

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart

- 75 Mio. Euro Budget
- 26 Mio. Euro Wirtschaftsertrag
- über 1.000 Mitarbeiter
- Geschäftsfelder
 - Automotive
 - Maschinen- und Anlagenbau
 - Energiewirtschaft
 - Elektronik und Mikrosystemtechnik
 - Medizin- und Biotechnik
 - Prozessindustrie
- Forschungshighlights
 - ARENA2036
 - Virtual Fort Knox
 - FastStorageBW
 - Care-O-bot® 4

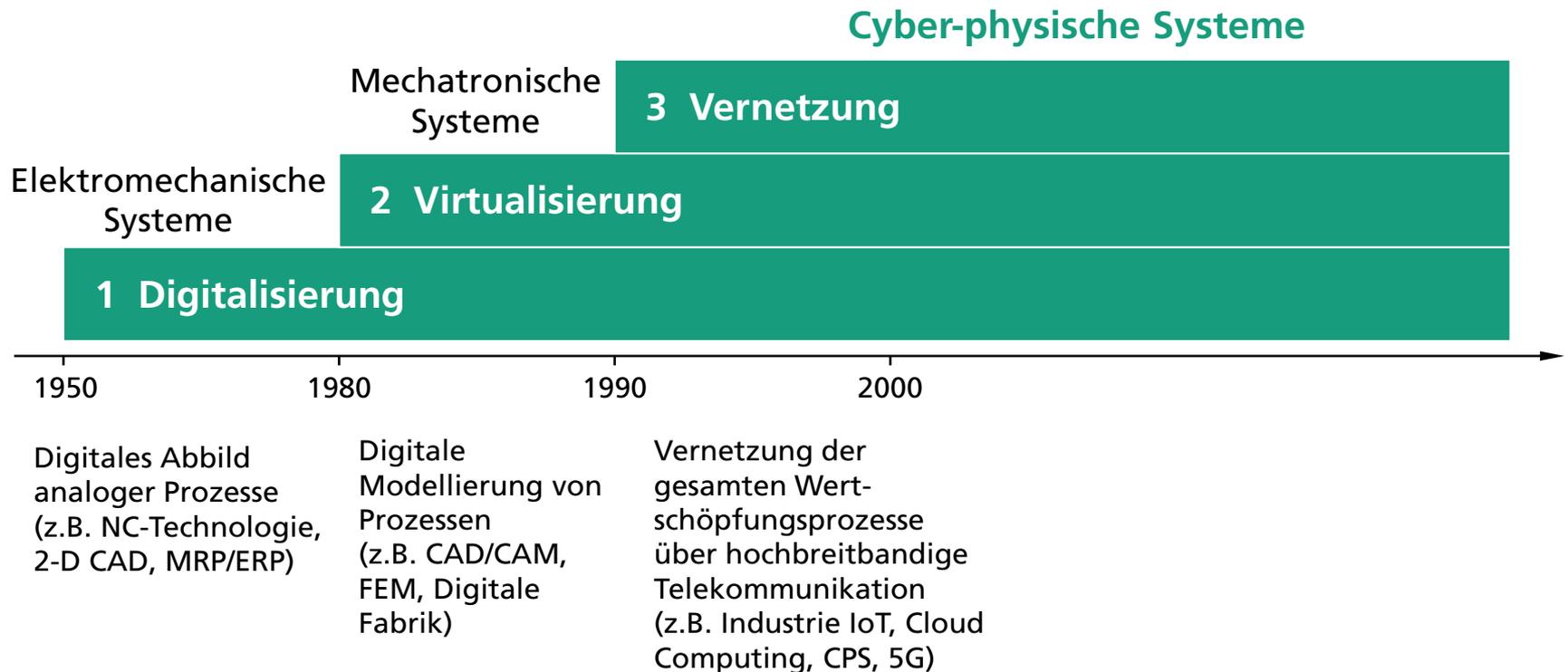


The background of the slide is a digital, futuristic scene. It features a dark blue, grid-like floor that recedes into the distance. Scattered across this floor are several glowing blue wireframe figures of people in various poses, some appearing to be walking or standing. The overall aesthetic is high-tech and digital, with a monochromatic blue color scheme.

3. Digitalisierungswelle – Vernetzung (Echtzeit)

Die Entwicklungsstufen der digitalen Transformation

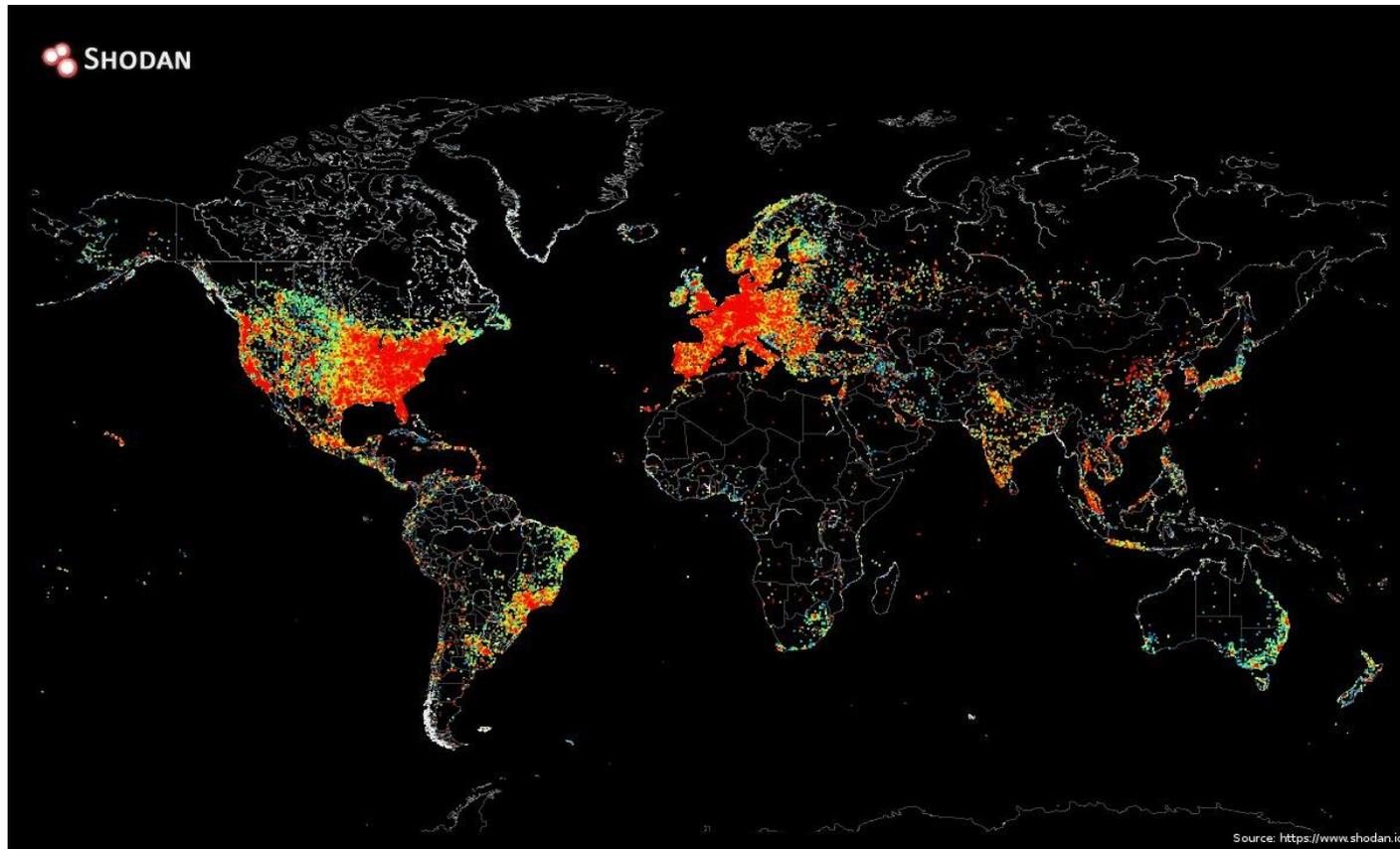
Vom digitalen Abbild zum autonomen System



