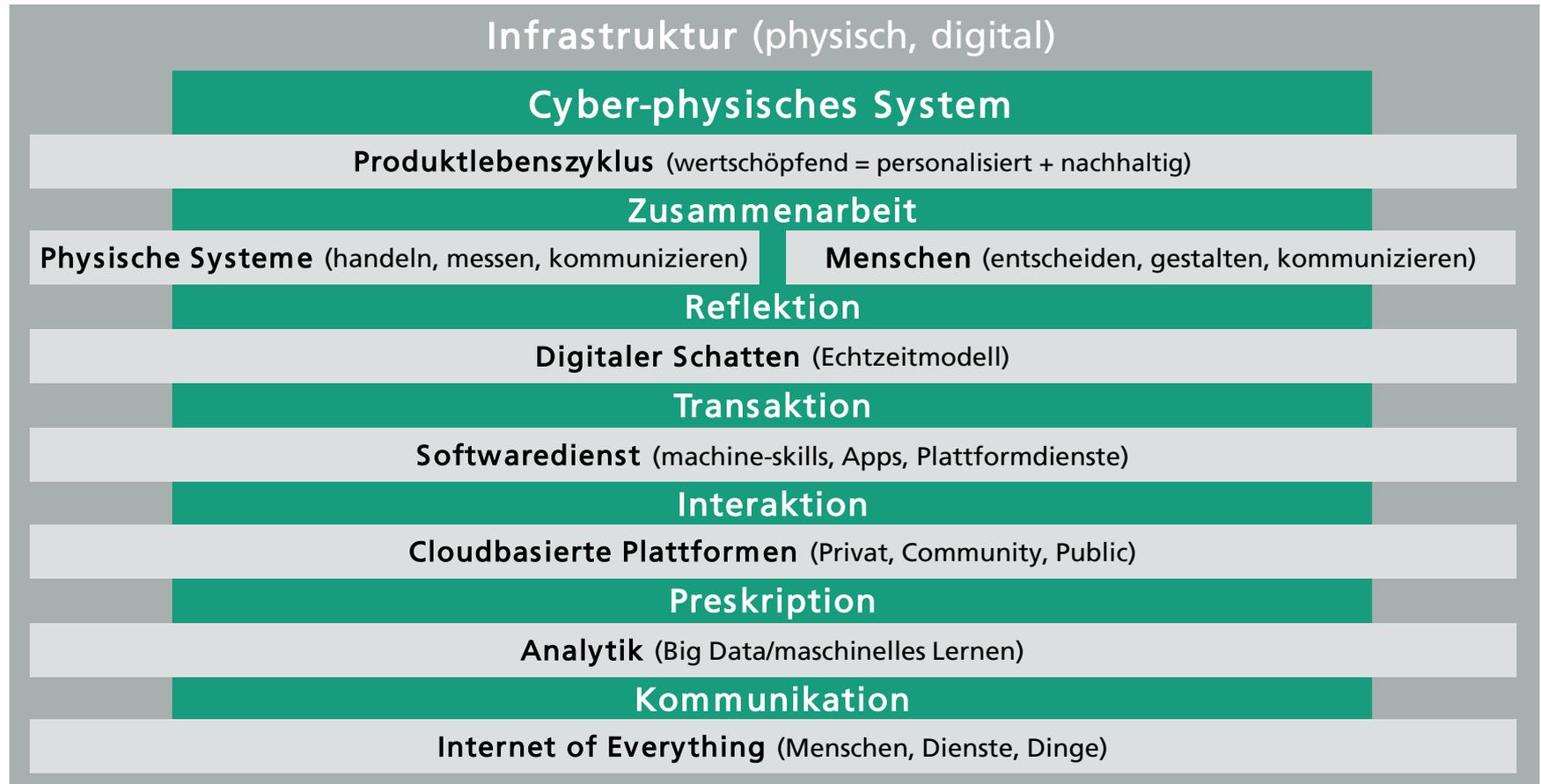
Vom digitalen Abbild zum autonomen System



Quelle: Fraunhofer IPA

Vertikale Integration

Kernelemente der vierten industriellen Revolution



CPS-Architektur setzt sich durch (1/2)

Alles wird zum Smart Phone, die Fahrzeuge ...



