
INTEGRATED INDUSTRY: DISRUPTIVE DEVELOPMENT FOR BUSINESS MODELS AND MANAGEMENT SYSTEMS

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
9. Juli 2015



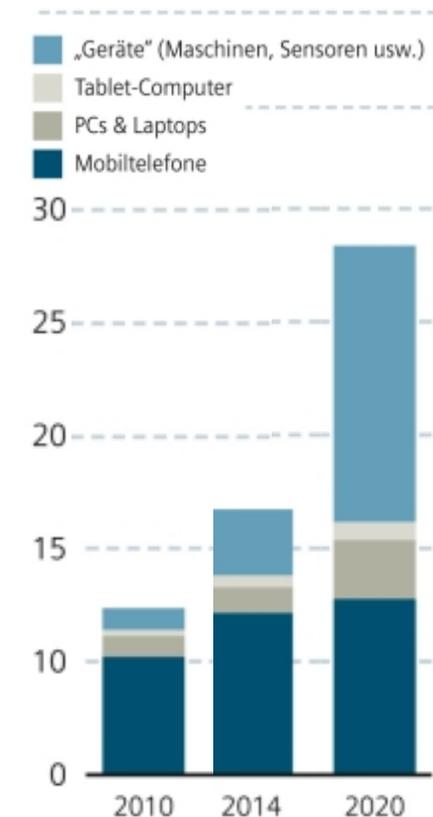
Die digitale Welt von heute und morgen

Internet of Everything

Holistische Vernetzung der Welt als Basis neuer Business Ecosystems

- 3 Milliarden Menschen nutzten im Jahr 2014 das Internet.
- 17 Milliarden Dinge waren im Jahr 2014 über das Internet vernetzt. Im Jahr 2020 werden es voraussichtlich 28 Milliarden Dinge sein.
- Die Anzahl der Services im Internet sind ungezählt. Beispiel Apple Store: > 1 Millionen Apps wurden mehr als 75 Milliarden mal heruntergeladen
- Neue Formen des Wirtschaftens entstehen:
 - Shared Economy
 - Prosumer
 - Industrie 4.0 ...

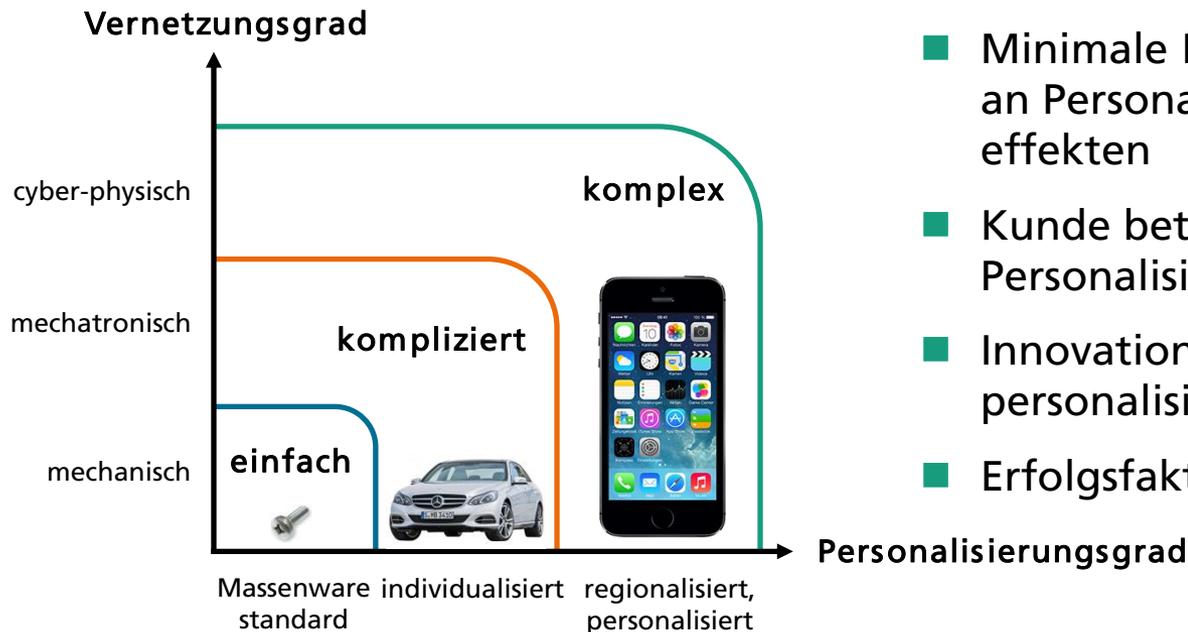
Verbundene Geräte (Milliarden)



Quelle: The Internet of Things, MIT Technology Review, Business Report, Siemens

Wandel der Produktarchitektur aufgrund von steigender Vernetzung und Personalisierung

Offene Architekturen in Verbindung mit cyber-physischen Systeme legen die Basis für „Big Bang Disruptions“



- Minimale Komplexität bei Maximum an Personalisierung und Skaleneffekten
- Kunde beteiligt sich am Personalisierungsprozess
- Innovationsfokus: Eco System, personalisierte Assistenz und HMI
- Erfolgsfaktor: Offenheit

Quellen: Wildemann, H.: Wachstumsorientiertes Kundenbeziehungsmanagement statt König-Kunde-Prinzip; Seemann, T.: Einfach produktiver werden – Komplexität im Unternehmen senken; Bildquellen: apple.de