Quelle: Fraunhofer IPA

Weltkarte der IoT-Geräte 2014

Umfassende Vernetzung als Basis der »Zugangsökonomie«



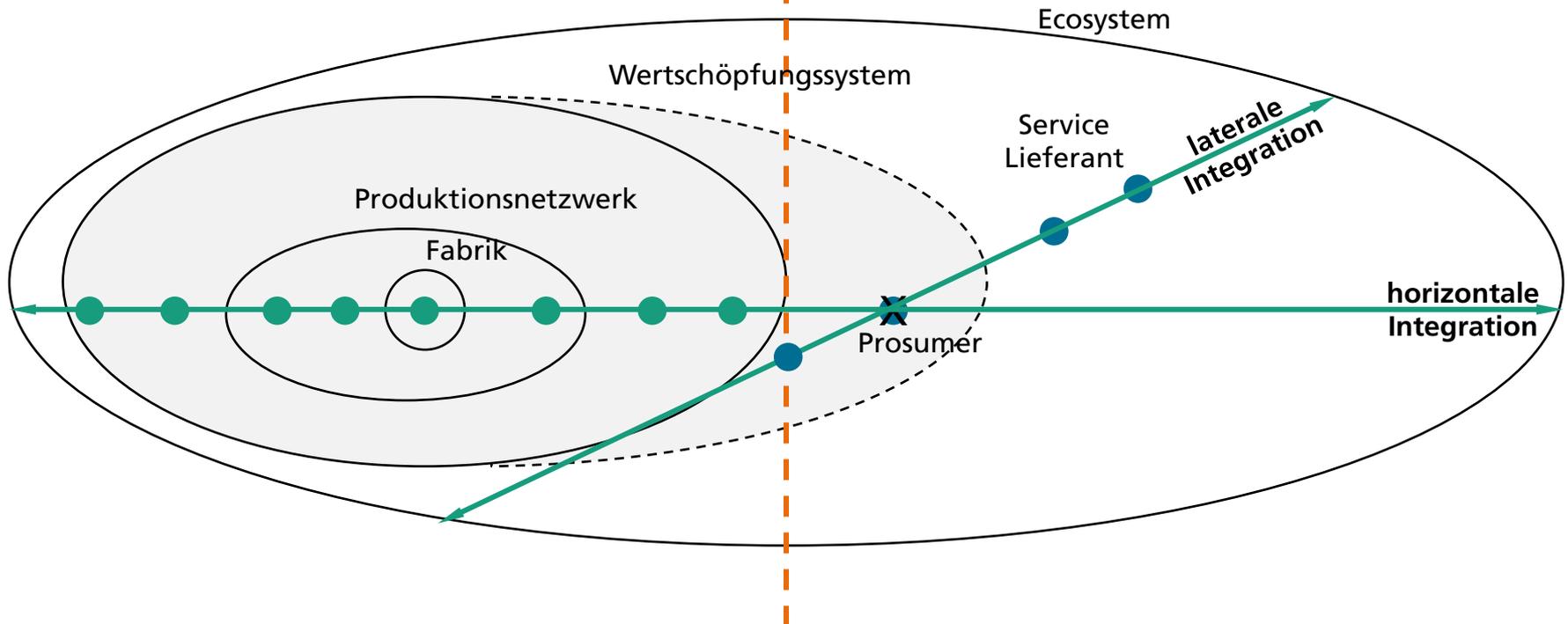
Horizontale und laterale Integration

Vom B2B and B2C zu Business to User (B2U)

Back End

Fokus Wertschöpfung | Fokus Positionierung

Front End



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



Beispiel Trumpf: Der Kunde wird zum Prosumenten bei der Herstellung von Stanzwerkzeugen

Mass Personalization durch radikale Rationalisierung von Ineffizienzen im gesamten Wertschöpfungs-system

- Der Kunde konfiguriert und plant individuelles Stanzwerkzeug auf einer Plattform und lastet den Auftrag selbständig ein (Prosument).
- Auftragsinformationen (inkl. NC-Programme) werden automatisiert erzeugt und zum Shopfloor transferiert (CAD/CAM/Digitaler Zwilling).
- Werkstück steuert die Herstellung (Autonome Produktion/ Digitaler Schatten).
- Mitarbeiter kooperieren mit Robotern und Maschinen (Mensch als Dirigent der Wertschöpfung).