Quelle: motor-talk.de

CPS-Architektur setzt sich durch (2/2)

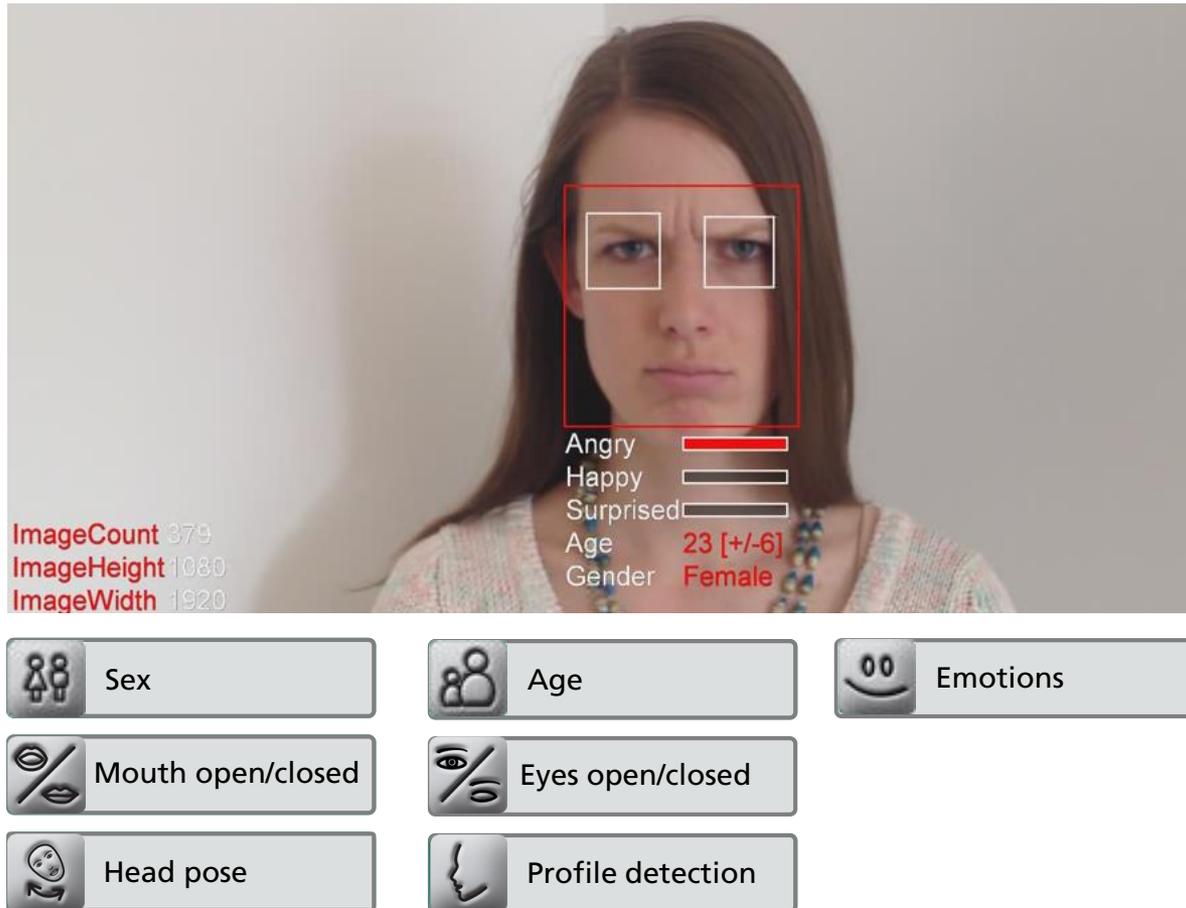
... und die Produktionsmittel



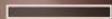
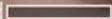
Quelle: Fraunhofer IPA

