



# Fraunhofer-Institut für Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik ESK



Technologien	Märkte	Zahlen 2016	
Adaptive und zuverlässige Kommunikationssysteme	 Automatisierungstechnik	Mitarbeiter	59
Softwareintensive, eingebettete verteilte Systeme	 Vernetzte Mobilität	Standort	München
	 Energieversorgung	Budget	6,3 Mio. €
	 Telekommunikation		

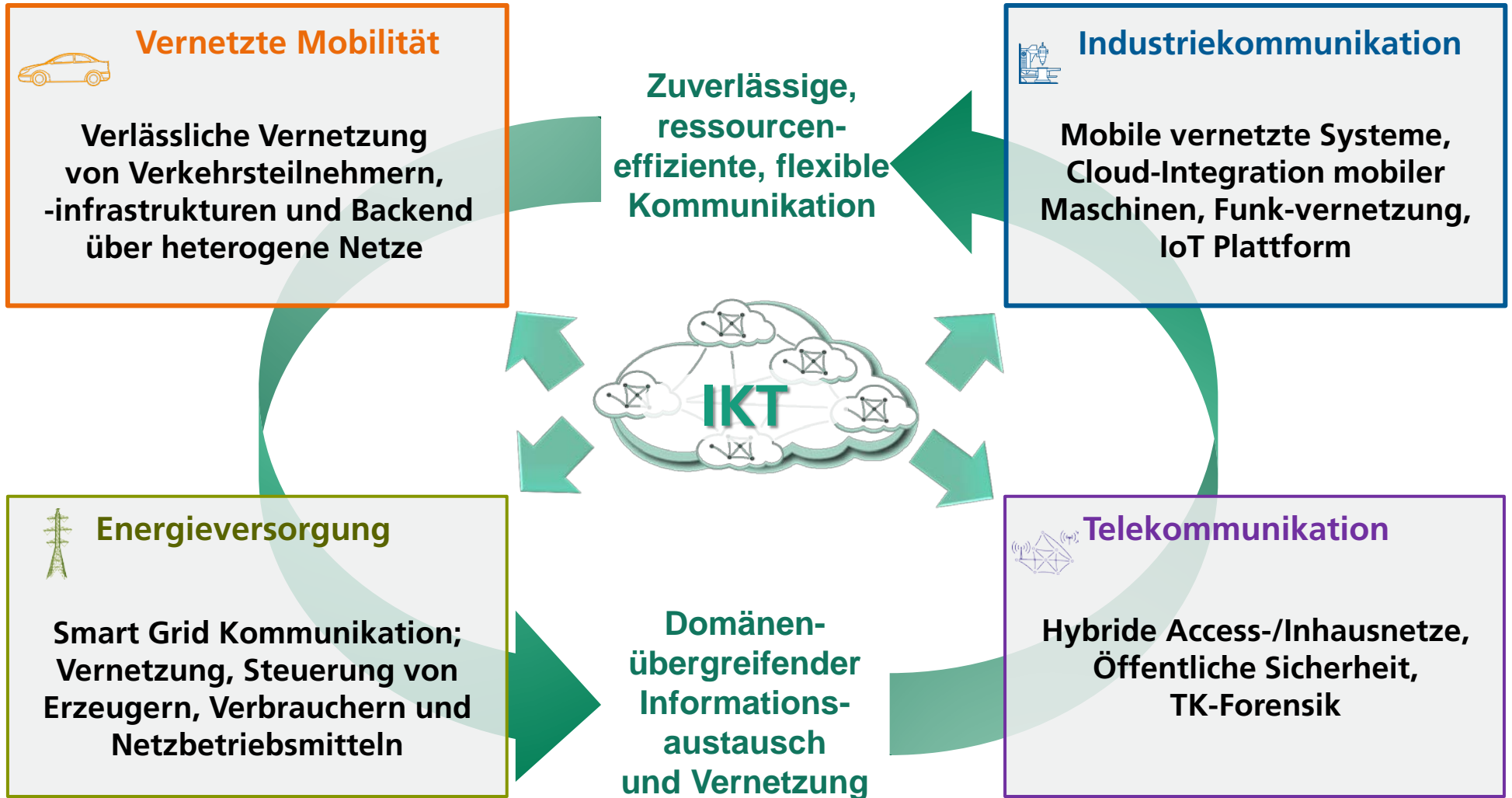


**Ordinarius:** Univ. Prof. Dr.-Ing. Rudi Knorr

Forschungsschwerpunkte: Selbstorganisierende und robuste Netzwerke, Adaptive eingebettete Systeme

Lehre: Kommunikationssysteme, Next Generation Networks

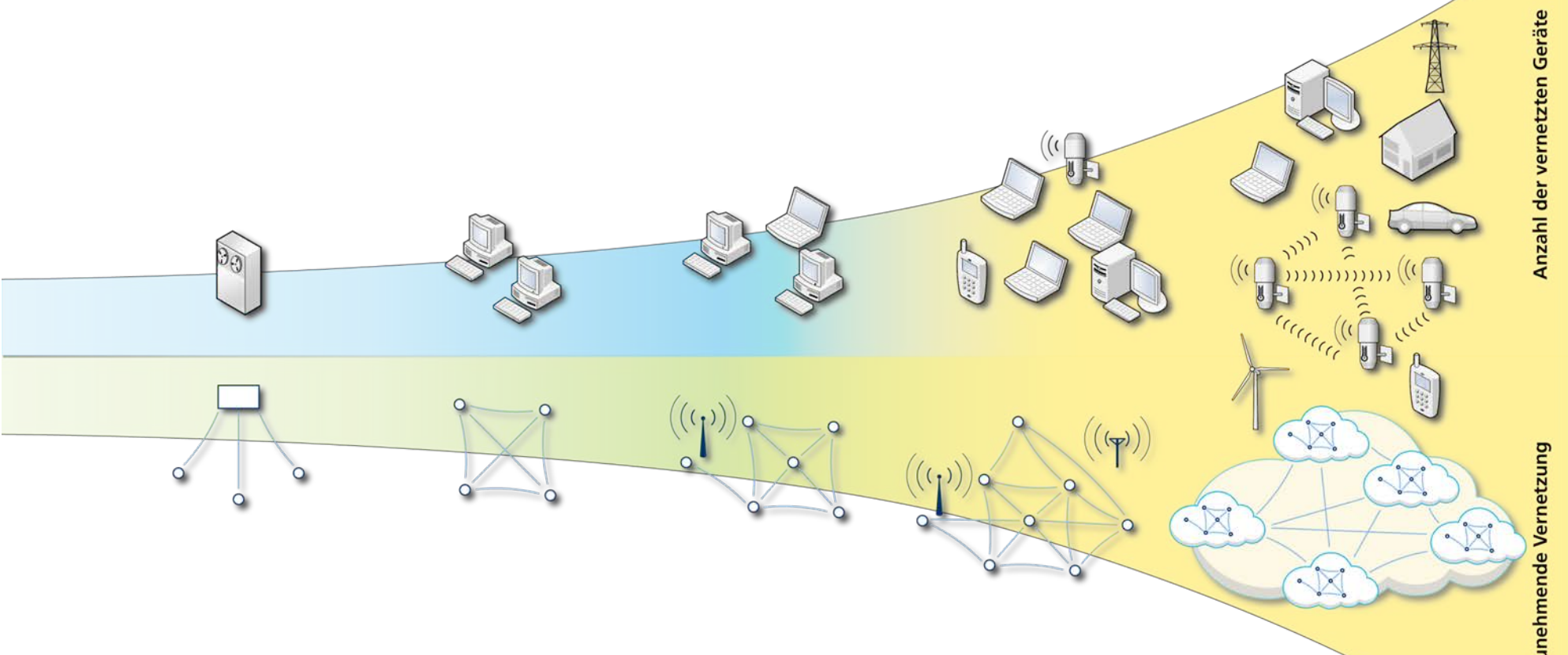
# Fraunhofer-Institut für Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik ESK