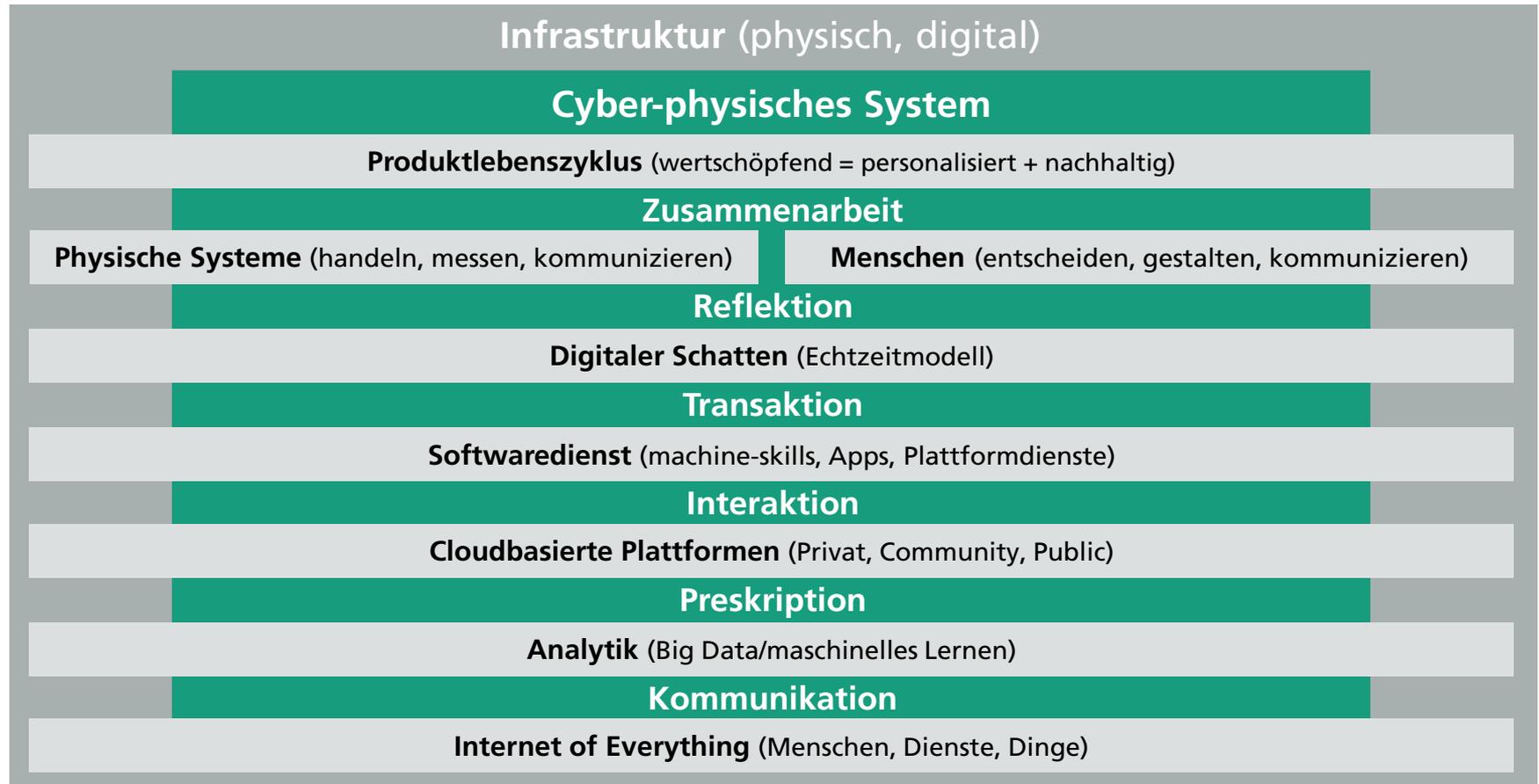
Produktivität:	+120 %
Liefertreue:	+140 %
Reklamationsquote:	-80 %

Flächenbedarf:	-35 %
Lieferzeit:	4h statt 4 Tage

Quelle: Trumpf

Vertikale Integration

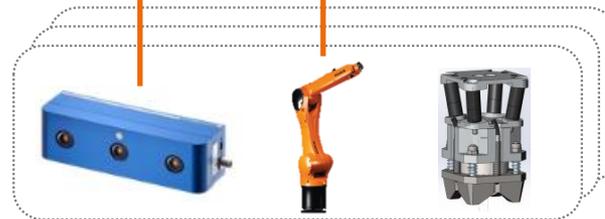
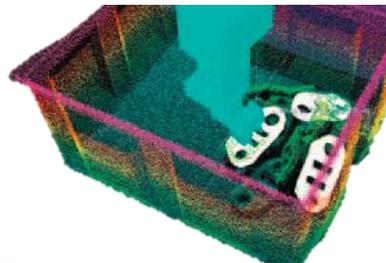
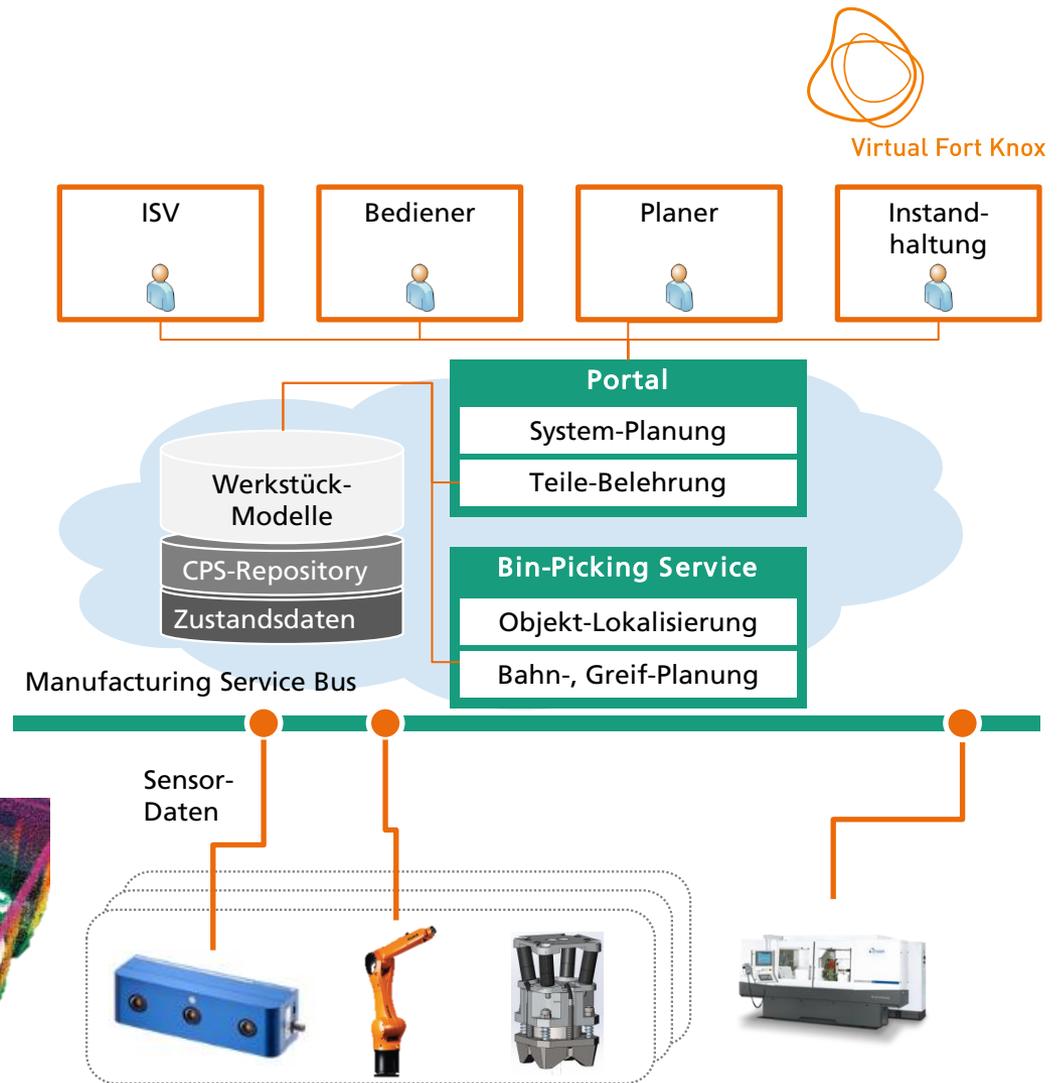
Kernelemente der vierten industriellen Revolution