Machine Learning verändert die Benutzerschnittstelle

Real-Time Facial Analysis



ImageCount 379
ImageHeight 1080
ImageWidth 1920

Angry 
Happy 
Surprised 
Age 23 [+/-6]
Gender Female

Sex 

Age 

Emotions 

Mouth open/closed 

Eyes open/closed 

Head pose 

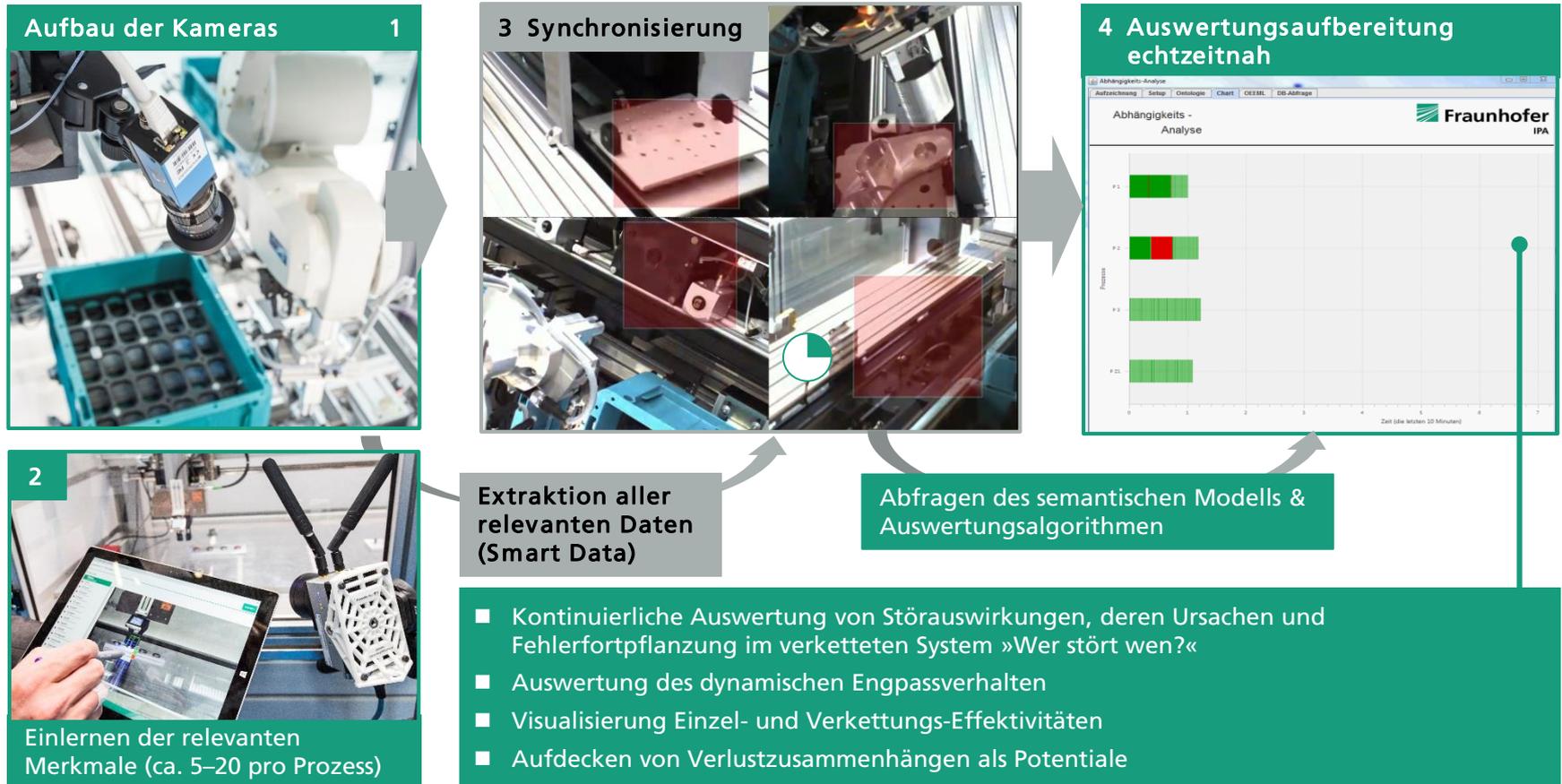
Profile detection 

»Paul« @Saturn

Autonome Systeme im Handel



Erkennen von Anomalien: Smarte Systemoptimierung durch gleichzeitige Beobachtung aller In-Line-Prozesse