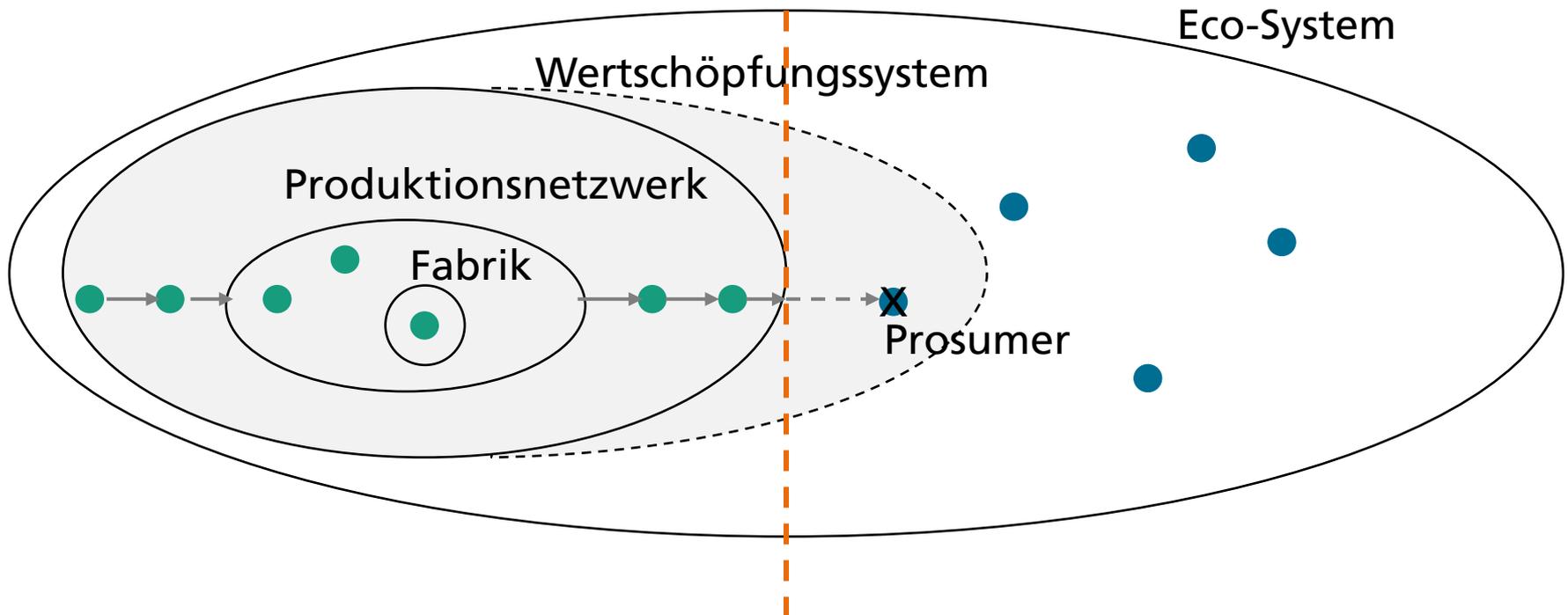
Aufbau von Eco-Systems

Integrierte Gestaltung von Front und Back End

Back End

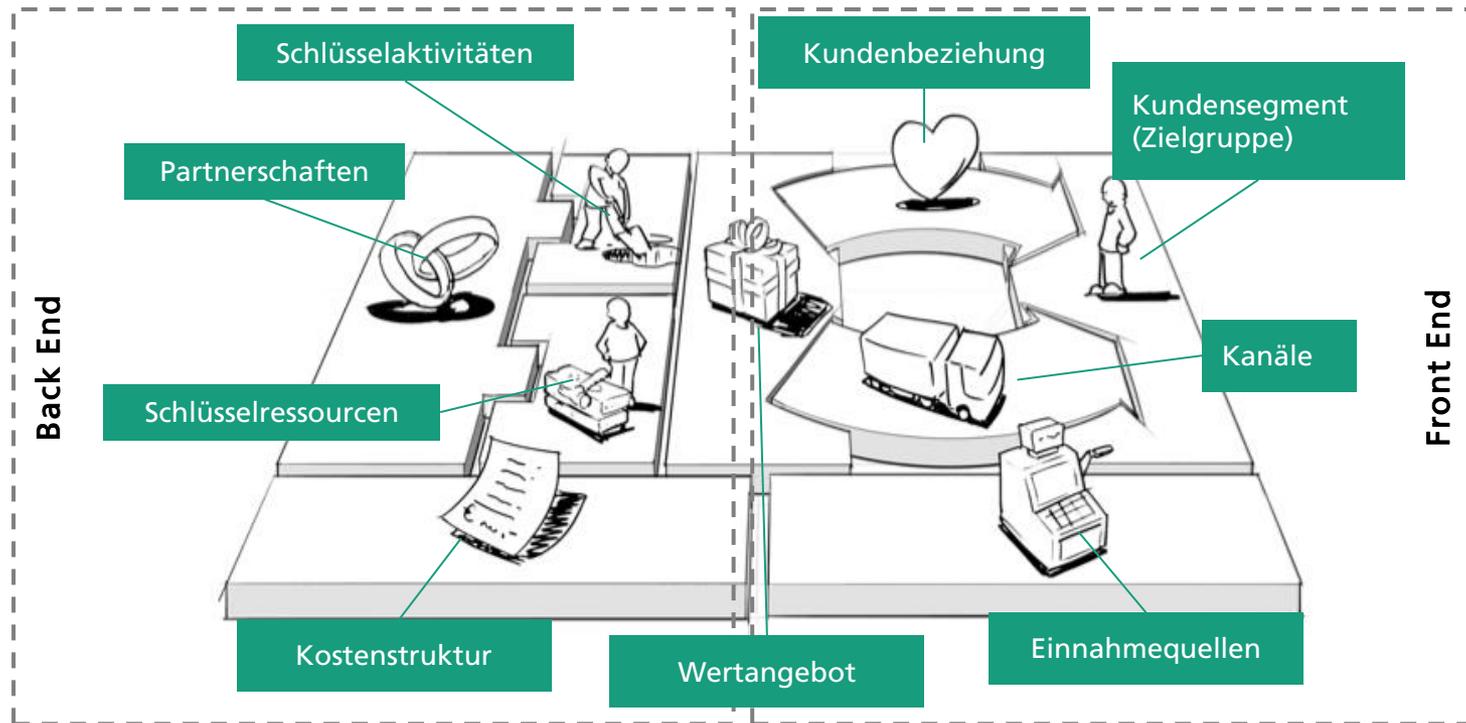
Fokus Wertschöpfung | Fokus Positionierung

Front End



Design disruptiver Geschäftsmodelle

Die Vielfalt der Einnahmequellen verändert die Geschäftslogik



- Direkte Service-basierte Einnahmequellen (XaaS) und indirekte Ecosystem-basierte Einnahmequellen (Z.B. Werbung) nehmen an Bedeutung zu
- Variable Preise (Verhandlung, Bestandsmanagement, Echtzeitpreise, Auktionen)

In Anlehnung an Business Model Generation A. Osterwalder/Y. Pigneur

XaaS-Concept – Everything as a Service

Holistische Serviceorientierung führt zu neuen Wertschöpfungsstrukturen und Ökosystemen

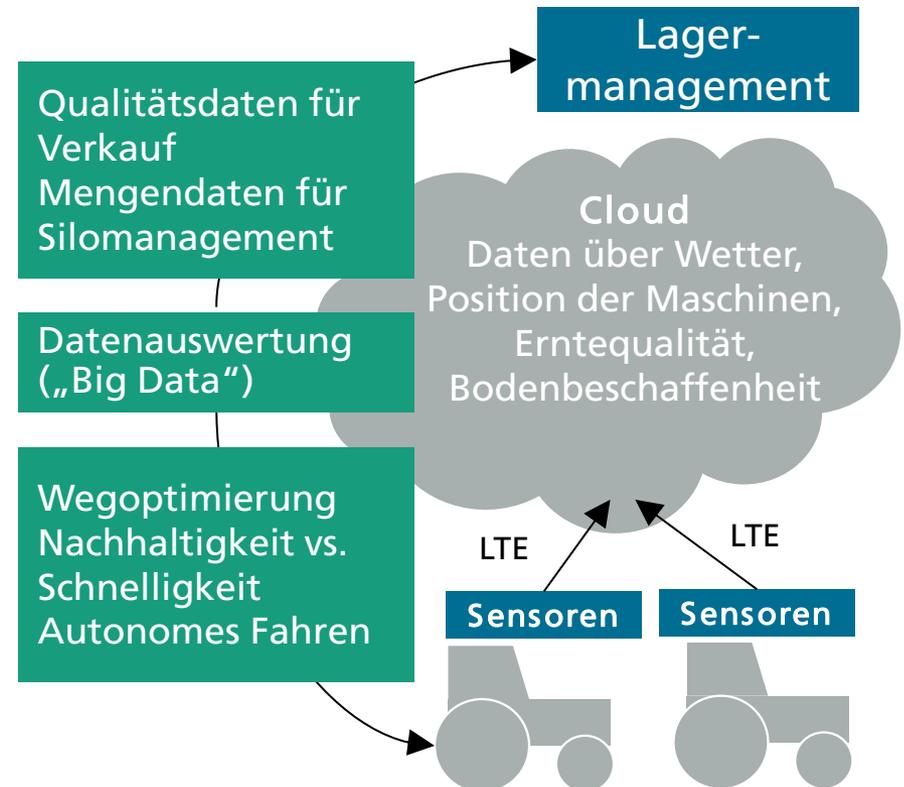
		Aufgaben	Beispiele
Everything as a Service (XaaS)	Value as a Service (VaaS)	<ul style="list-style-type: none">■ Personalisierte Dienste zur Bedürfniserfüllung (z.B. Mobilität, Gesundheit)	<ul style="list-style-type: none">■ Logistic as a Service (Amazon)■ Mobility as a Service (Daimler)■ Assembly as a Service (Foxconn)
	Modules as a Service (MaaS)	<ul style="list-style-type: none">■ Offene Hard- und Softwaremodule zur Komposition personalisierter Dienste	<ul style="list-style-type: none">■ Ara modules (Google)■ Apps (Runtastic)■ Autos (Local Motors)
	Plattform as a Service (PaaS)	<ul style="list-style-type: none">■ Life Cycle Umgebung & Kommunikation zum wirtschaftlichen Bereitstellen der Soft- und Hardwaremodule	<ul style="list-style-type: none">■ App Store (Apple)■ Produktions-Plattform (emachineshop)■ Virtual Fort Knox (FhG)■ Home Applications (First built)
	Infrastructure as a Service (IaaS)	<ul style="list-style-type: none">■ Infrastrukturlandschaft als Basis für Plattformen und zur Bereitstellung von Modulen	<ul style="list-style-type: none">■ Cloud Infrastructure (IBM)■ Mobile Communication (Telekom)■ Netze (ENBW)

Business Ecosystems

„Farmnet 365“ – eine Initiative aus dem Landmaschinenbau



- Pilotprojekt 2013/2014 Digitalisierung der Landwirtschaft zunächst durch Vernetzung der Land-Maschinen
- Datenauswertungen werden zur Optimierung der Ernte-einbringung; Direkte Zusammenarbeit mit Kunden und Formung eines Ecosystems durch das Interesse von Zulieferern mitzuwirken
- Mittlerweile: Eco-System mit 15 Partner rund ums Farmmanagement (u. a. BASF, Bayer, Horsch)

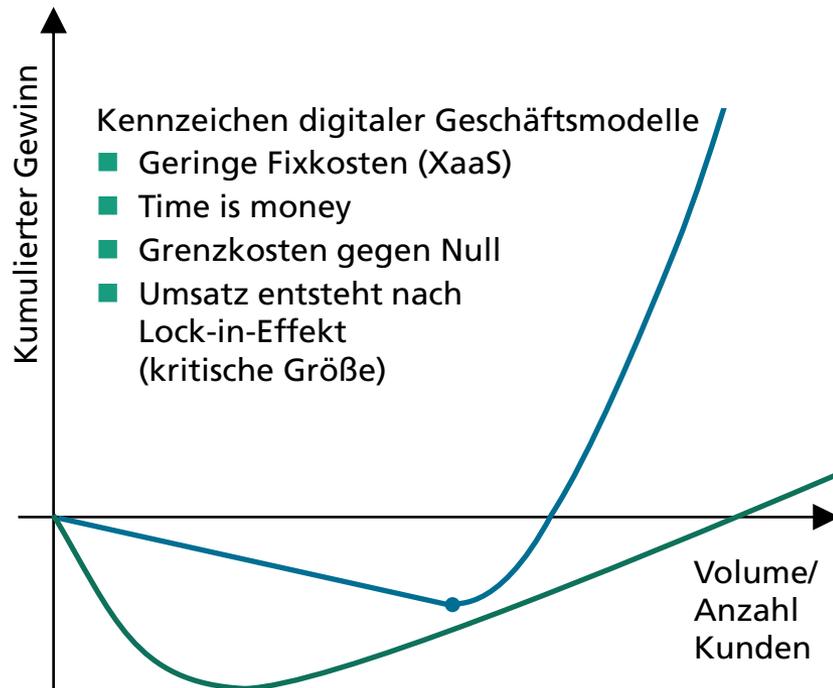


Quelle: Farmnet 365

Bewertung digitaler „Born Global“ Start –Ups

Der Lock-In Effekt besiegelt die Disruption der Branchenlogik

Gewinnentwicklung klassischer Geschäftsmodelle im Vergleich zu digitalen Geschäftsmodellen