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

Cloud Picking

- Verlagerung komplexer Algorithmen in die Cloud
- Prozess-Optimierung durch Lernstrategien
- Schlankes Robotersystem (»Lean Client«)
- Geschäftsmodell z.B. »Pay per unit/pick«

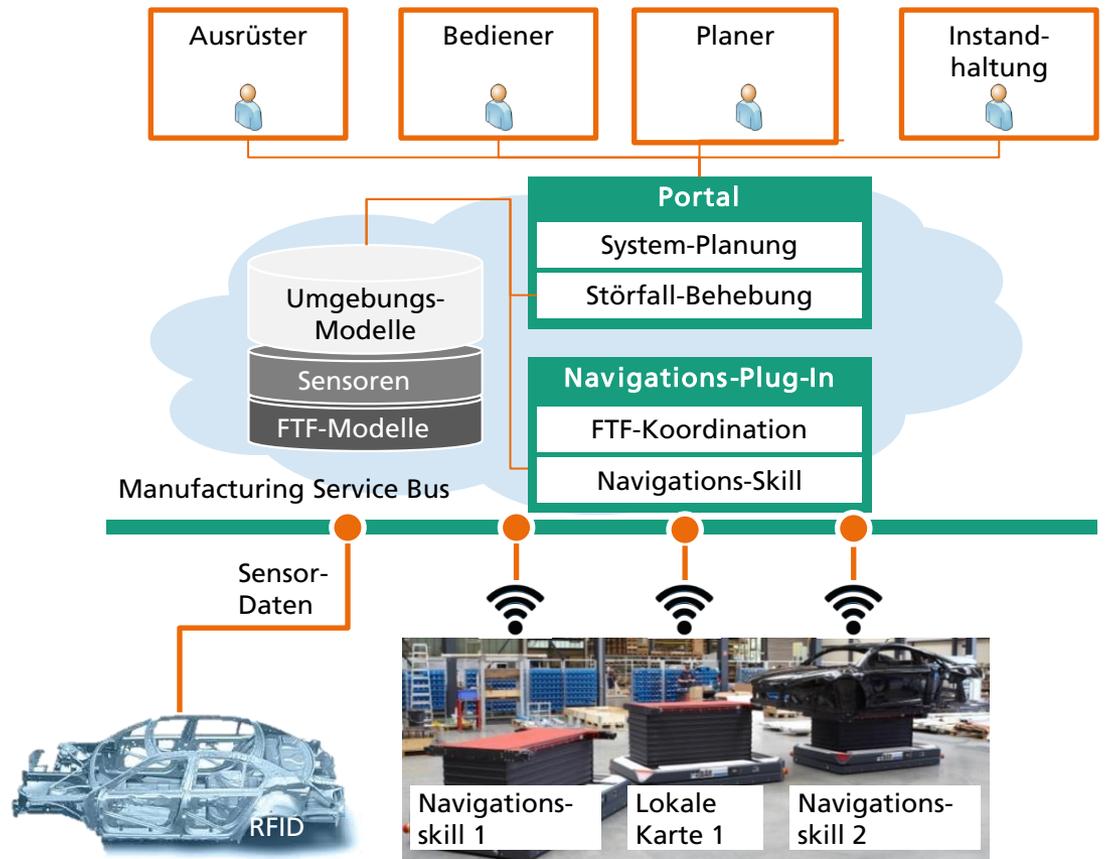


Mobile Roboter: Teamspieler statt Einzelkämpfer

Cloud Navigation: vernetzt und vorausschauend



- Karten, Navigation in der Cloud »Digitaler Schatten«
- Schlanke, low-cost FTF
- Vertikale Integration
 - Stationäre Sensoren
 - Mobile FTF-Sensoren
 - Smart Devices, weitere CPS
- Dienste, Plug-Ins
 - Optimieren der Navigation,
 - Maschinelles Lernen
 - Störfall-Behebung



Quelle: Bär Automation GmbH; FTF Fahrerloses Transport Fahrzeug, RFID Radio-Frequency Identification