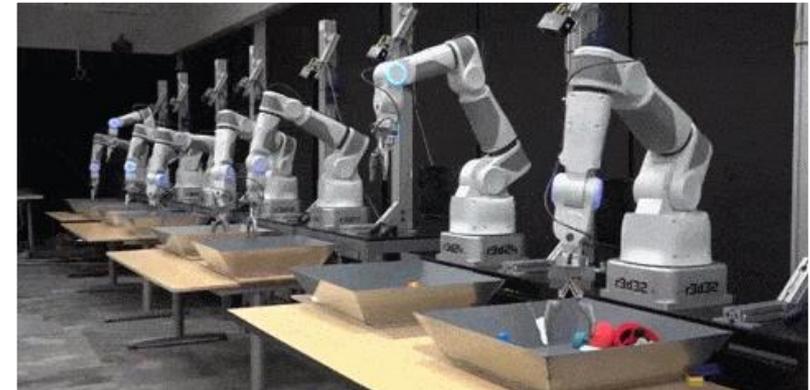
* Hier am Beispiel von nur einem Merkmal je Prozess

Der »Griff aus der Kiste« als Industrie-4.0-Anwendung

Cloud Picking

Hand-Auge-Koordination bei Robotern (Google)

- 14 Roboter lernten simultan in ~800.000 Greifversuchen unterschiedliche Objekte aus einer Kiste zu greifen, verwendet wird je eine monokulare Kamera
- Mehrere Roboter tauschen ihre Erfahrung aus
- Auch unbekannte Objekte werden gegriffen. Abweichungen in Kamerapositionen werden ausgeglichen durch die Robustheit der Algorithmen



Quelle: [ytimg.com/vi/H4V6NZLNu-c/hqdefault.jpg](https://www.youtube.com/watch?v=H4V6NZLNu-c)

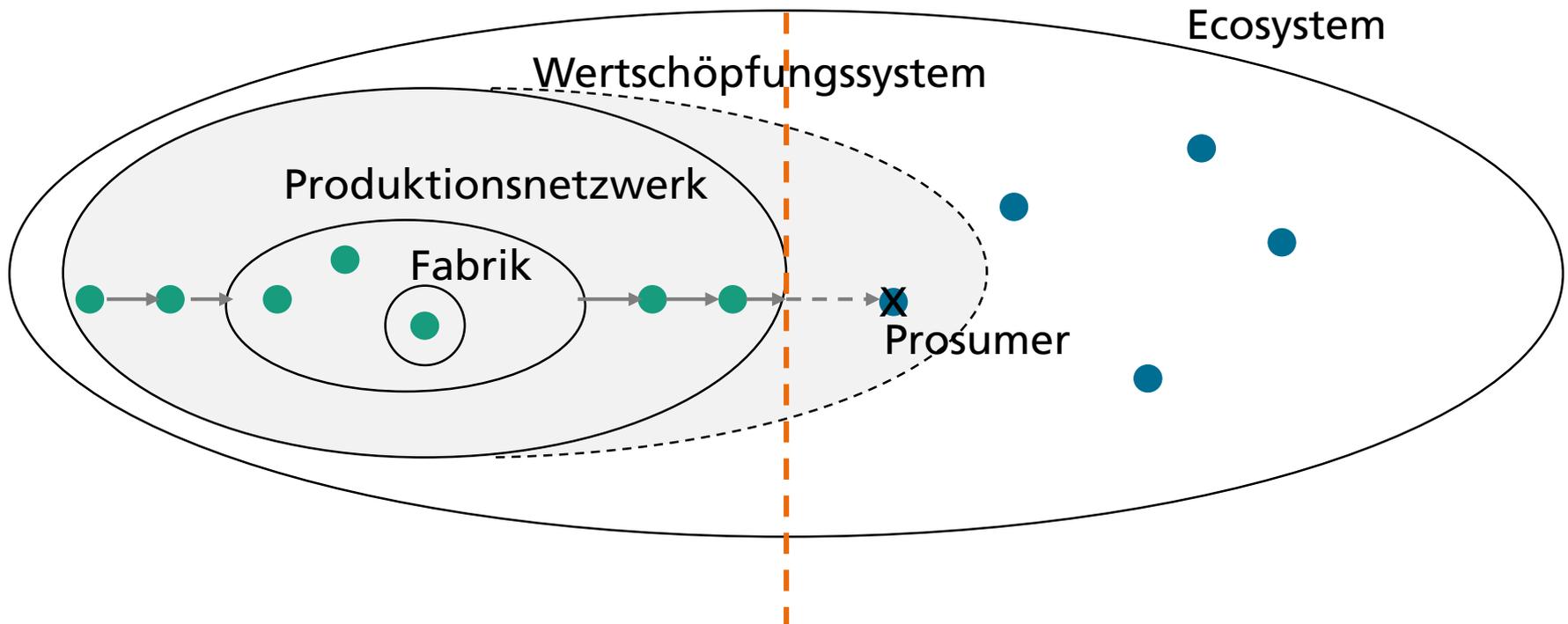
Horizontale Integration

Von B2B und B2C zu Business to User (B2U)