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

■ Whatsapp

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



■ Instagram

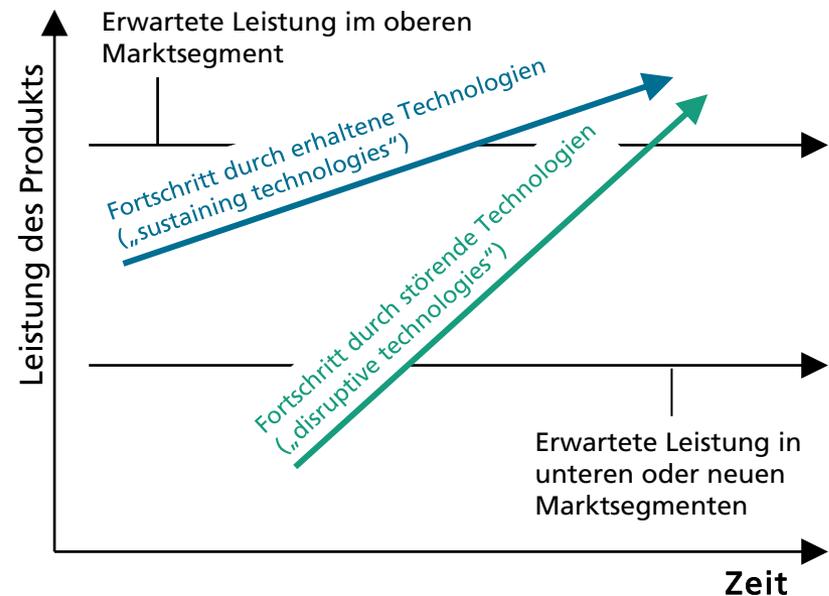
- 2010 veröffentlicht
- Juli 2015 300 Mio aktive Nutzer
- 2012 für rund 1 Mrd Dollar an Facebook verkauft
- Zu diesem Zeitpunkt hatte Instagram 13 Mitarbeiter und kein Ertragsmodell



Geschäftsmodell-Innovation

Das Innovator's Dilemma beschreibt die Bedrohung bestehender Technologien durch disruptive Ansätze

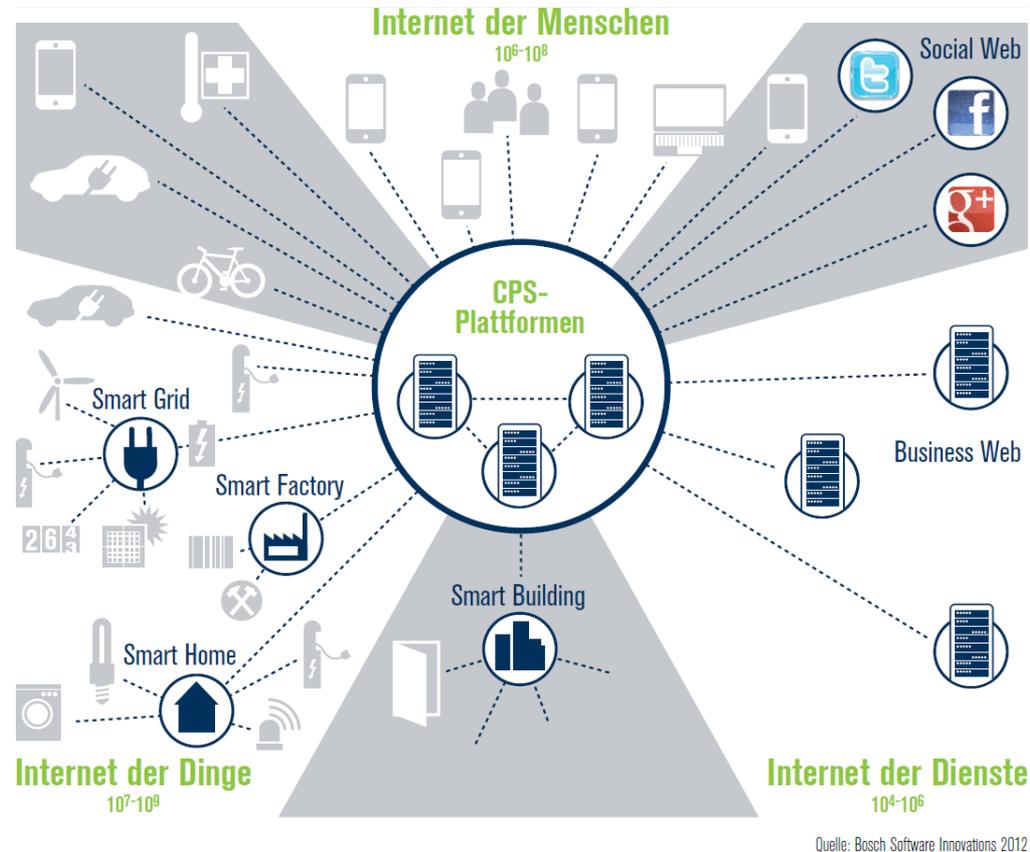
- Durch stetige Innovationen schießen Marktführer schnell über eigentliche Bedürfnisse des Kunden hinaus („overshooting the market“)
 - Weniger anspruchsvolle Kunden werden durch disruptive und günstigere Produkte/Dienstleistungen bedient (Minimal Viable Product)
 - Etablierte Unternehmen sind in ihrem Entwicklungsmodell gefangen und erkennen Gefahr meist zu spät
- Allerdings: Hohes Risiko bei innovativer Grundhaltung des Unternehmens:
 - Fehlschläge/Sackgassen
 - Imageschäden



Quelle: The Innovator's dilemma C. Christensen, Strategisches Management G. Müller-Stewens/C. Lechner]

Digitalisierung von Geschäftsmodellen

Alles wird smart und verändert die Industriesektoren



CPS cyber-physical System, RFID radio-frequency identification

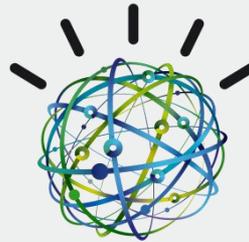
Die Basis: Rechenleistung und Vernetzung

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

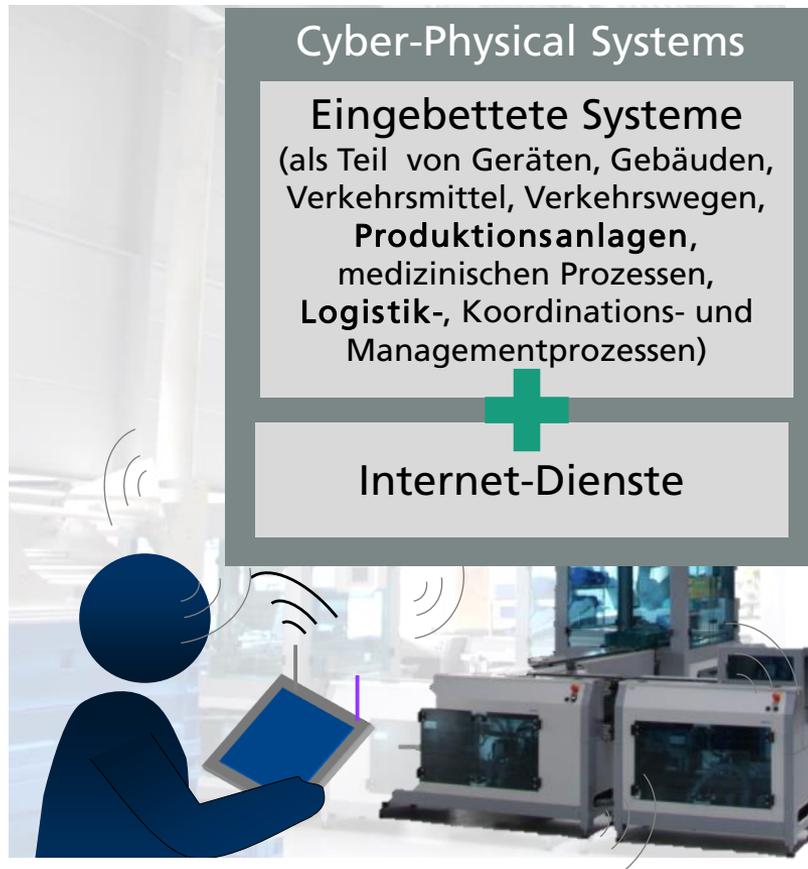


Bildquellen: wikipedia.de, ibm.com, abcnews.com



Die nächste Ebene der Dezentralisierung

Von der fraktalen Fabrik zum cyber-physischen Produktionssystem



Kennzeichen

- Erfassung unmittelbar physikalische Daten mit Sensoren
- Verwendung weltweit verfügbarer Daten und Dienste
- Daten auswerten und speichern
- Vernetzung über digitale Kommunikationstechnologien
- Einwirken auf physikalische Welt mit Aktoren
- Verwendung multimodaler Mensch-Maschine-Schnittstellen

Nach ACATECH, 2012

Kernthesen für Wertschöpfungsmodelle der Zukunft

- Optimale Verteilung der Wertschöpfung im Eco-System (Prosumer, horizontale Intergation) führt zu niedrigen Komplexitätskosten und hohen Margen.
- Optimale Verteilung der Funktionalitäten (Services) in der cyber-physical System-Architektur (Cloud vs. Fog, vertikale Integration) führt zu Skaleneffekten und hoher Funktionsadaptivität entlang des Lebenszyklus.
- Die massendatenbasierte Vorhersage von Zukünften auf Basis des digitalen Schattens der Realität (Echtzeit, Big Data) legt die Grundlage für hohe Prozessfähigkeit komplexer Systeme.
- Die Herstellung von personalisierter Hardware durch prozessfähige, generative Fertigung entscheidet über die Wirtschaftlichkeit.
- Verschwendungsfreie Einbindung der Mitarbeiter durch adaptive und selbstlernende Mensch-Maschine-Schnittstellen (remote und physische Schnittstellen) sorgt für umfassende Akzeptanz im Arbeitssystem.