# Inhalt

- Einführung in das industrielle Internet der Dinge (IIOT)
- Referenzarchitektur für die Kommunikation von IIOT
- Best Practice Beispiele
  - Cloubasierte Industriesteuerungen
  - Instandhaltung für Erntemaschinen
- Zusammenfassung

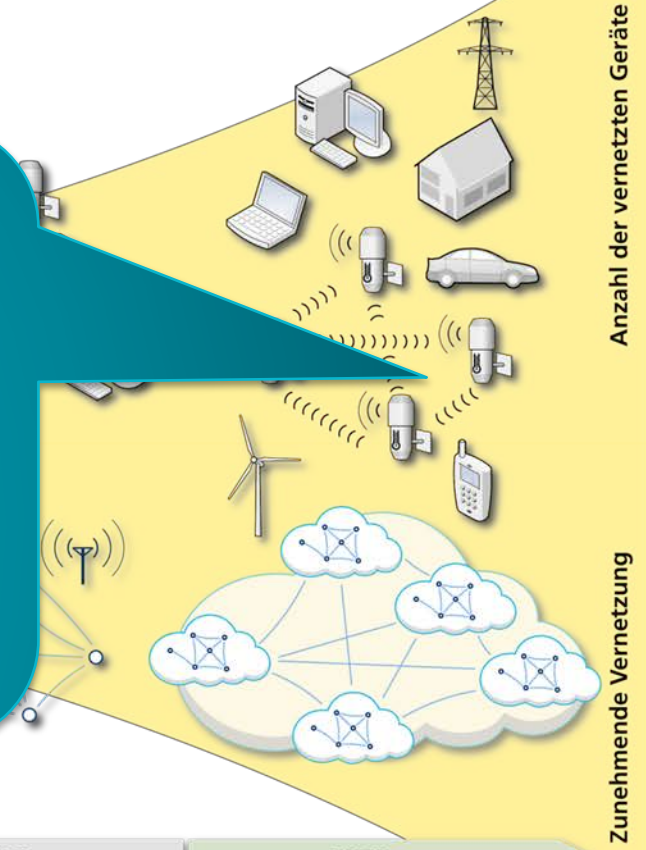
# Die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik



1960er	1980er	1990er	2000er	2020
<p><b>Mainframes (mit Terminal) mit Verbindungen zur Peripherie</b></p>	<p><b>PCs Local Area Networks</b></p>	<p><b>Notebooks Funk im LAN  Embedded Systems</b></p>	<p><b>Mobile Geräte Sensorvernetzung  Vernetzte Embedded Systems</b></p>	<p><b>Internet of Things Sensornetze Cloud Computing Smart Grid Communication Industrie 4.0 Cyber Physical Systems</b></p>

# Das Internet der Dinge – Internet of Things (IOT)

**Definition IOT:** A *dynamic global* network infrastructure with *self-configuring capabilities* based on *standards* and interoperable communication protocols where *physical and virtual „things“* have *identities*, physical attributes and virtual personalities and use intelligent interfaces and are *seamlessly integrated* into the information network. (Kranenburg 2007)

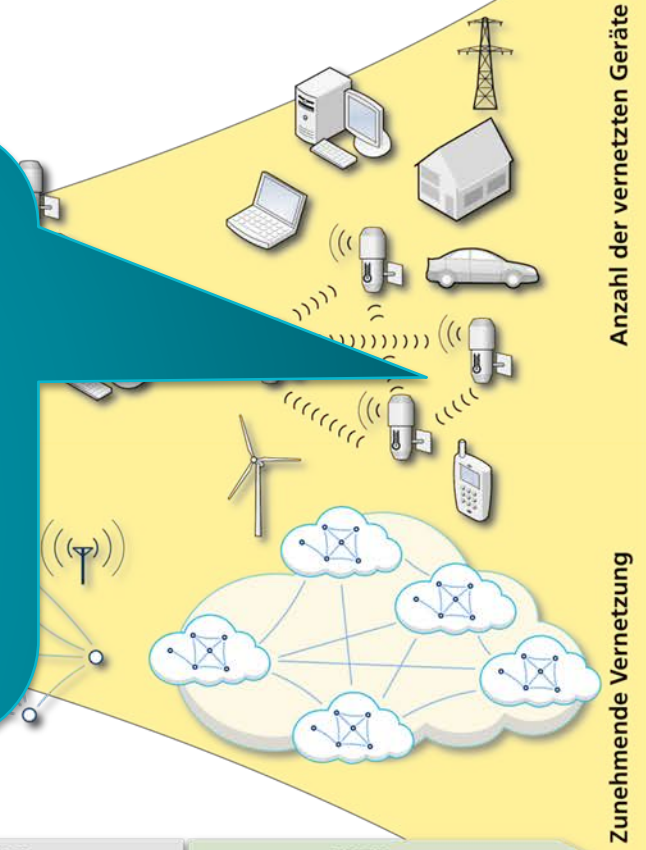


1960er	1980er	1990er	2000er	2020
Mainframes (mit Terminal) mit Verbindungen zur Peripherie	PCs Local Area Networks	Notebooks Funk im LAN  Embedded Systems	Mobile Geräte Sensorvernetzung  Vernetzte Embedded Systems	Internet of Things Sensornetzwerke Cloud Computing Smart Grid Communication Industrie 4.0 Cyber Physical Systems



# Das Internet der Dinge – Internet of Things (IOT)

**Definition IOT:** A *dynamic global* network infrastructure with *self-configuring capabilities* based on *standards* and interoperable communication protocols where *physical and virtual „things“* have *identities*, physical attributes and virtual personalities and use intelligent interfaces and are *seamlessly integrated* into the information network. (Kranenburg 2007)



1960er	1980er	1990er	2000er	2020
Mainframes (mit Terminal) mit Verbindungen zur Peripherie	PCs Local Area Networks	Notebooks Funk im LAN	Mobile Geräte Sensorvernetzung	IOT Architekturen Standards Geschäftsmodelle
		RFID	WSN	