Back End

Fokus Wertschöpfung | Fokus Positionierung

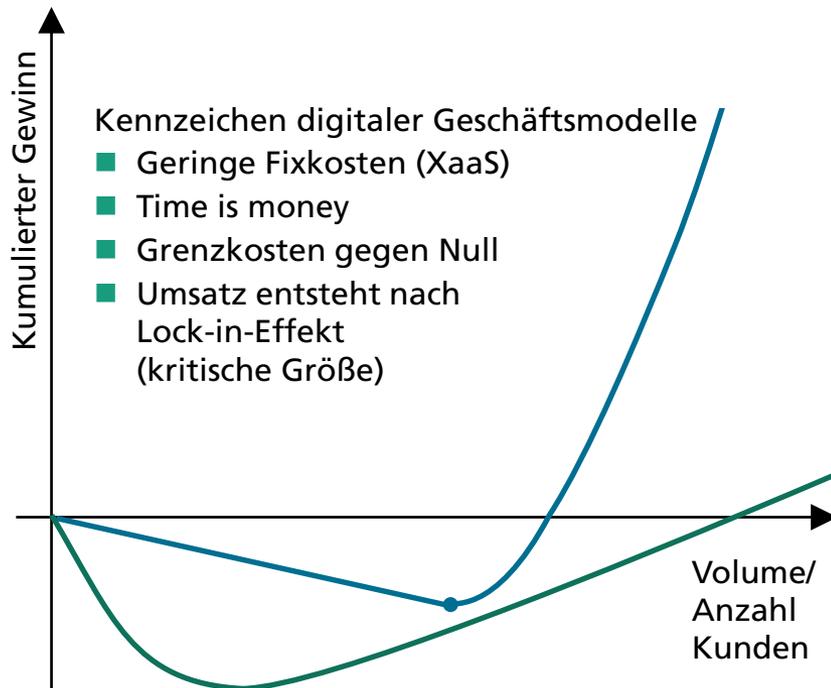
Front End



Neue Wertedefinition

Evaluation von digitalen »Born Global« Start-Ups

Gewinnentwicklung klassischer Geschäftsmodelle im Vergleich zu digitalen Geschäftsmodellen



Quelle: shopenless.com, instagram.com, wikipedia.de

■ Whatsapp

- 2009 gegründet
- Umsatz 2013 10 Mio Dollar
- Februar 2014 für 19 Mrd Dollar an Facebook verkauft
- Zu diesem Zeitpunkt hatte Whatsapp 35 Mitarbeiter
- April 2015 800 Mio aktive Nutzer
- Mai 2015 sind es 55 Mitarbeiter



■ Instagram

- 2010 veröffentlicht
- 2012 für rund 1 Mrd Dollar an Facebook verkauft
- Zu diesem Zeitpunkt hatte Instagram 13 Mitarbeiter und kein Ertragsmodell
- Juli 2015 300 Mio aktive Nutzer