Bildquellen: faz.net, google.de

Volkswirtschaftliche Potenziale durch Industrie 4.0

Steigerung Bruttowertschöpfung von 15–30 % möglich bis 2025*

- Bitkom/IAO erwarten ein zusätzliches Wachstum von 1,7 %/a bis 2025
- John Chambers, CEO Cisco: „... 2 % zusätzliches Wachstum pro Jahr für die dt. Volkswirtschaft ...“**
- Deutsche Unternehmen planen Investitionen von 40 Mrd € in den nächsten 5 Jahren***

Wirtschaftsbereiche	Bruttowertschöpfung [Mrd. €]		Potenzial durch Industrie 4.0	Jährliche Steigerung	Steigerung [Mrd. €]
	2013	2025*	2013-25	2013-25	2013-25
Chemische Industrie	40,08	52,10	+30%	2,21%	12,02
Kraftwagen- und Kraftwagenteile	74,00	88,80	+20%	1,53%	14,80
Maschinen- und Anlagenbau	76,79	99,83	+30%	2,21%	23,04
Elektrische Ausrüstung	40,27	52,35	+30%	2,21%	12,08
Land- und Forstwirtschaft	18,55	21,33	+15%	1,17%	2,78
Informations- und Kommunikationstechnik	93,65	107,70	+15%	1,17%	14,05
Potenzial der 6 ausgewählten Branchen	343,34	422,11	+23%	1,74%	78,77
Beispielhafte Hochrechnung für die Gesamtbruttowertschöpfung in Deutschland	2.326,61	2.593,06**	+11,5%**	1,27%**	267,45**

* Bei den Hochrechnungen für 2025 wurde kein Wirtschaftswachstum berücksichtigt. Es handelt sich um eine reine Relativbetrachtung mit und ohne die Industrie 4.0-Potenziale für die sechs ausgewählten Branchen.

** Gesamtsumme enthält die Industrie 4.0-Potenziale für die sechs ausgewählten Branchen sowie die Hochrechnung der restlichen Branchen unter der Annahme, dass für diese ein Potenzial in Höhe von 50% des für die ausgewählten Branchen gilt.

Quelle: * Bitkom/IAO 2014, ** Sueddeutsche.de, *** PwC Studie 2014, wiwo.de

Forschungsförderung im Vergleich

Das Rennen um den Kundenzugang hat begonnen



- Advanced Manufacturing Partnership (AMP): +50 Mio Dollar
- Cybersecurity R&D and Standards: +45 Mio Dollar
- Cyber-Physical Systems: +40 Mio Dollar
- Nationales Netzwerk für Produktionsinnovation (NNMI): 1 Mrd Dollar
- Public-Private Partnerships, z.B. Industrial Internet Consortium



- Bis 2015 werden 1,2 Bil Euro für die Erreichung der globalen Technologieführerschaft zur Verfügung gestellt
- Juli 2014 Gründung des „Chinesische Innovationsbündnis für die Verbindung von Internet und Industrie“
 - Ziel: Die Digitalisierung des Vertriebs und die Nutzung von IKT in der Produktion zu voranzutreiben



- Förderung mehrere Initiativen zur Implementierung des Internets der Dinge in der Produktion
- Mehr als 9 Mrd Euro stehen zur Verfügung



Big Data

Herausforderungen im Umgang mit Big Data

Perspektivenwechsel

Umgang mit komplizierten Zusammenhängen	Umgang mit komplexen Zusammenhängen
Komplizierte Zusammenhänge werden systematisch analysiert (Kausalität)	Komplexe Zusammenhänge werden nicht mehr auf ihre Ursache hin untersucht (Korrelation ersetzt Kausalität)
Dabei wird das komplizierte Geflecht in überschaubarere Einheiten aufgeteilt und Abhängigkeiten untereinander werden untersucht	Aus der Gesamtheit der verfügbaren Daten werden Regelmäßigkeiten abgeleitet (Mustererkennung, z.B. Verhaltensmuster von Kunden)
Stichprobenanalyse, deduktives Vorgehen	Vollständiges Datenbild wird untersucht, induktives Vorgehen
Frage nach dem „Warum“	Frage nach dem „Was“

Smart Data

Aus Big Data die richtigen Schlüsse ziehen

Voraussetzungen für smarte Datennutzung:

- **Zugang** – Keine Daten ohne Zugang bis auf Sensorebene
- **Modelle** – Keine Interpretation der Daten ohne Modelle
- **Applikationswissen** – Kein Aufbau der Modelle ohne Wissen über Anwendung, Kontext und Technik
- **Echtzeit** – Keine Nutzen der Modelle ohne Echtzeitinformationen und -zugriff aus der Realität
- **Lernen** – Keine Prognose von Zuständen ohne emulierende Systeme (Objekt und Modell nähern sich an)
- **Risiko Trade off** – Kein Profit ohne Nutzen, der höher als die Risiken vom Kunden bewertet werden muss



Smarte Optimierung der Produktivität

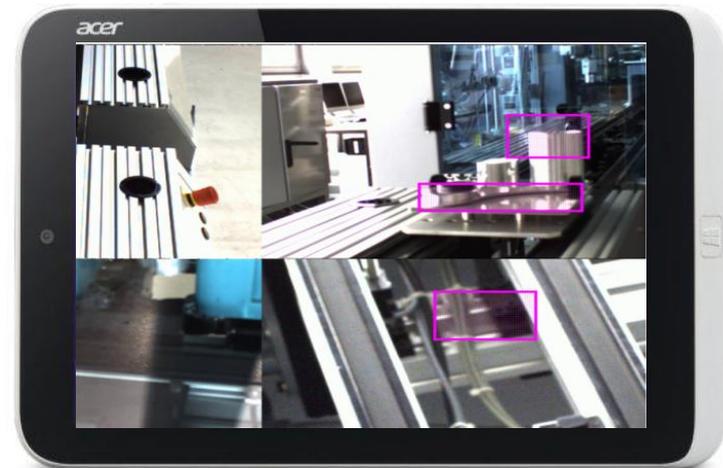
Beispiel: Automatisierte Erkennung von Abhängigkeiten zwischen Prozessen und Ableiten von Verbesserungspotenzialen

Durch

- „Minimalinvasive“ Prozessbeobachtung mit Kameras ohne aufwendige Systemintegration
- Merkmalsbasierte Konfiguration und Wiedererkennung von Zuständen in den Videos mittels adaptiver Auswertelgorithmen