Vernetzte mobile Navigation im I4.0-Kontext

Cloud-Navigation



Cloud navigation for mobile robots
in intralogistics applications

Quelle: Fraunhofer IPA

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

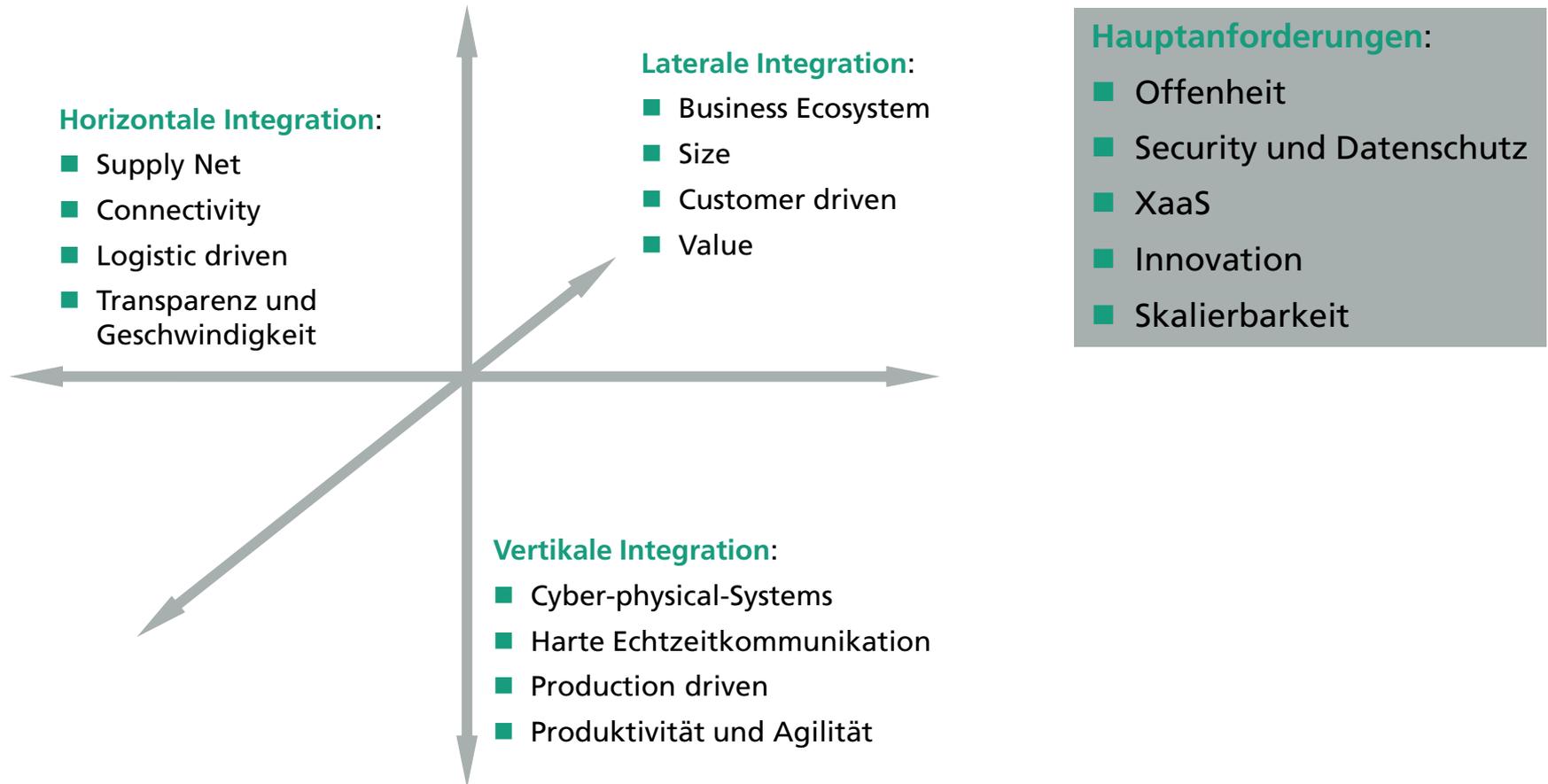
iCloud



PLEX

Plattformen als Total-Business-Integration-Grundelement

Genügt eine Plattform?



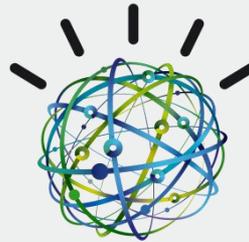
Die Basis: Rechenleistung und Vernetzung

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

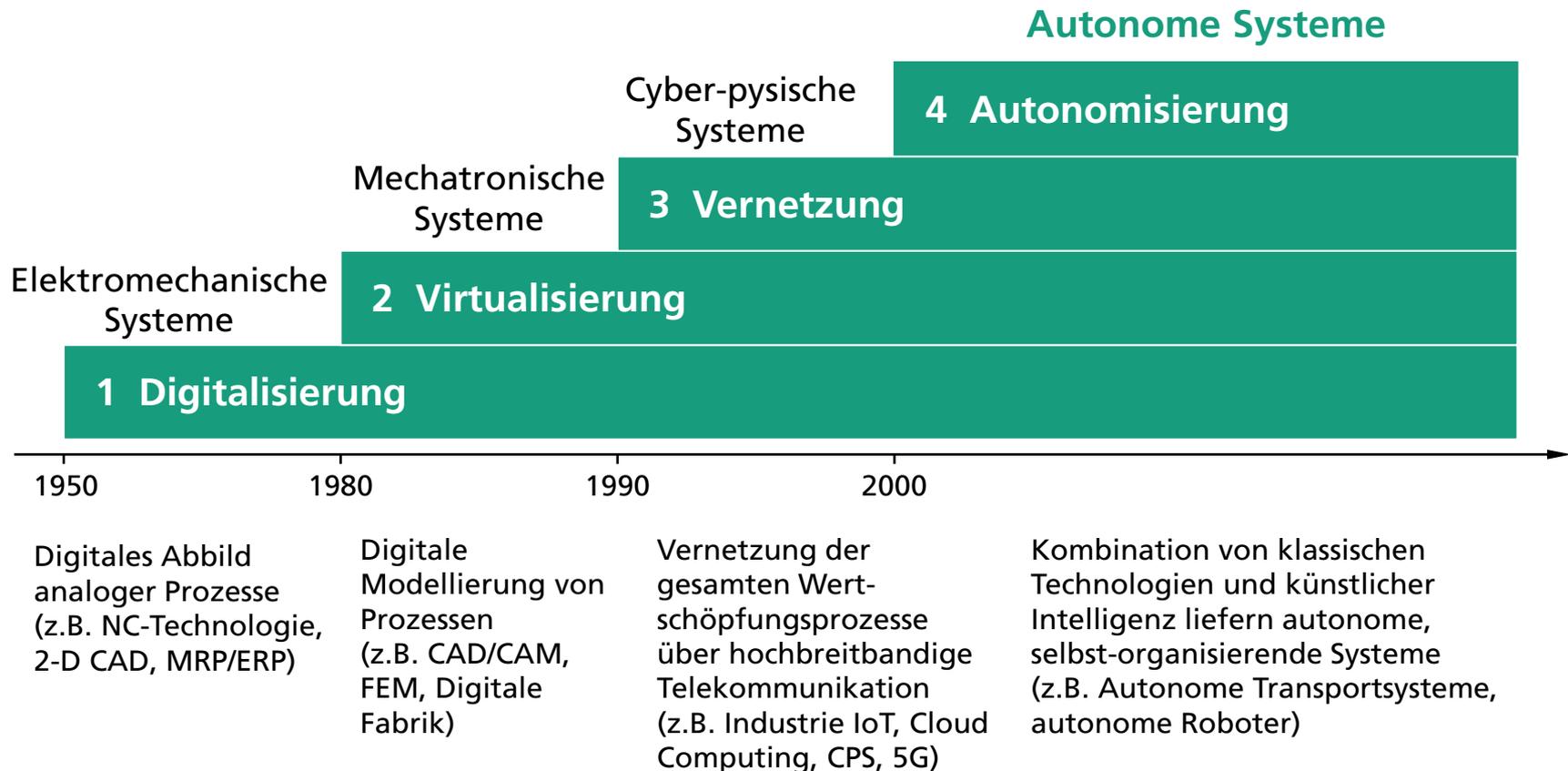


The background of the slide is a digital, futuristic scene. It features a dark blue, glowing grid floor that recedes into the distance. Several human figures are rendered as glowing blue wireframe models, appearing to walk or stand in the space. The overall aesthetic is high-tech and digital, with a monochromatic blue color scheme.