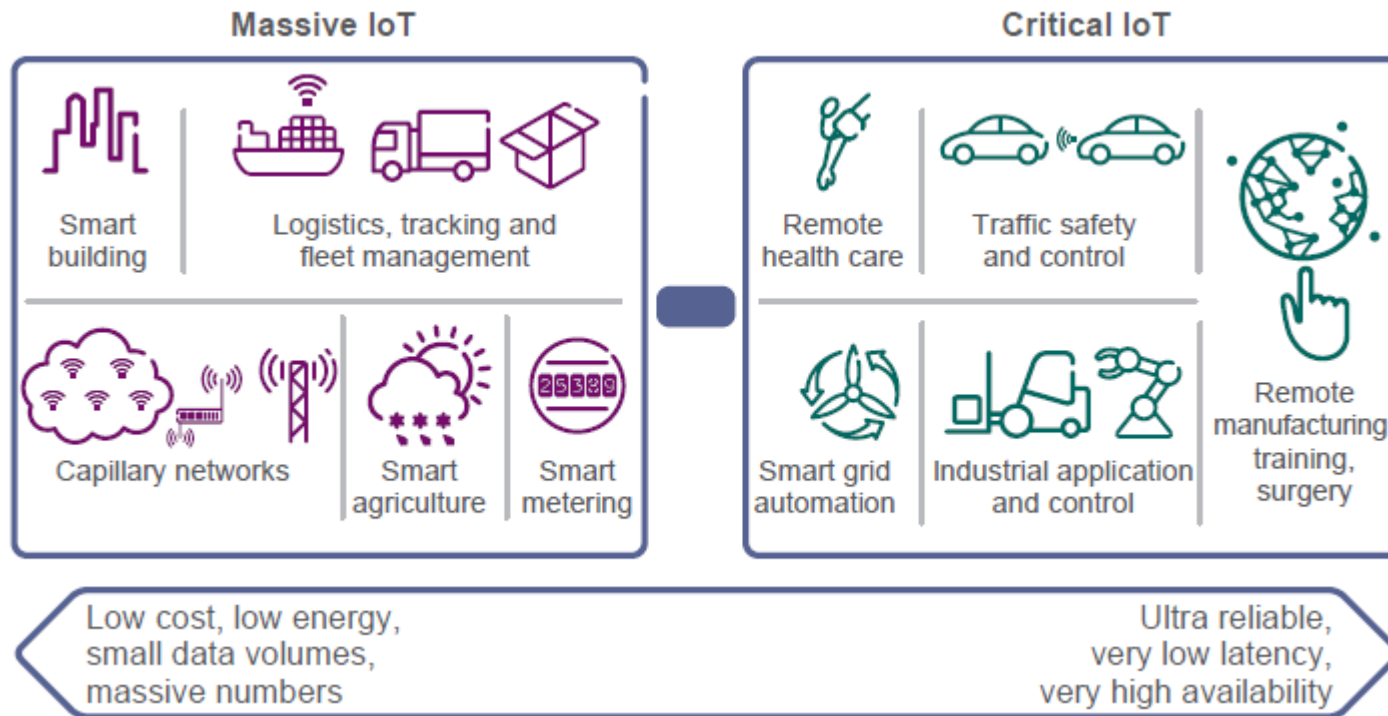
# Das Internet der Dinge

- 25 ... 50 ... 100 Mrd. vernetzte Geräte weltweit 2020
- 1,7 Billionen US \$ Umsatz 2020 weltweit (IDC)
- Wachstumsrate 2014-2020 bei 16,9 %
- Technische Herausforderungen
  - IT-Sicherheit
  - Datenschutz
  - Standardisierung, Referenzarchitekturen



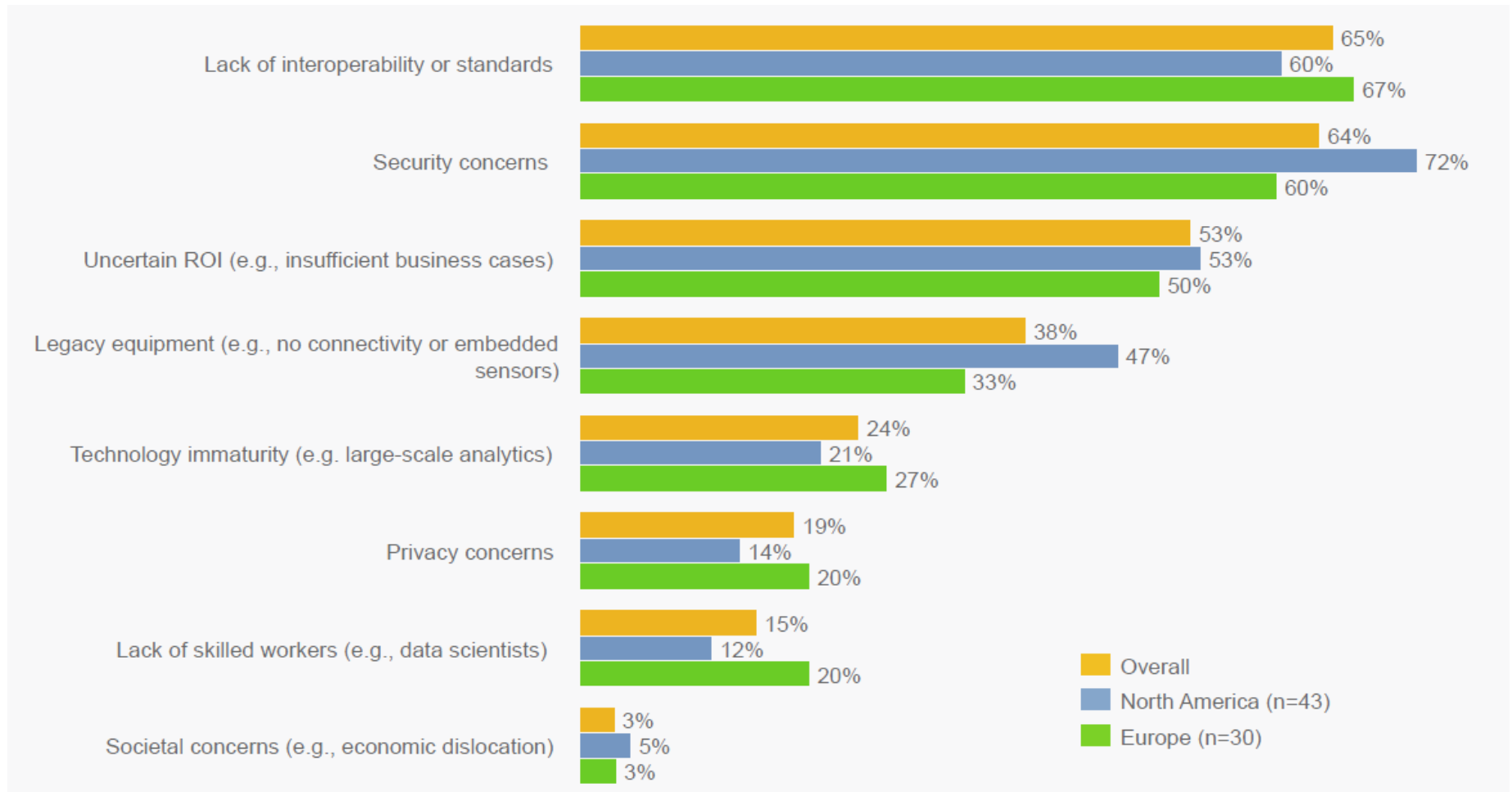
# Das industrielle Internet der Dinge (IIOT)