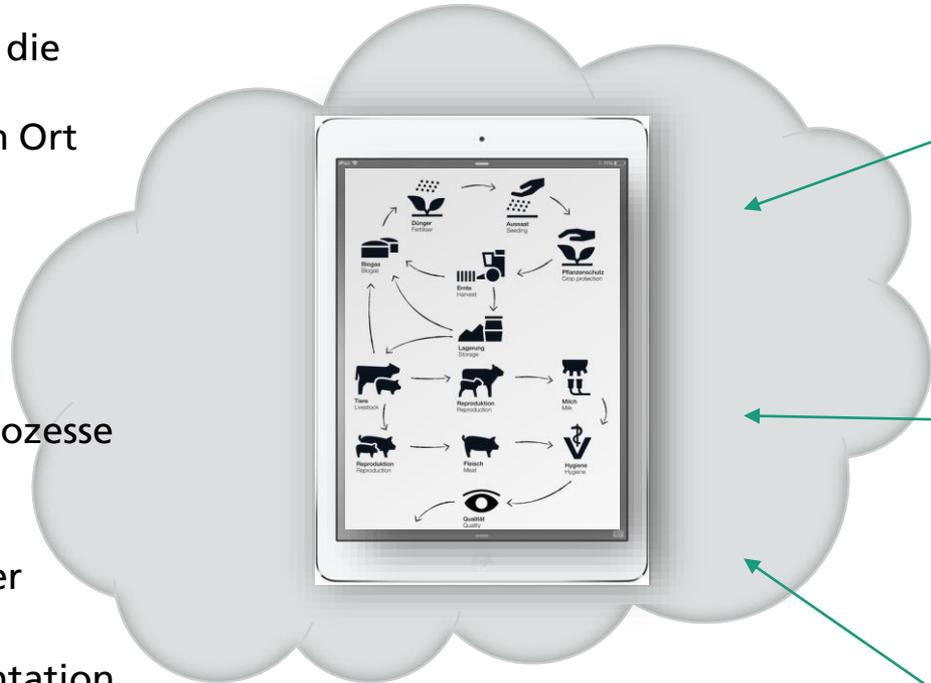


Business Ecosystems

»Farmnet 365« – eine Initiative aus dem Landmaschinenbau



- **Online Tracking**
Echtzeitzugriff auf die Informationen zu jeder Zeit an jedem Ort
- **Traceability**
Lückenlose, automatisierte Dokumentation
- **Transparenz**
Integration aller Prozesse
- **Effizienz**
Entscheidungshilfe und Wissenstransfer
- **Qualität**
Tracking, Dokumentation und rechtzeitige Warnung
- **Analyse**
Vorhersagen, Big Data Verarbeitung