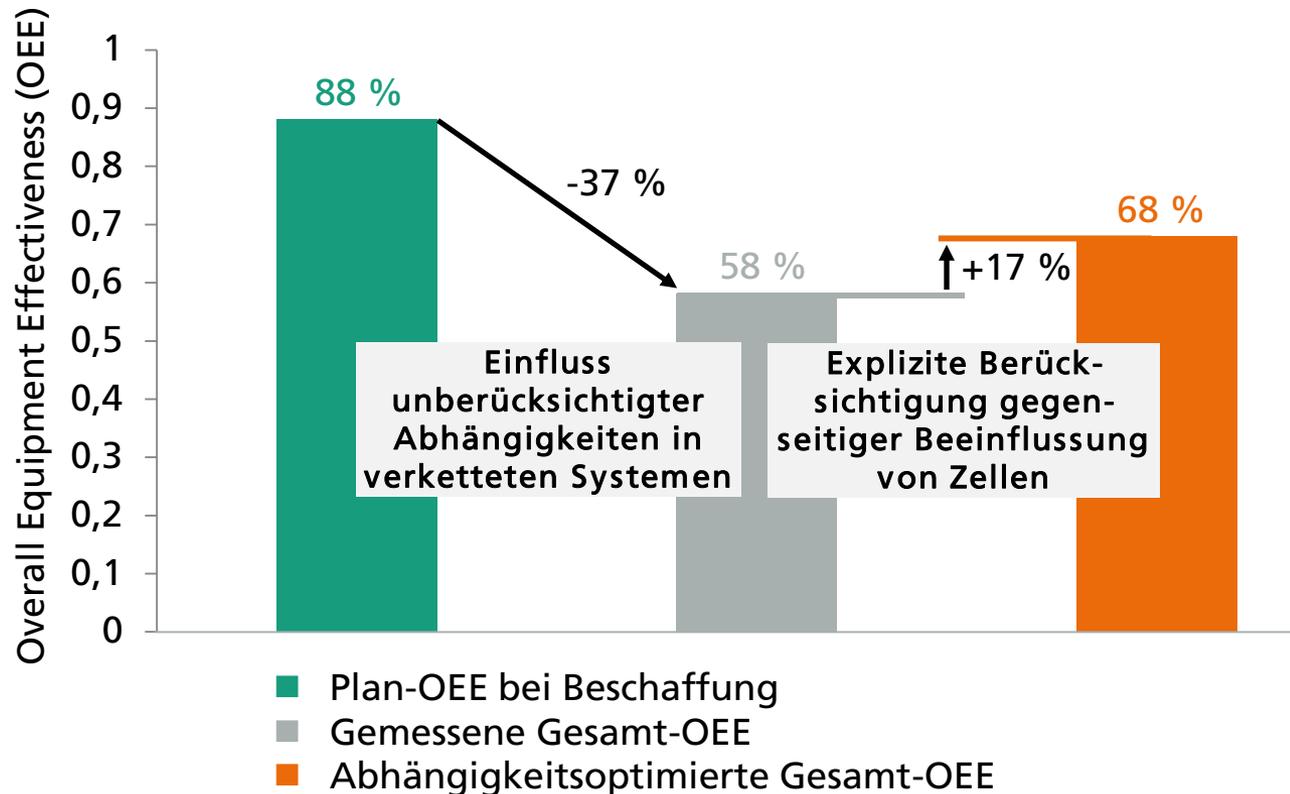
Vorteile

- Echtzeitnahe Prozessanalyse mit direkter Zuordnung von Verlustursachen
- Ermittlung und quantitative Bewertung von Potenzialen zur Prozessoptimierung
- Ständige Transparenz durch Bereitstellung der Störungen und Anlagenzustände für Bediener und Planer



Resultate im Beispielprojekt in der Automobilindustrie

Gegenseitig bedingte Verluste in verketteten Systemen vermeiden durch automatisiertes Erkennen von Kontextbedingungen



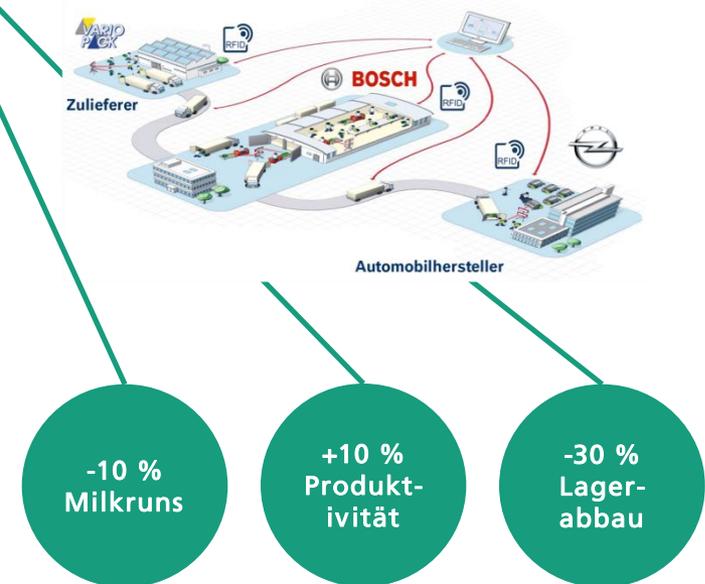
Unternehmenspotenziale durch Industrie 4.0

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

Abschätzung der Nutzenpotenziale

Kosten	Effekte	Potential
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 	-10 % bis -20 %
Logistikkosten	<ul style="list-style-type: none"> Erhöhung Automatisierungsgrad (milk run, picking, ...) 	-10 % bis -20 %
Komplexitätskosten	<ul style="list-style-type: none"> Erweiterung Leitungsspannen Reduktion trouble shooting 	-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

A close-up photograph of a person's hands typing on a black computer keyboard. The image is heavily stylized with a blue and green color palette. A semi-transparent white rectangular box is overlaid on the left side of the image, containing the text 'Neue Architekturen'. The background features a grid of white lines and scattered binary code (0s and 1s) on a dark blue background, suggesting a digital or data environment.

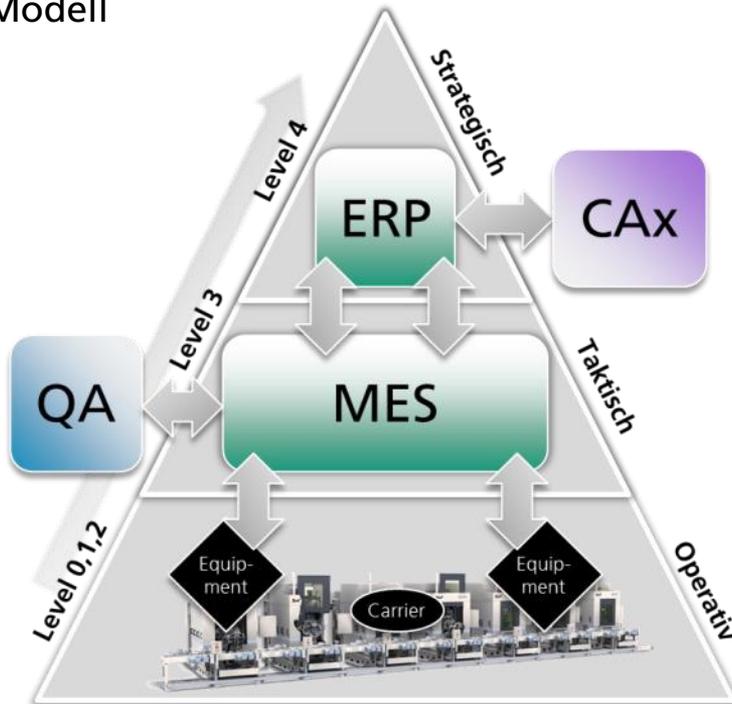
Neue Architekturen

Alte IT-Architekturen lösen sich auf

Die Pyramide wird zum Netz in der Cloud

Bisher

Historisch klar hierarchisch strukturiertes Modell



Zukünftig

■ Serviceorientierung

- Weitergehende Serviceorientierung (XaaS)
- Serviceorientierte IT-Architekturen (SoA)

■ De-Hierarchisierung

- Auflösung der hierarchischen Gliederung
- Neue Funktionen basierend auf Services

■ App-isierung

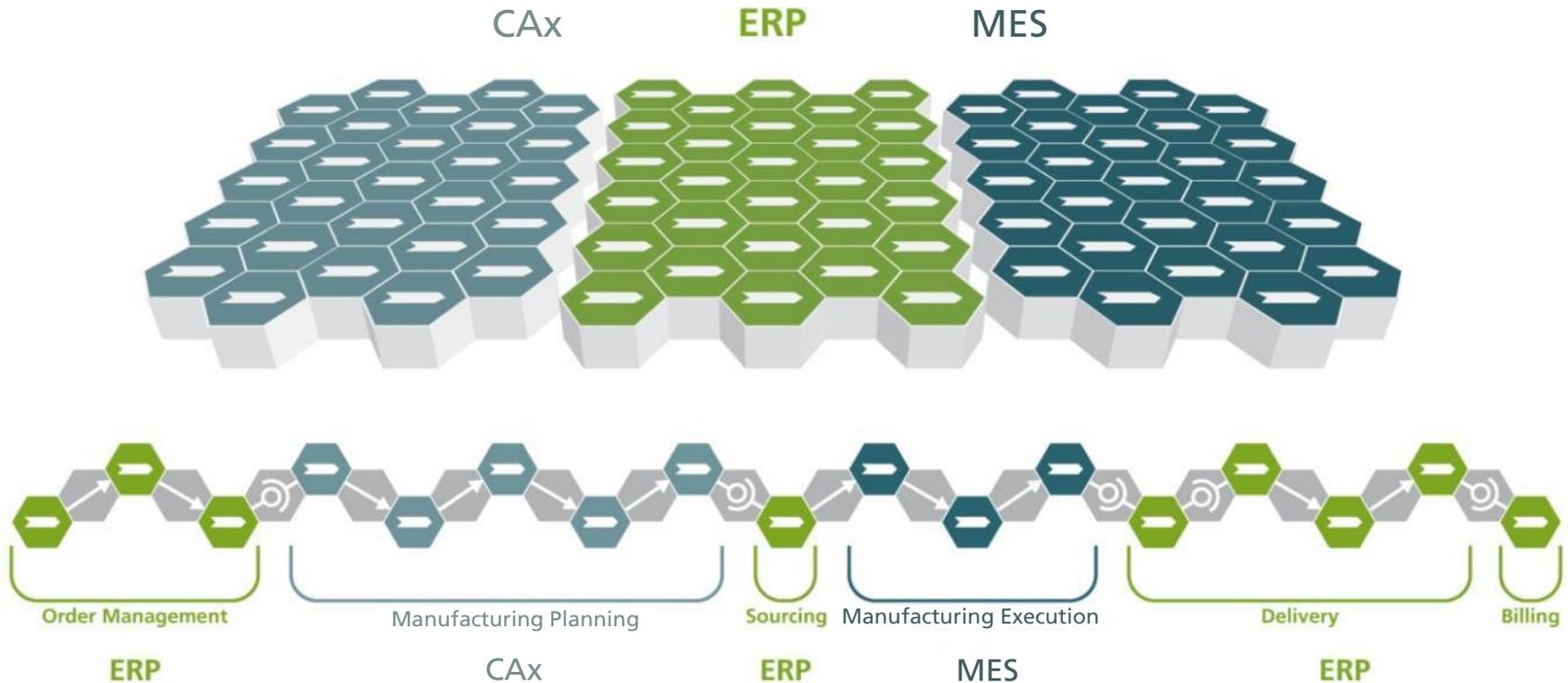
- App-Entwicklung durch Endanwender
- Simulationen in Echtzeit