- Industrielles Konzept eines Internet der Dinge
- Aufgrund der Anforderungen Einstufung als „Critical IOT“



Quelle: Ericsson: „Cellular Networks for Massive IOT“, Ericsson Whitepaper, January 2016

# Herausforderungen des industriellen Internets der Dinge



Quelle: World Economic Forum with Accenture: „Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services“, 2015

# Internationale Aktivitäten mit Bezug auf IIOT

## ■ Deutschland: Industrie 4.0

- Vertreten durch die Plattform Industrie 4.0
- Erarbeitung von Standards und Referenzen



## ■ USA: Industrial Internet Consortium

- Gegründet 2014 durch AT&T, Cisco, GE, IBM, Intel
- Dachorganisation: OMG, offene Mitgliedschaft
- Keine Standardisierungsorganisation
- Ökosystem für industrielle Internet-Aktivitäten



## ■ Frankreich: L'usine du futur



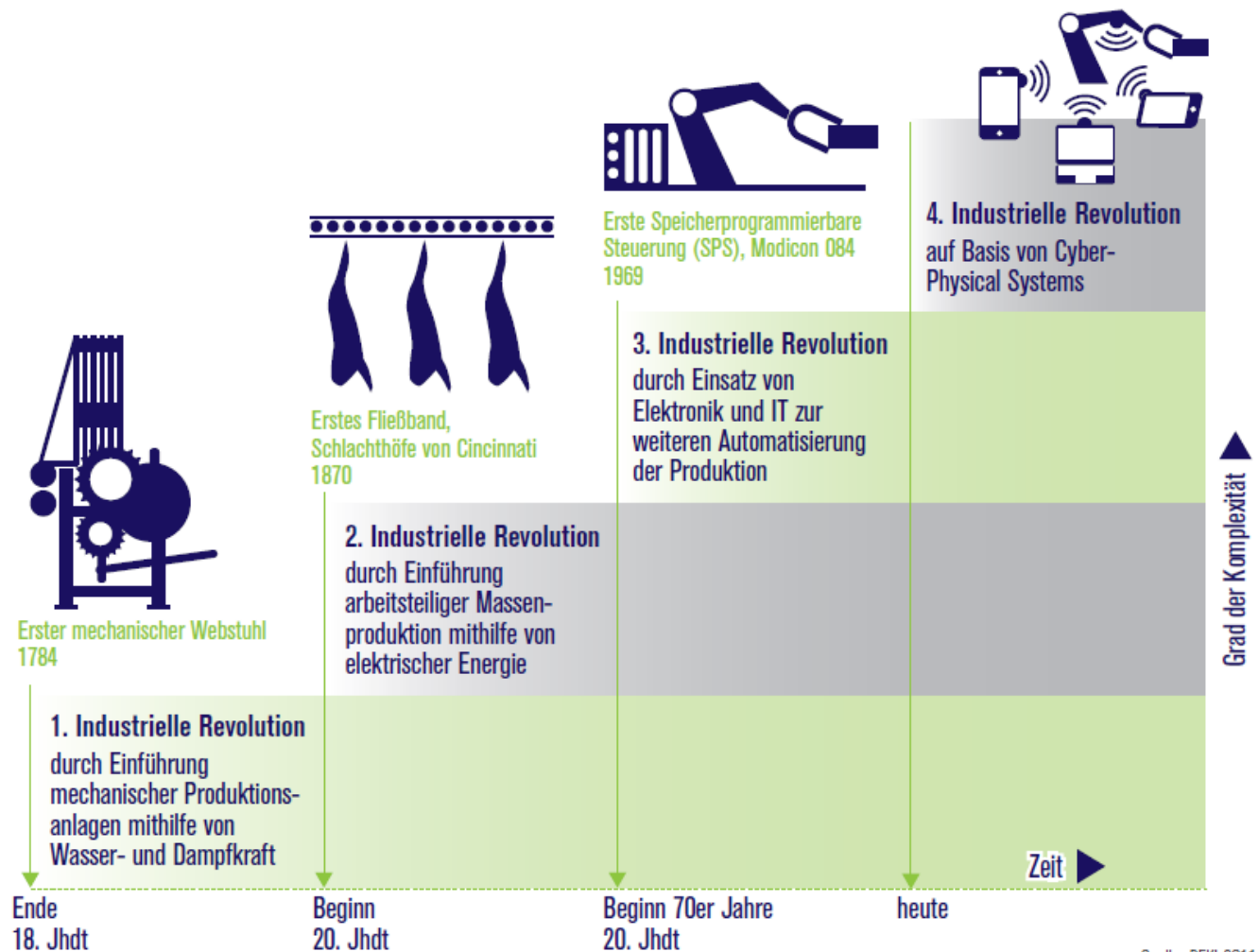
## ■ EU: ETP Factories of the future (FoF)