Maschinen

Betriebsmittel

Content

Quelle: farmnet

IoT und IIoT Plattformanbieter

Cloudbasierte Plattformen als Backbone von Manufacturing-Ecosystemen

Konsumenten,
Business und IT

Industrie, Produktion



SIEMENS



ADAMOS



Virtual Fort Knox

GE PREDIX



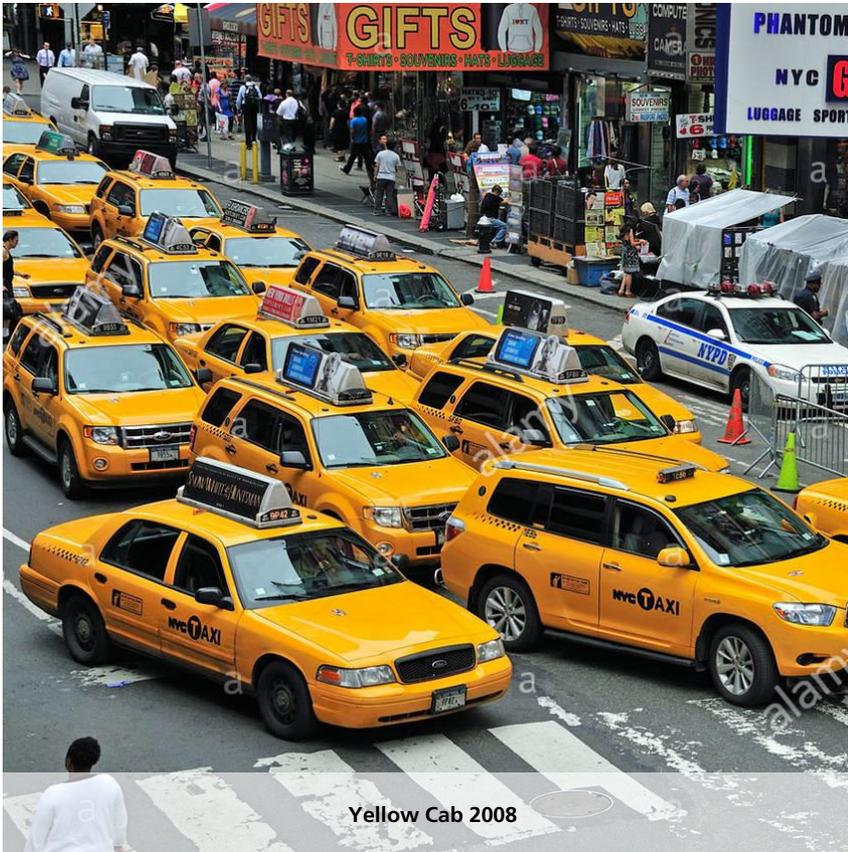
ORACLE
CLOUD



PLEX

Veränderung der Mobilität

Times Square, New York 2008 und 2015



Quelle: Alamy Shutter Stock

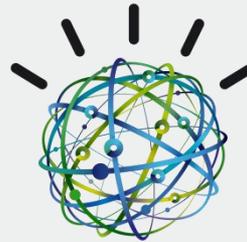
Die Basis: Rechenleistung und Vernetzung

Moore und Metcalfe behalten recht und bestimmen die Möglichkeiten und Wert eines Unternehmens

Vernetzung

Metcalfe:

»Der Nutzen eines Kommunikationssystems wächst mit dem Quadrat der Anzahl der Teilnehmer.«



Leistung

Moore:

»Die Rechnerleistung verdoppelt sich alle 18 Monate.«

Ökosysteme für Smart Business Modelle

Transparenz

- Cyber-physische Systeme
- Internet der Dinge und Dienste
- Real time & at run time
- Everything as a Service

Wissen

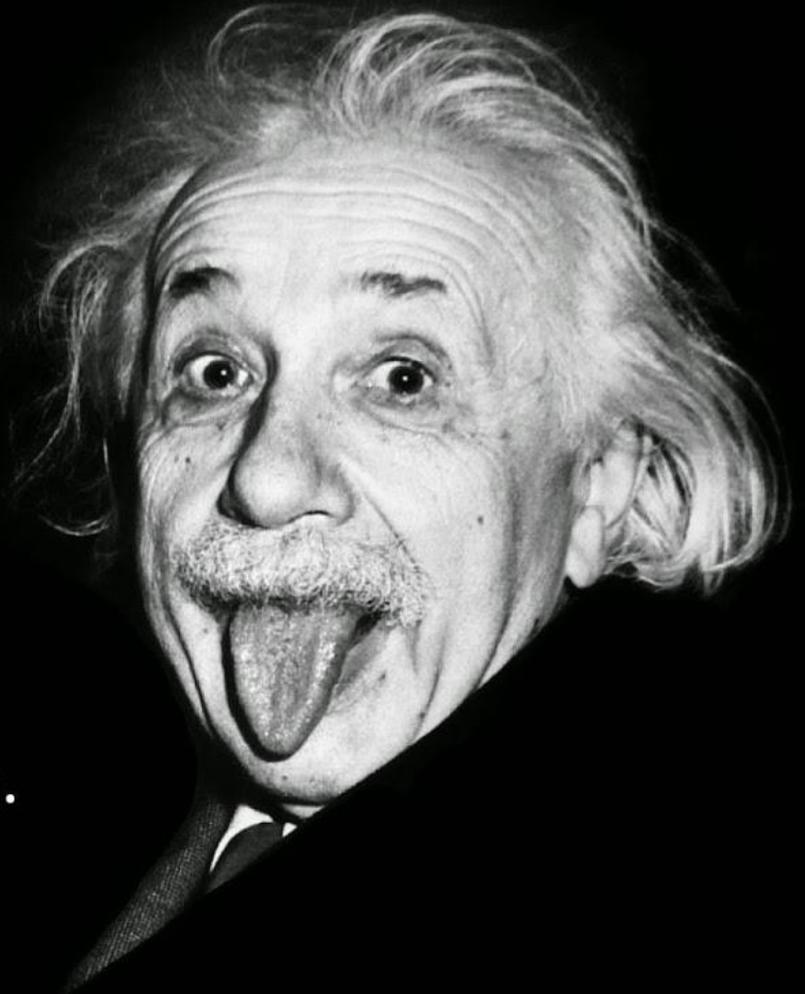


Bildquellen: wikipedia.de, ibm.com, abcnews.com



Die Definition von Wahnsinn ist,
immer wieder das Gleiche zu tun
und andere Ergebnisse zu erwarten.

Albert Einstein



DIE INDUSTRIELLEN REVOLUTIONEN...

...EINE GESCHICHTE IN VIER KAPITELN

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
19. Oktober 2017



Quelle: Martin Schmitt