4. Digitalisierungswelle – Autonomisierung (KI)

Die Entwicklungsstufen der digitalen Transformation

Vom digitalen Abbild zum autonomen System



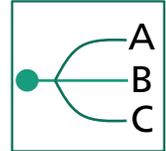
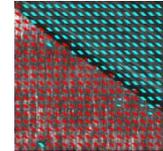
Quelle: Fraunhofer IPA

Die fünf Praxisfälle des »Machine Learning«

Praxisfall

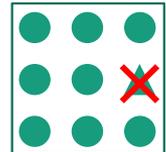
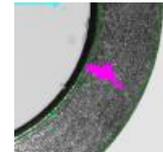
Klassifizierung

Merkmalsunterscheidung
 ■ Ist das A, B, C ...?



Erkennung von Anomalien

Ausreißer-Erkennung:
 ■ Ist das i.O.; gehört das hierhin?



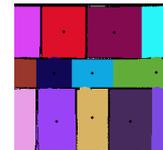
Regression

Vorhersagen:
 ■ Wie viele? Welcher Zustand?



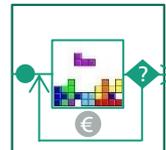
Clustering

Gruppierung unbekannter Daten
 ■ Was gehört zusammen?



Verstärkungs-
lernen

Passende Strategie lernen
 ■ War das o.k. so?



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



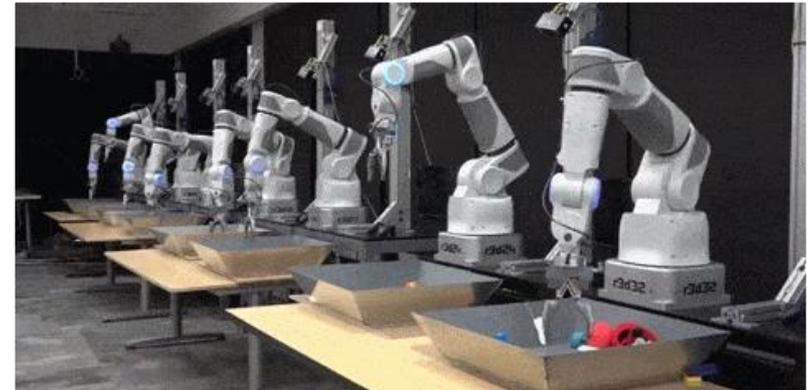
Quelle: Fraunhofer IPA

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

Cloud Picking

Hand-Auge-Koordination bei Robotern (Google)

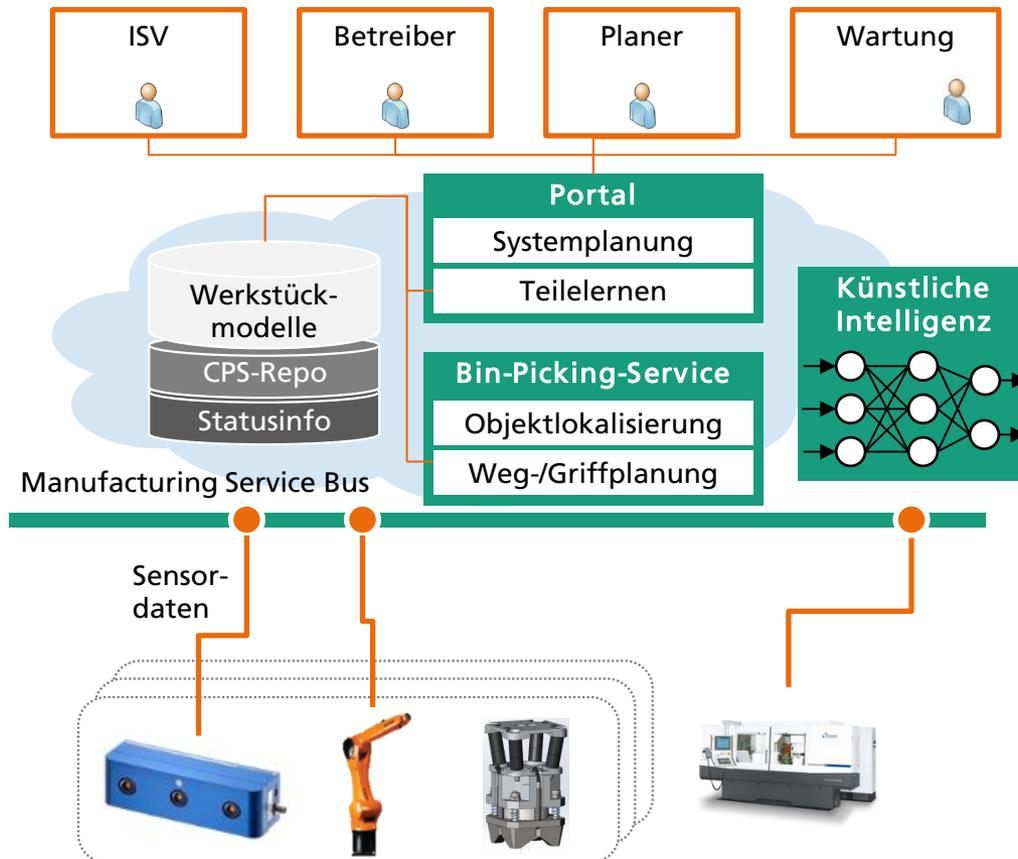
- 14 Roboter lernten simultan in ~800.000 Greifversuchen unterschiedliche Objekte aus einer Kiste zu greifen, verwendet wird je eine monokulare Kamera
- Mehrere Roboter tauschen ihre Erfahrung aus
- Auch unbekannte Objekte werden gegriffen. Abweichungen in Kamerapositionen werden ausgeglichen durch die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



Quelle: <https://i.ytimg.com/vi/H4V6NZLNU-c/hqdefault.jpg>

Der nächste Optimierungssprung

Vom Cyber-physical System zum autonomen System



1. Software-definierte, cloudbasierte Fähigkeiten
2. Fähigkeiten mit maschinellem Lernen erweitert
3. Erlernen neuer Fähigkeiten in virtuellen Umgebungen
4. Übertragung virtueller Fähigkeiten auf echte Anwendungen

Angst vor neuen Technologien wächst

Was bleibt für die Menschen?