## ■ China: China Integration and Innovation Alliance of Internet and Industry (CIIAI) founded in 2014



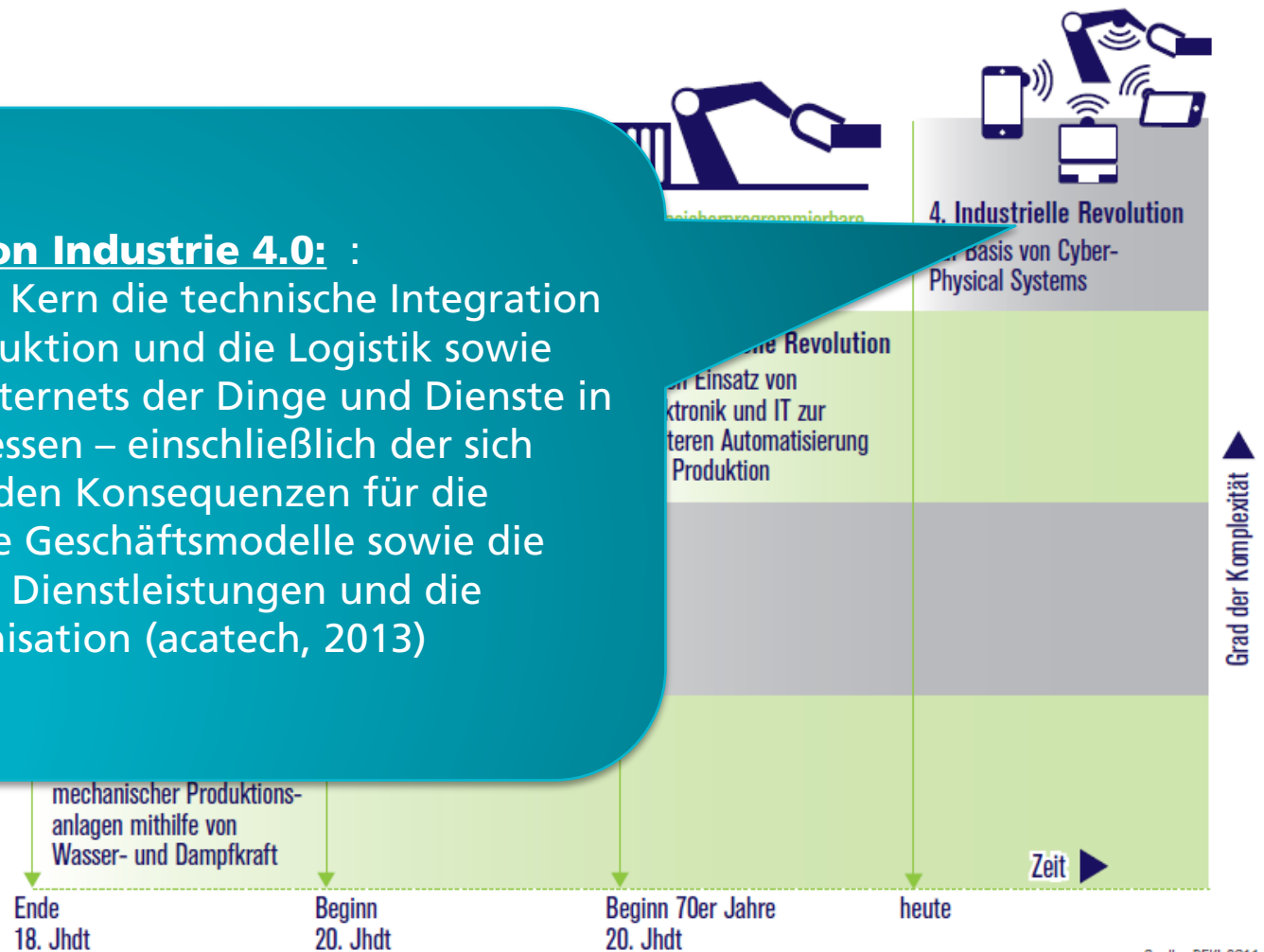
# Deutschland: Industrie 4.0



# Industrie 4.0 - Definition

## Definition Industrie 4.0:

Industrie 4.0 meint im Kern die technische Integration von CPS in die Produktion und die Logistik sowie die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen – einschließlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle sowie die nachgelagerten Dienstleistungen und die Arbeitsorganisation (acatech, 2013)



Quelle: DFKI 2011

# Erhoffte Nutzeffekte der Industrie 4.0

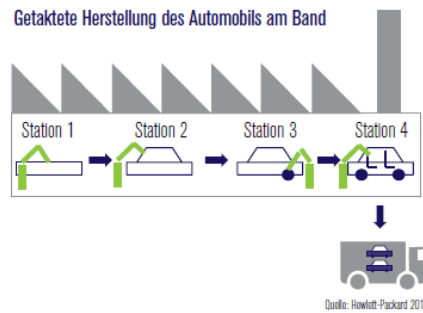


Quelle: S. Russwurm: „Industrie 4.0 – die Zukunft der Produktion“, Vortrag auf dem Wirtschaftstag der Botschafterkonferenz, Berlin, August 2014

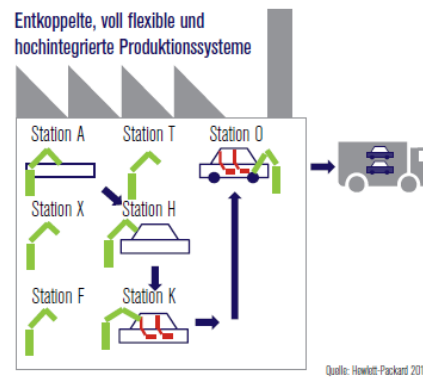


# Anwendungsszenario: Flexibilisierung der Produktion

## Heute



## Morgen



## Mehrwerte

- Effiziente Beherrschung einer hohen Anzahl von Produktvarianten
- Verbesserte Reaktion auf spezifische Kundenwünsche
- Flexible situative Reaktionen (z.B. Logistikengpässe)

## Anforderungen an die IKT

- Komponentenorientierung
- Ad-hoc Vernetzbarkeit
- Autonome Entscheidungen

Quelle:

H. Kagermann, W. Wahlster, J. Helbig: „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, acatech, 2013

# Anwendungsszenario: Service 4.0

## Heute



### Mehrwerte

- Einheitliche IKT-Plattform für den Service
- Telepräsenz in der Cloud
- Unterstützung von Collaboration (Anbieter – Anbieter – Kunde)