■ Offene Standardisierung

- Effizienzvorteile von IT-Clouds
- Fokus auf Information / Semantik

ERP Enterprise-Resource-Planning; MES Manufacturing Execution System; QA Qualitätssicherung; CAx Computer-Aided x

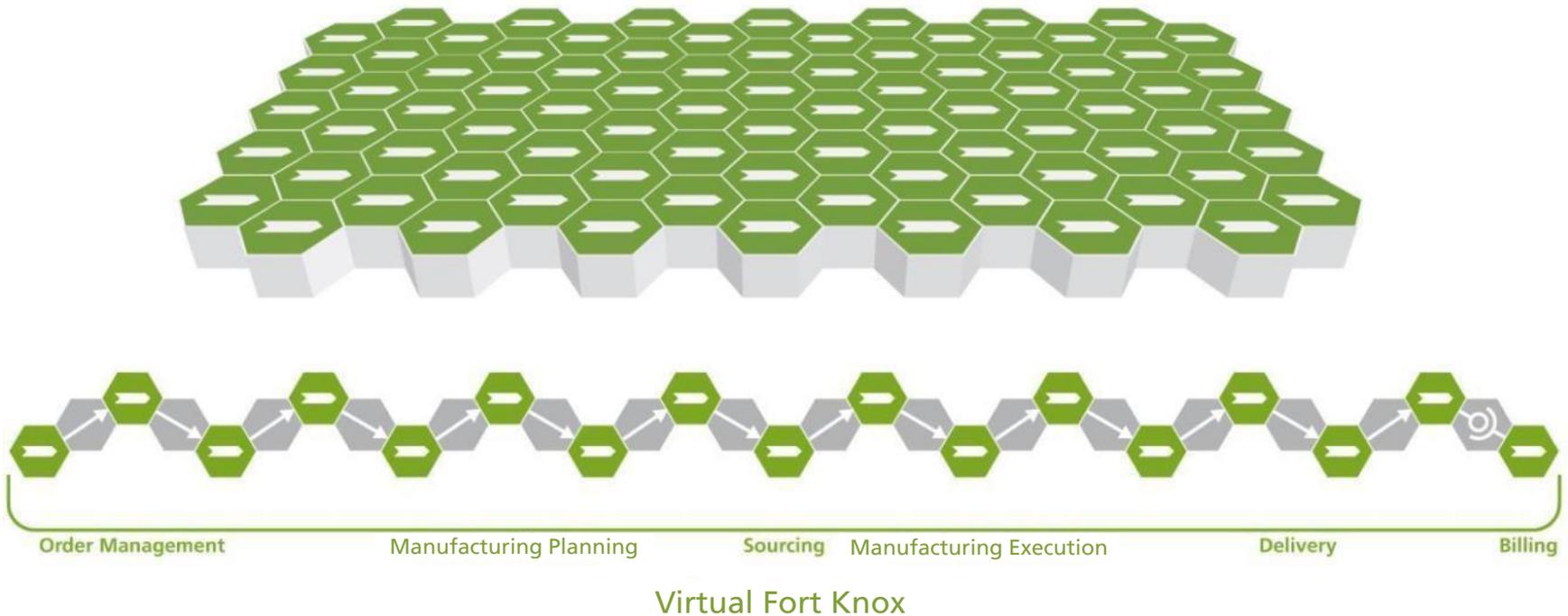
XaaS in der Cloud sorgt für Komplexitätsreduktion IT-Landschaft heute



in Anlehnung an: Fraunhofer IML, Prof. Dr. Michael ten Hompel

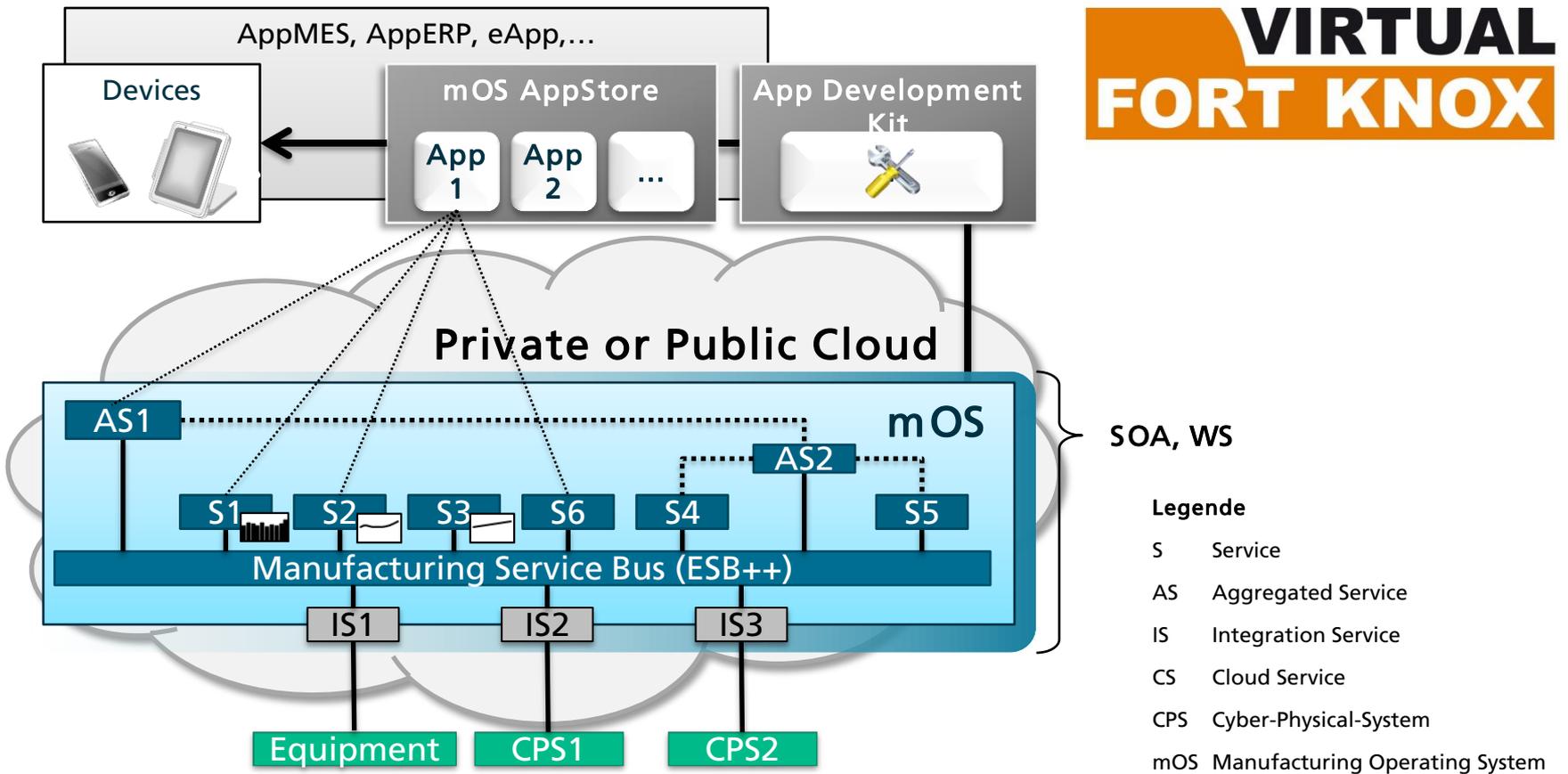
XaaS in der Cloud sorgt für Komplexitätsreduktion