Quelle: Clap Club

Folgen der Digitalisierung für die Beschäftigung

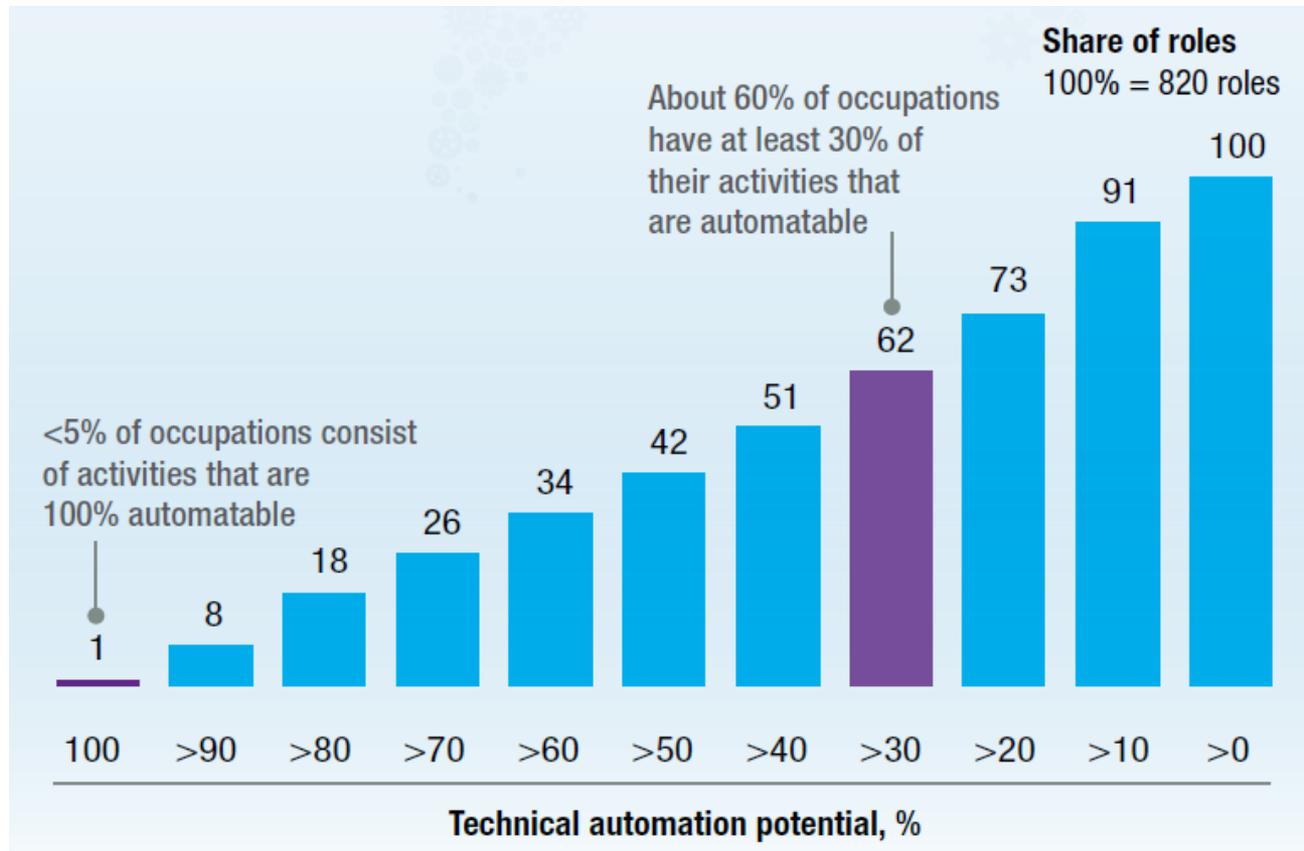
Der Wandel vollzieht sich vor allem in den indirekten Bereichen

- Produktivität steigt.
- Verlust von Arbeitsplätzen mit Routine-Tätigkeiten im verarbeitenden Gewerbe.
- Gewinn von Arbeitsplätzen mit Nicht-Routine-Tätigkeiten, die ein höheres Qualifikationsniveau fordern.
- Bleibende Arbeitsplätze erhalten neue Arbeitsabläufe und Tätigkeiten.
- Nachfrage nach im oberen Qualifikationssegment steigt, im mittleren Qualifikationssegment und im niedrigen sinkt die Nachfrage.
- Bedeutung von agiler Qualifizierung nimmt zu.
- Durch Umsetzung Industrie 4.0. Wandel zur Wertschöpfungsgesellschaft



Quelle: in Anlehnung an IAB Forschungsbericht 8/2015, Bildquelle: Bosch Rexroth

Über die Hälfte aller heutigen Berufe hat ein Automatisierungspotenzial von mindestens 30 Prozent



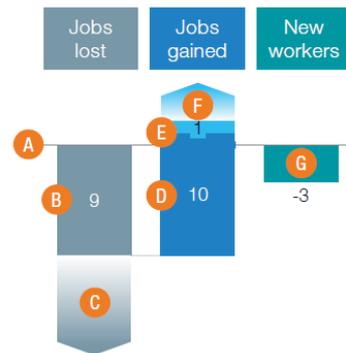
Quelle: McKinsey&Company: Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation, December 2017

Jobs lost, Jobs gained in Deutschland bis 2030

Eine Prognose

Net change in jobs by 2030 (Million)

Enough jobs are created in the **trendline scenario** to offset effects of automation and the decline in the labor force



- A** 2016 baseline
- B** Jobs displaced by automation by 2030 in the midpoint scenario
- C** Jobs displaced by automation by 2030 in the rapid scenario
- D** Jobs created by 2030 in the trendline scenario
- E** Jobs created by 2030 in the step-up scenario
- F** New occupations and unsized labor demand¹
- G** Change in labor force by 2030

Growth/decline of occupation types by 2030

Occupation type <i>Examples</i>	Net change in jobs (midpoint automation, step-up scenario) ² Million	% of jobs	
		2016	2030
Professionals <i>Lawyers, business specialists</i>	1.4	17	19
Care providers <i>Surgeons, nurses</i>	1.1	11	13
Technology professionals <i>Web developers, IT</i>	0.6	2	4
Customer interaction <i>Retail sales, bartenders</i>	0.4	10	11
Builders <i>Construction workers, electricians</i>	0.4	7	8
Managers and executives <i>CEOs, sales managers</i>	0.4	4	5
Educators <i>Teachers, librarians</i>	0.2	3	3
Creatives <i>Authors, designers</i>	0.1	1	1
Other jobs, unpredictable environments <i>Farmworkers, firefighters</i>	-0.2	9	8
Office support <i>Payroll clerks, data entry</i>	-1.1	18	15
Other jobs, predictable environments <i>Machinists, cooks</i>	-1.4	18	14

¹ Historical analysis suggests that we could expect 8-9% of 2030 labor supply will be in “new jobs” relative to today, which is additional to what we have estimated.