## Morgen



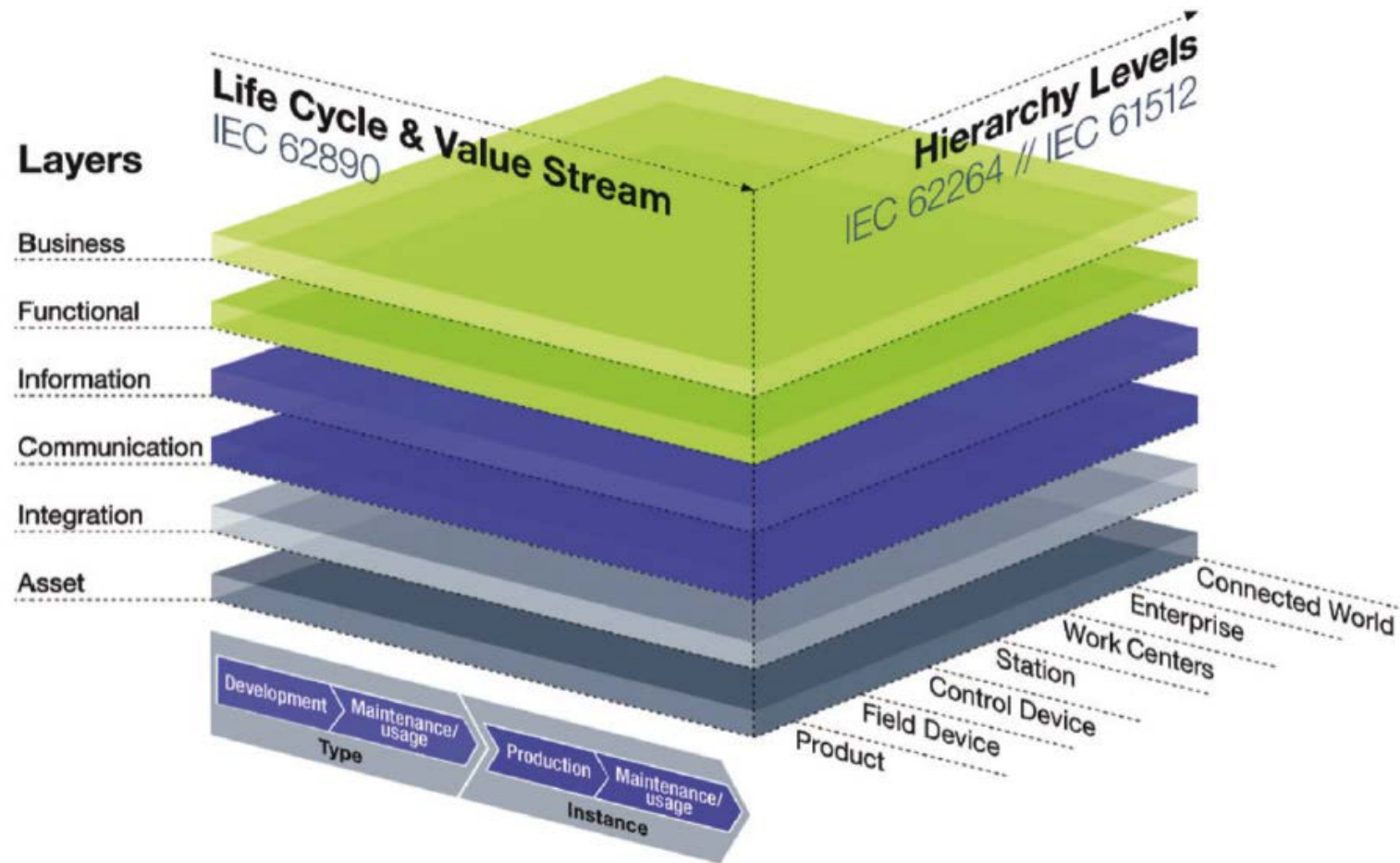
### Anforderungen an die IKT

- Sichere Cloud-Plattformen
- Breitbandige Vernetzung der Standorte
- Lokale Vernetzung und Navigation

Quelle:

H. Kagermann, W. Wahlster, J. Helbig: „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, acatech, 2013

# Industrie 4.0 – Referenzmodell RAMI 4.0

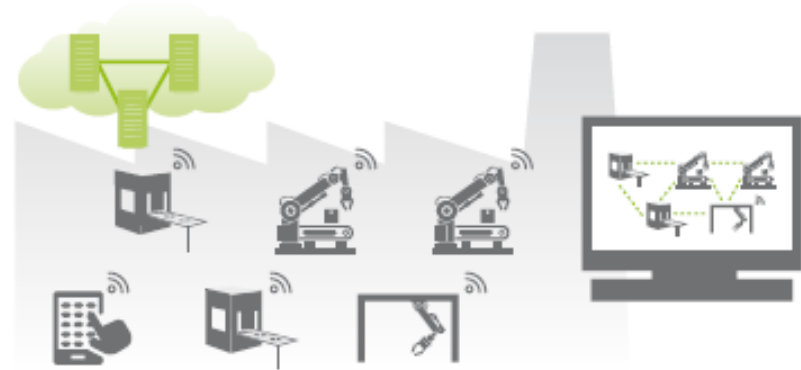


# Kernelemente der Industrie 4.0

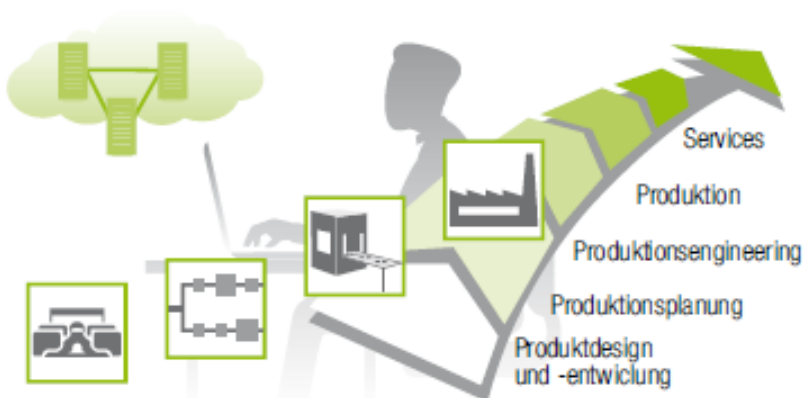
## Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke



## Vertikale (Integration und vernetzte Produktionssysteme)



## Digitale Durchgängigkeit des Engineerings über die gesamte Wertschöpfungskette



## Mensch als Dirigent der Wertschöpfung



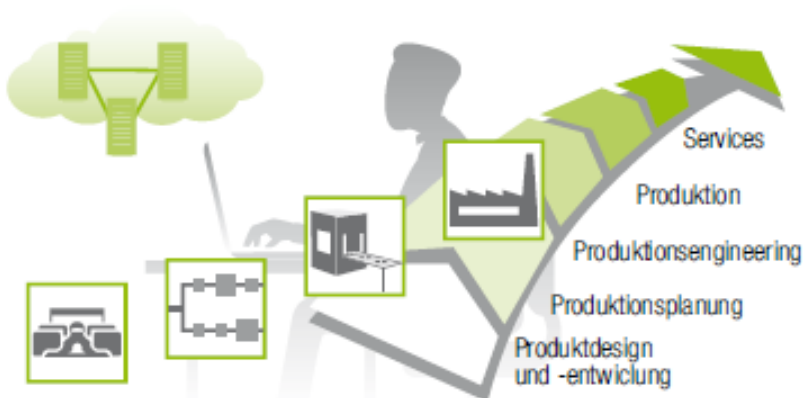
Quelle: Plattform Industrie 4.0: „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“, 2015