Virtualisierte IT-Landschaft morgen



in Anlehnung an: Fraunhofer IML, Prof. Dr. Michael ten Hompel

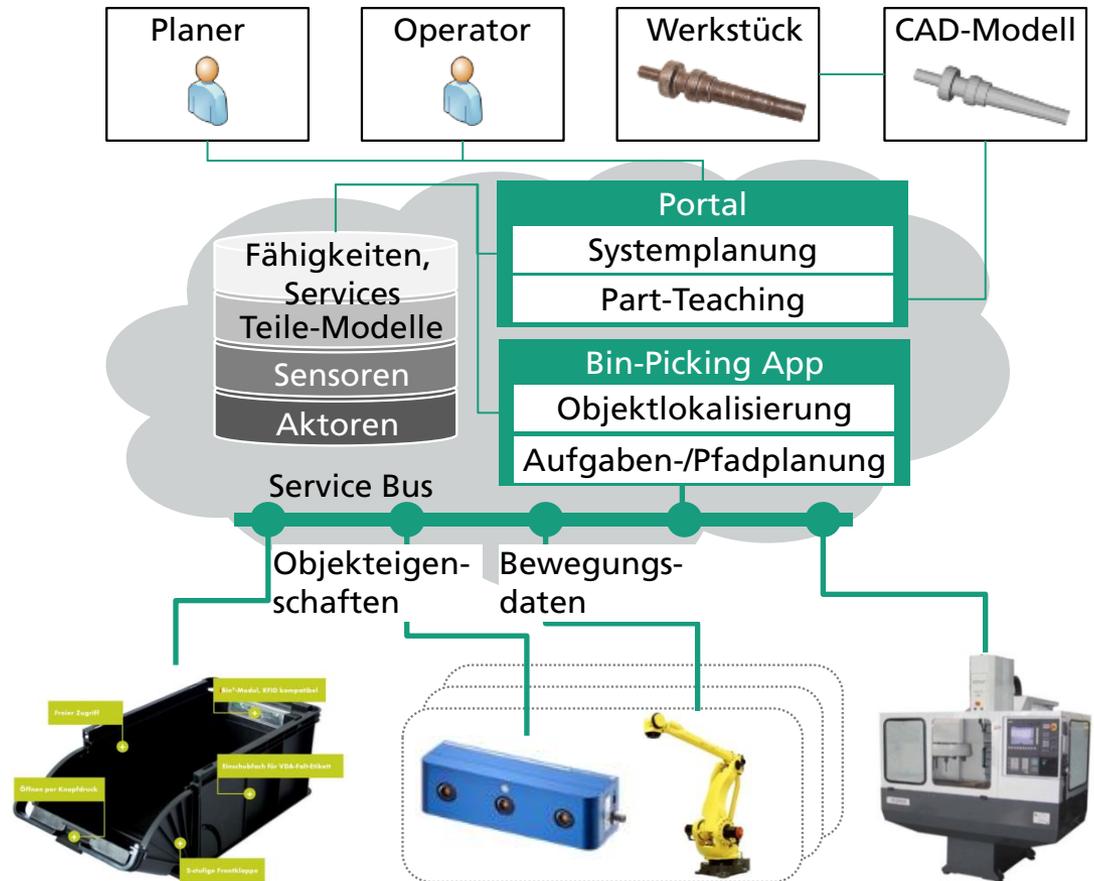
IT-Architekturen für die Produktion – Anwendungsbeispiel Virtual Fort Knox – Integrationsplattform



Beispiel 1: Was, wenn Bin-Picking aus der Cloud käme?

Vorteil

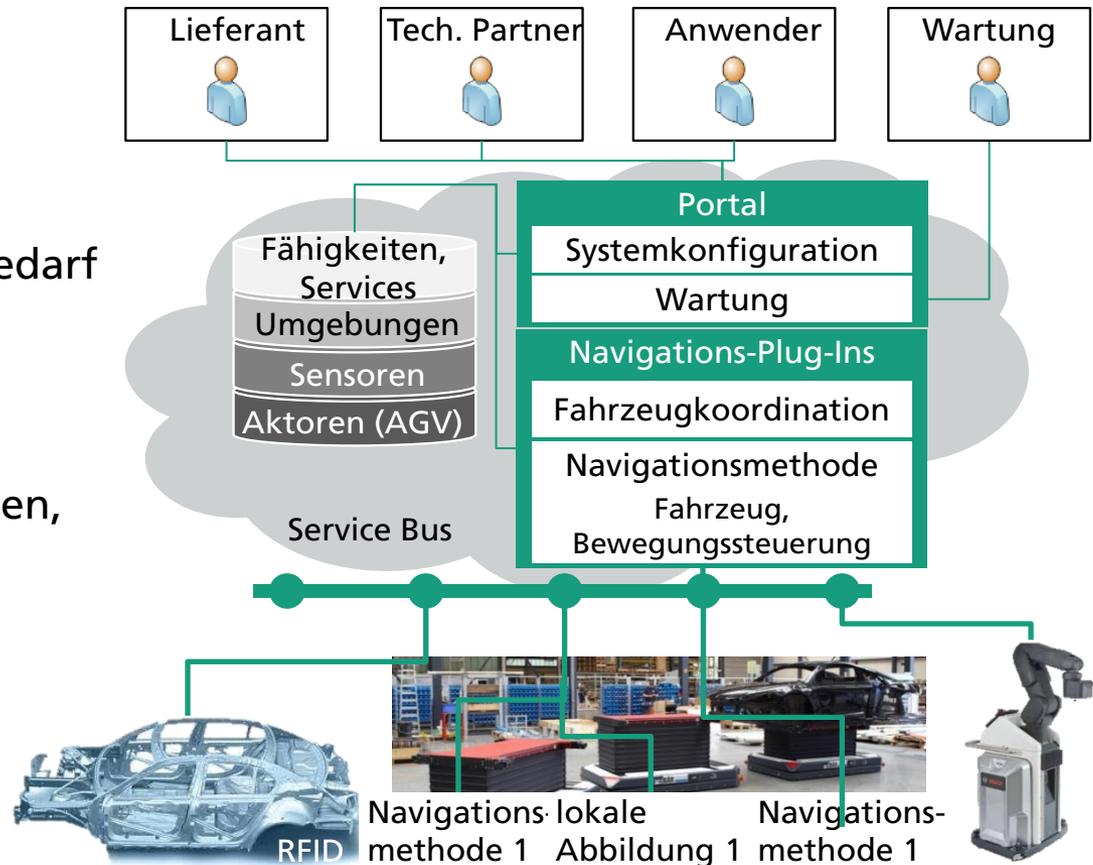
- Externalisierung von Fähigkeiten, Services, Wartung
- Schlanke Roboter-Zelle („Lean Client“)
- Zentrale Datensammlung
 - Optimierung durch statistisches Lernen
 - Best-Practice-Lösungen sind verfügbar



Beispiel 2: Was, wenn es AGV Cloud Navigation gäbe?

Vorteil

- Logistik: zentrale Fahrzeugkoordination (Stand heute)
- „Lean Client“ AGVs; Navigationsfähigkeit nach Bedarf
- Zentrale Datensammlung
 - Optimierung durch statistisches Lernen (Anpassung von Fähigkeiten, Zustandsüberwachung)
- Partnerschaft mit Technologieanbietern und externen Dienstleistern
- in Entwicklung



Open Source als Enabler in der Industrierobotik

Warum Open Source?

- Mehr als zwei Millionen Free/Libre Open Source Software Pakete (FOSS) verfügbar
- Robotikforschung gebündelt verfügbar als Softwarekomponenten bringt Technologieschub
- Erhöhung der kritischen Masse, Qualität, Übertragbarkeit etc.
- Unterstützt Geschäftsmodelle, speziell für KMU
- „Rapid Prototyping“ der Technologie
- Kostenvorteil 33 % gegenüber Neuentwicklung¹

Beispiel:



Quelle: ¹N. Blümlein: Function-based System Engineering for Service Robot Prototypes (Diss Uni Stuttgart, 2013); ²2014 Black Duck Software, Inc

Auf dem Weg in die 4. industrielle Revolution

Paradigmenwechsel in der Informations- und Kommunikationstechnologie

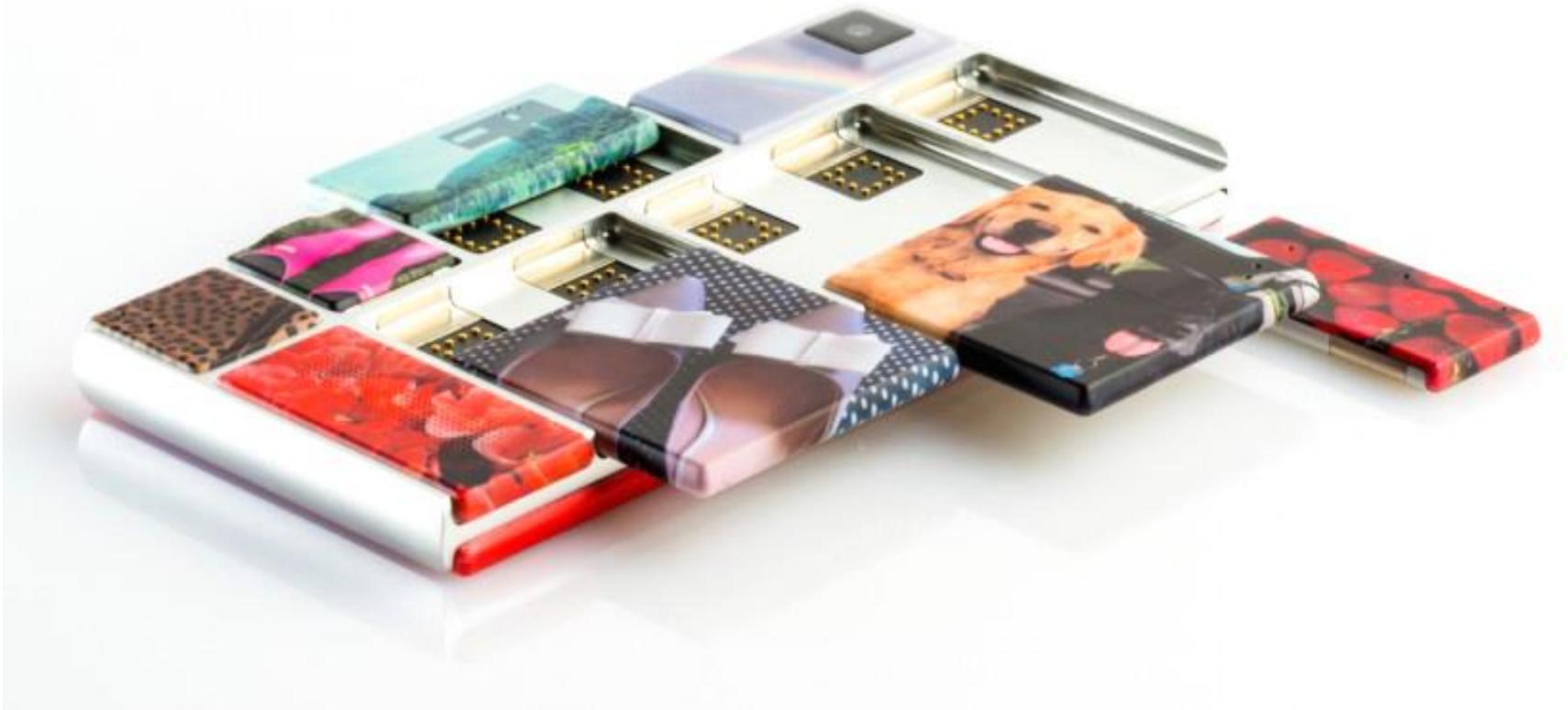
Heute

- Zentral
- Software-Suite
- Integration
- Monolith
- Zeitversetztes Datenabbild
- Lizenzkosten