NOTE: Some occupational data projected into 2016 baseline from latest available 2014 data. SOURCE: McKinsey Global Institute analysis

Quelle: McKinsey&Company: Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation, December 2017

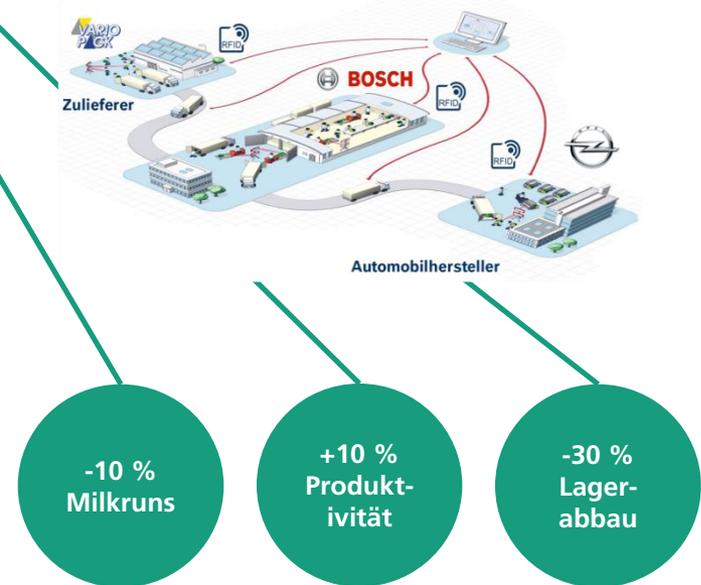
Unternehmenspotenziale durch Industrie 4.0

Experten erwarten eine Gesamt-Performance-Steigerung von 30–50 % in der Wertschöpfung

Abschätzung der Nutzenpotenziale

Kosten	Effekte	Potenziale
Bestandskosten	<ul style="list-style-type: none"> Reduzierung Sicherheitsbestände Vermeidung Bullwhip- und Burbridge-Effekt 	-30 bis -40 %
Fertigungskosten	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung OEE Prozessregelkreise Verbesserung vertikaler und horizontaler Personalflexibilität Einsatz von Smart Wearables 	-10 bis -30 %
Logistikkosten	<ul style="list-style-type: none"> Erhöhung Automatisierungsgrad (milk run, picking, ...) Smart Wearables 	-10 bis -30 %
Komplexitätskosten	<ul style="list-style-type: none"> Erweiterung Leitungsspannen Reduktion trouble shooting Prosumer-Modell Everything as a Service (XaaS) 	-60 bis -70 %
Qualitätskosten	<ul style="list-style-type: none"> Echtzeitnahe Qualitätsregelkreise 	-10 bis -20 %
Instandhaltungskosten	<ul style="list-style-type: none"> Optimierung Lagerbestände Ersatzteile Zustandsorientierte Wartung (Prozessdaten, Messdaten) Dynamische Priorisierung 	-20 bis -30 %

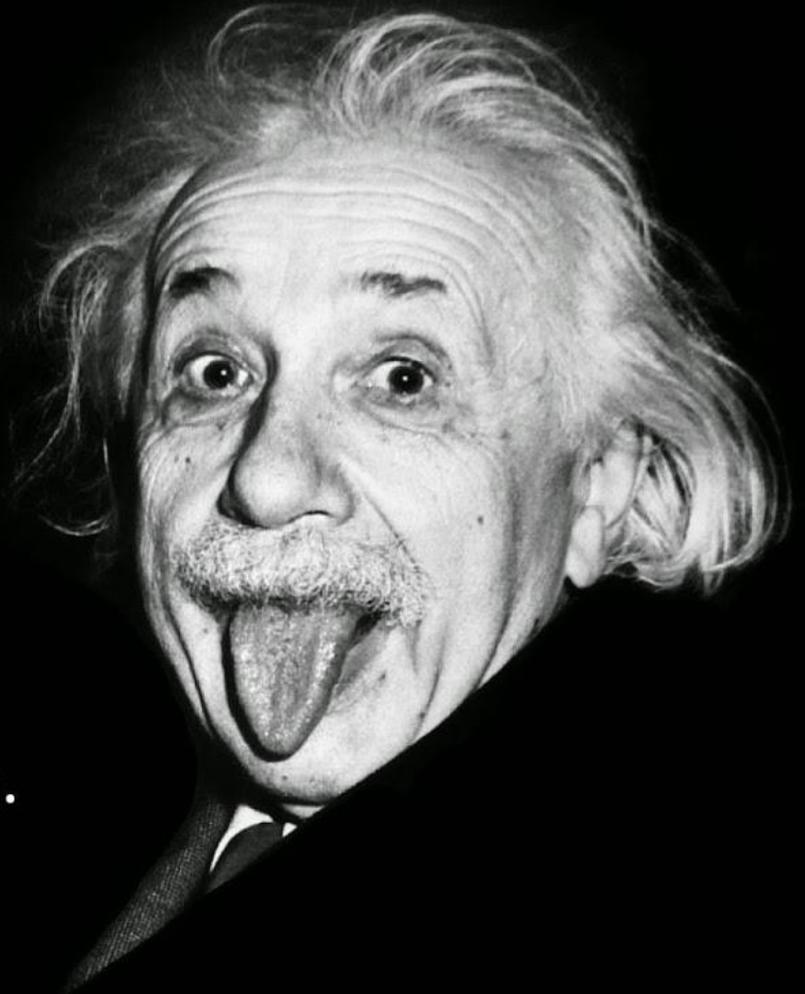
Pilotprojekt von Bosch, bei dem der gesamte Versandprozess über das werksinterne Logistikzentrum in einem Industrie 4.0-Projekt neu strukturiert wurde.



Quelle: IPA/Bauernhansl, Bosch

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

Albert Einstein



DIGITALE TRANSFORMATION DER WIRTSCHAFT – QUO VADIS DEUTSCHLAND?

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
9. Januar 2018