# Kernelemente der Industrie 4.0

Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke



Digitale Durchgängigkeit des Engineerings über die gesamte Wertschöpfungskette



Industrielle IOT

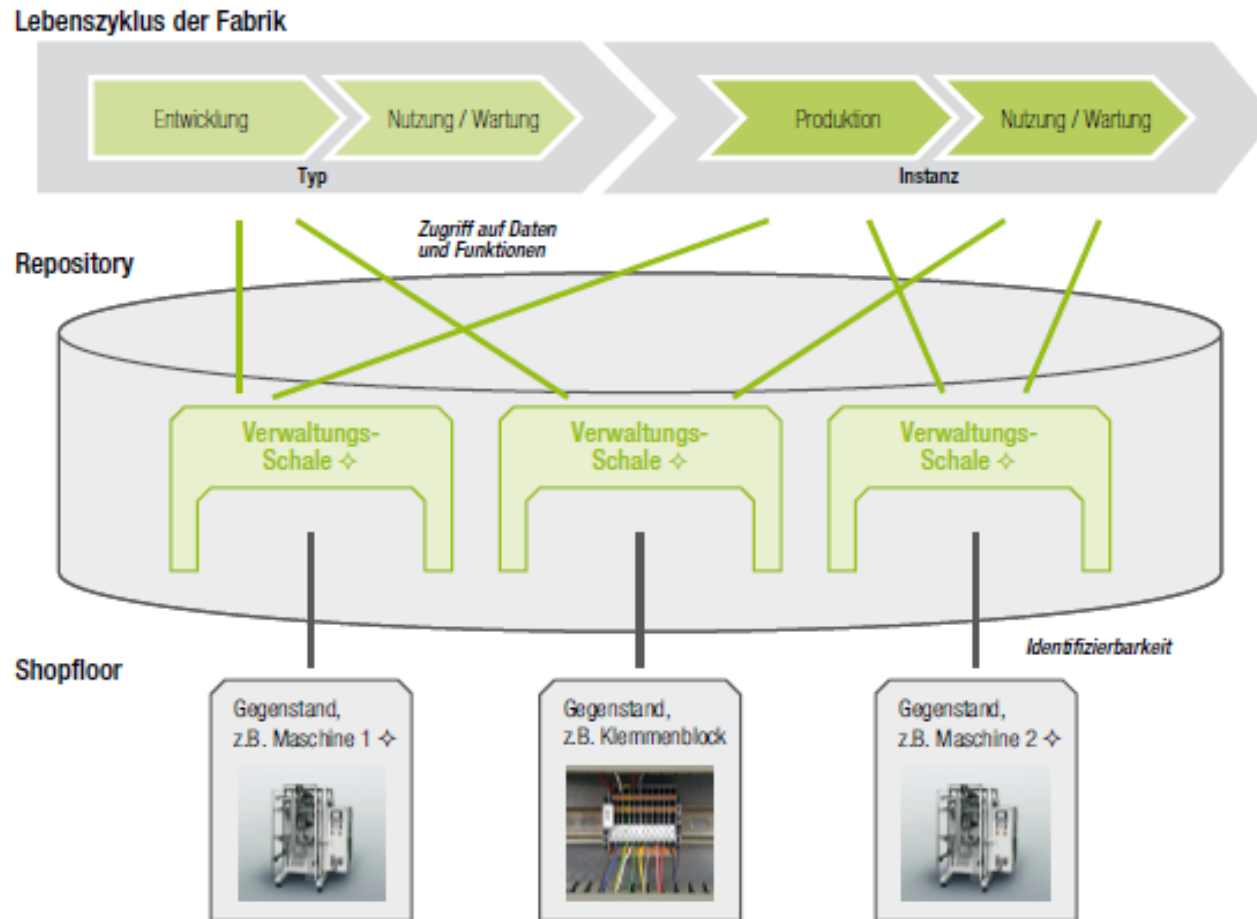


Mensch als Dirigent der Wertschöpfung



Quelle: Plattform Industrie 4.0: „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“, 2015

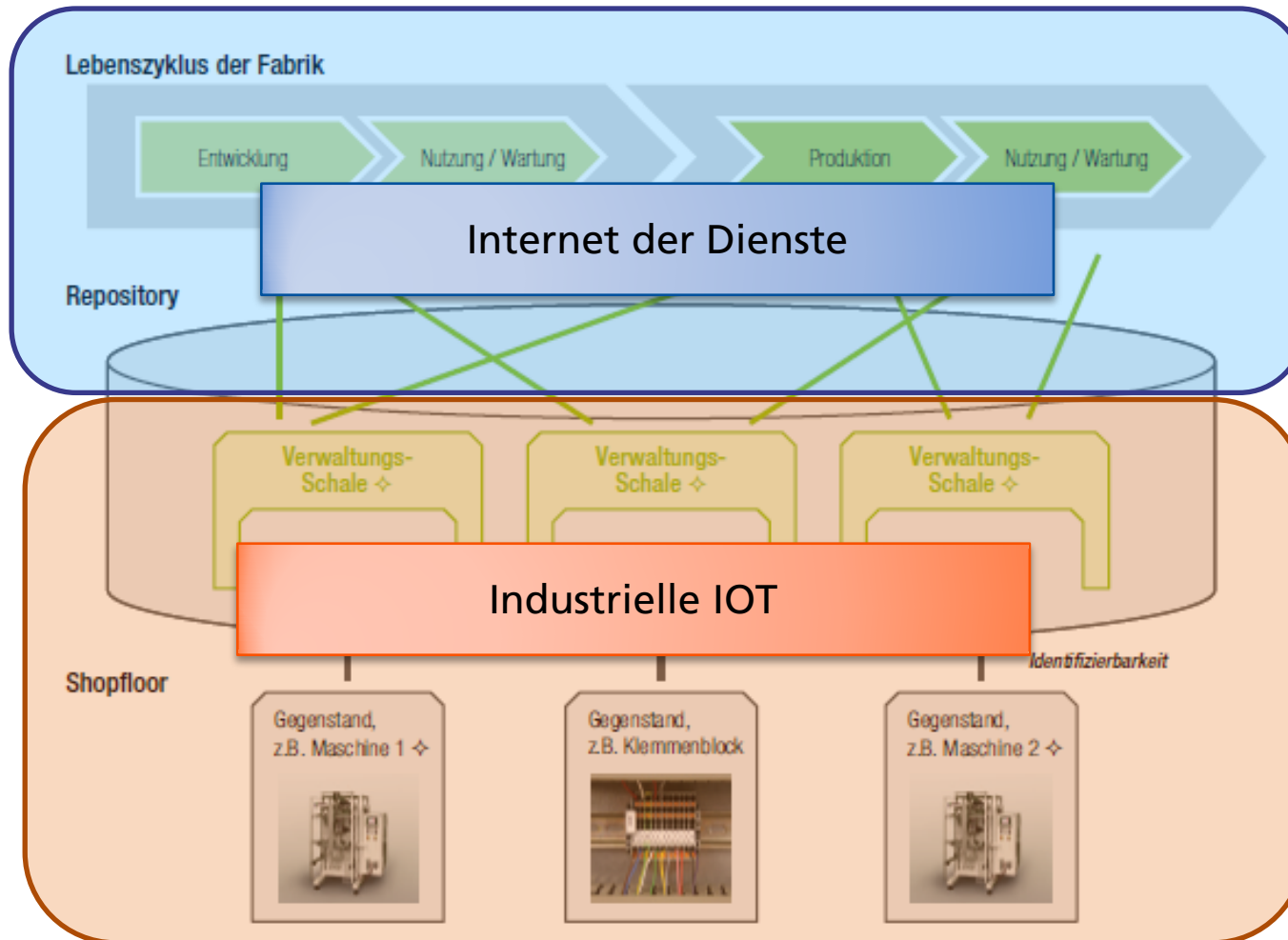
# Industrie 4.0 Systemarchitektur



Quelle: Plattform Industrie 4.0: „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“, 2015