Morgen

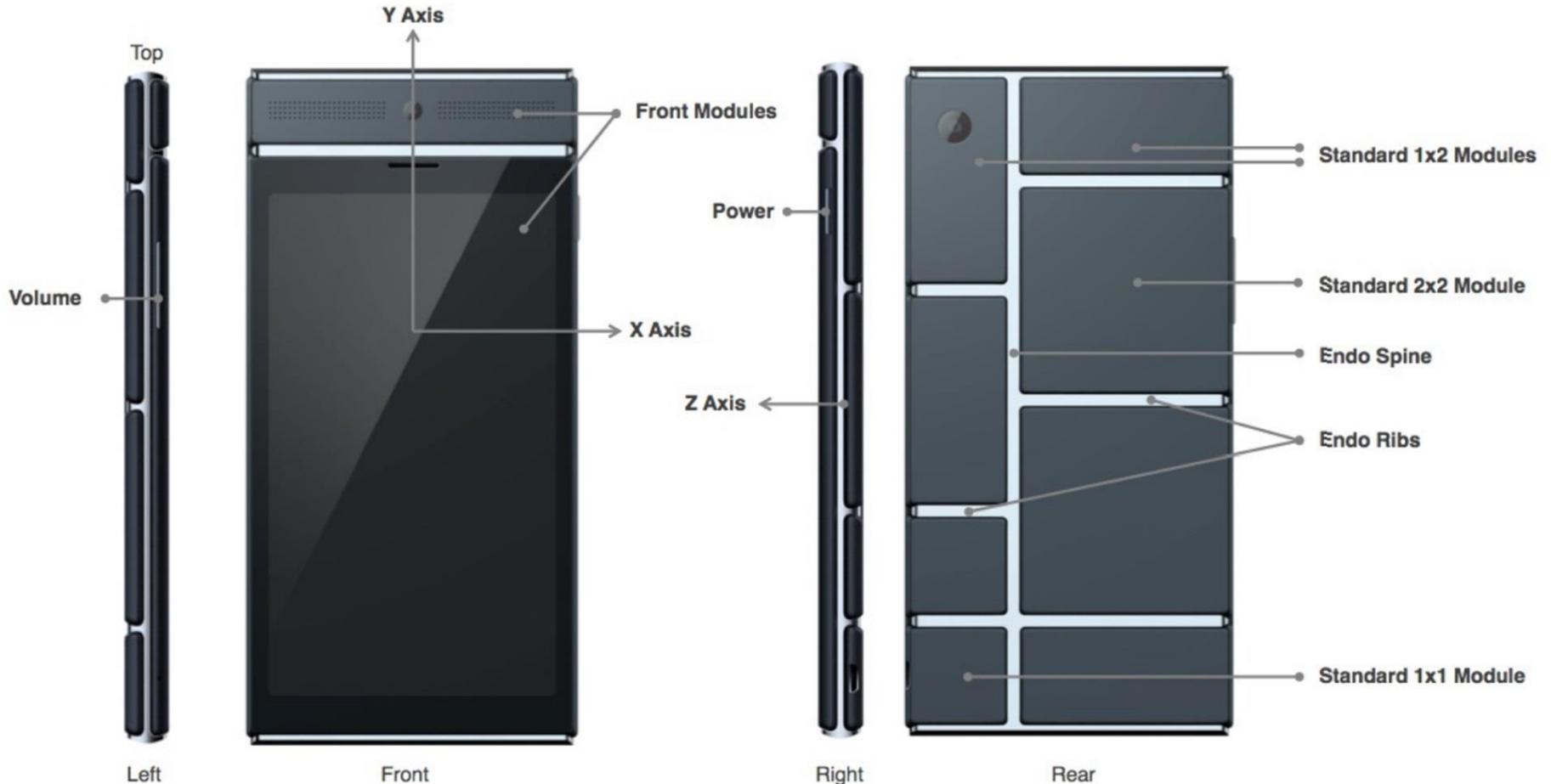
- Dezentral (CPS, Cloud)
- Apps (SaaS)
- Kommunikation
- Offener Standard im Netz
- Echtzeit Informationen
- Pay-per-use

Be part of it.



Der physische Part eines cyber-physischen Systems

Beispiel: Google Project Ara



Quelle: techradar.com

Beispiel: Moonshot Project Google Robotics

Google entwickelt den „Smart Robot“ mit höchster Priorität

Google-Unternehmenskäufe in der Robotik & AI

- Schaft Inc. (Japan): humanoide Roboter
- Industrial Perception, Inc (USA): Roboterarme, Computer Vision
- Redwood Robotics (USA): Roboterarme
- Meka Robotics (USA): humanoide Roboter
- Holomini (USA): High-Tech Räder für omnidirektionale Bewegungen
- Bot & Dolly (USA): Roboterkamerasysteme
- Boston Dynamics (USA): mobile Roboter
- DeepMind Technologies (UK): künstliche Intelligenz
- Titan Aerospace (USA): solarbetriebene Drohnen



Anthony Mullen (Senior Analyst Forrester):

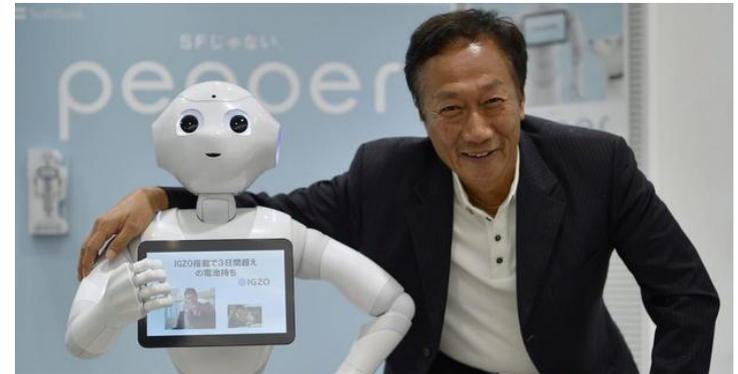
„Robots, like smartphones, are a platform for products and services. Both require data and intelligence to operate well and Google is very good at data and algorithms. To ensure that they aren't disintermediated in the 'last mile' to the consumer (or employee) means getting involved in the physical world with hardware.“

Bildquelle: zdnet.de

Asiatische Firmen werden in Kooperation mit amerikanischen Firmen völlig neue Roboter entwickeln

Der Foxbot kommt schneller als uns lieb sein kann

- Foxconn, größter High-Tech-Zulieferer der Welt, will künftig Produktionsroboter einsetzen
- Foxconn-Chef Terry Gou verkündet, bald 10.000 Fertigungsroboter anzuschaffen
- Foxconn hat mit Google einen Kooperationsvertrag geschlossen
- Apple soll Foxconn unterstützen: Apple-Jahresbericht von 2013 weist eine Investition von 10,5 Mrd Dollar für „fortgeschrittene Zuliefertchnik“ aus



FOXCONN[®]
Advancing Through Innovation



Erfolgsfaktoren für die Industrie

Maximale Kundennähe bei höchster Produktivität

- **Erweitertes Wertschöpfungssystem**
(Ecosystem, Geschäftsmodell, Kunden- und Lieferantenintegration, Kundenorientierung)
- **Umfassende Transparenz**
(Vertikale und horizontale Vernetzung in Echtzeit, Kommunikationsorientierung)
- **Schnelle Prozessfähigkeit**
(Big Data, Predictive Analytics, Qualifikation, Lernkurvenorientierung)
- **Hohe Flexibilität und Skaleneffekte**
(Alles wird zum Service/XaaS, Dezentralisierung, Vernetzung, Serviceorientierung)
- **Maximale Effizienz und Verbundeffekte**
(Zero Waste Technologien, Wandlungsbereitschaft und -fähigkeit, Autonomie, Ressourcenorientierung)
- **Neue Sicherheitskultur**
(Safety, Security und Privacy, Risikoorientierung)
- **Optimale Rahmenbedingungen**
(Infrastruktur, Finanzierung, Forschungslandschaft, lebenslanges Lernen)

Erfolgreiche Einführung von Industrie 4.0



- Herausforderungen und Anforderungen an die IT
- Praxisbeispiele
- Ausblick in die Zukunft

ISBN 978-3-658-04681-1

INTEGRATED INDUSTRY: DISRUPTIVE DEVELOPMENT FOR BUSINESS MODELS AND MANAGEMENT SYSTEMS

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
9. Juli 2015