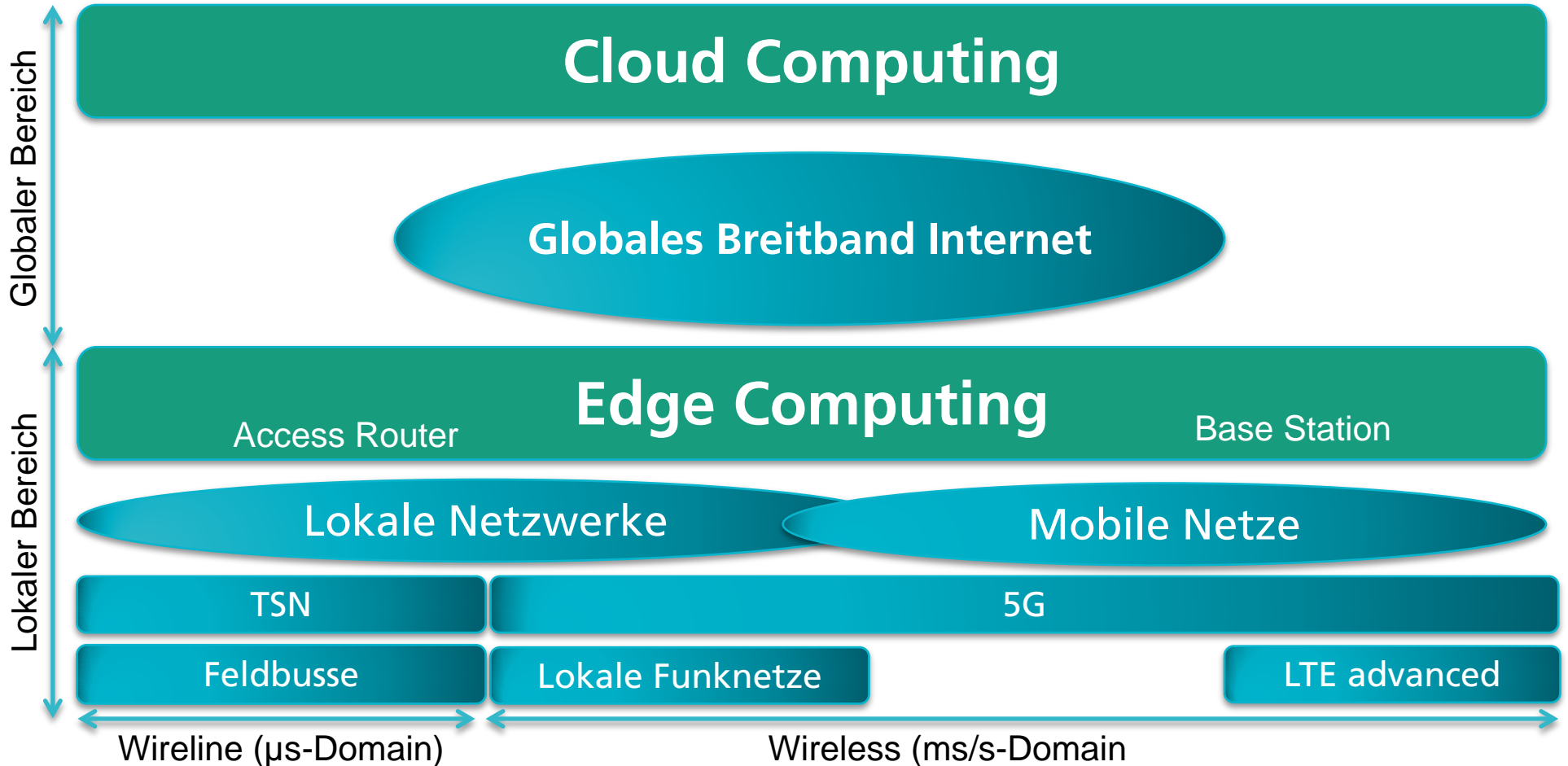


# Industrie 4.0 Systemarchitektur

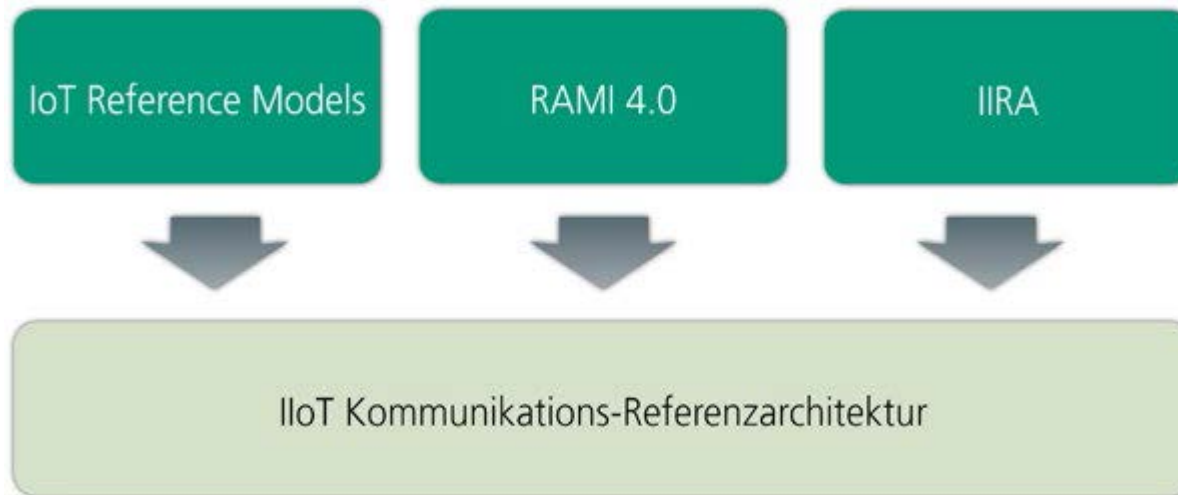


Quelle: Plattform Industrie 4.0: „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“, 2015

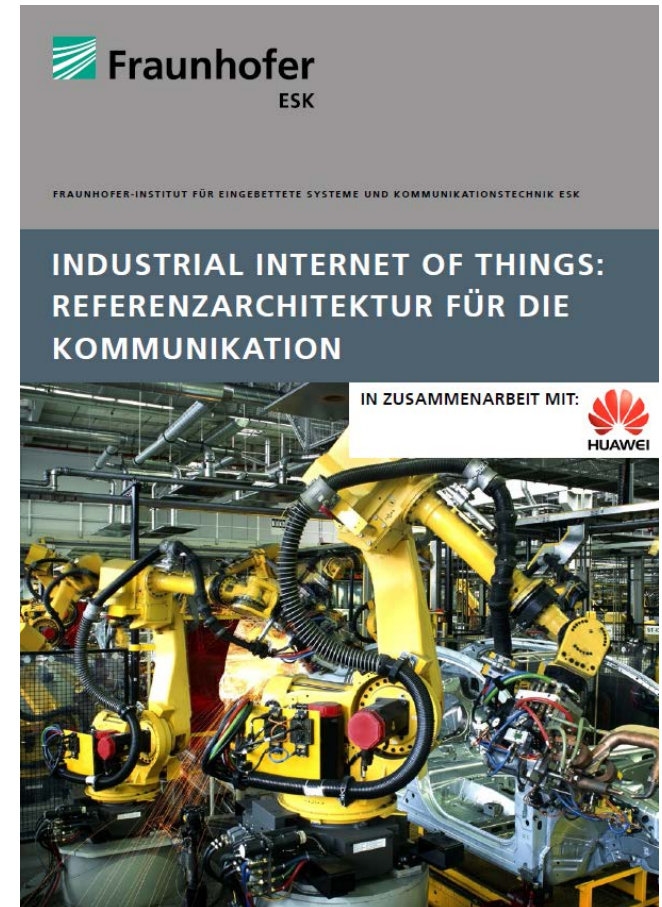
# Referenzarchitektur für die Kommunikation in IIOT



# Referenzarchitektur für die Kommunikation in IIOT



- Abbildung verschiedener logischer Referenzmodelle
- Einheitliche Umsetzung zentraler Anforderungen
- Schritt zur Standardisierung der IIOT Kommunikation



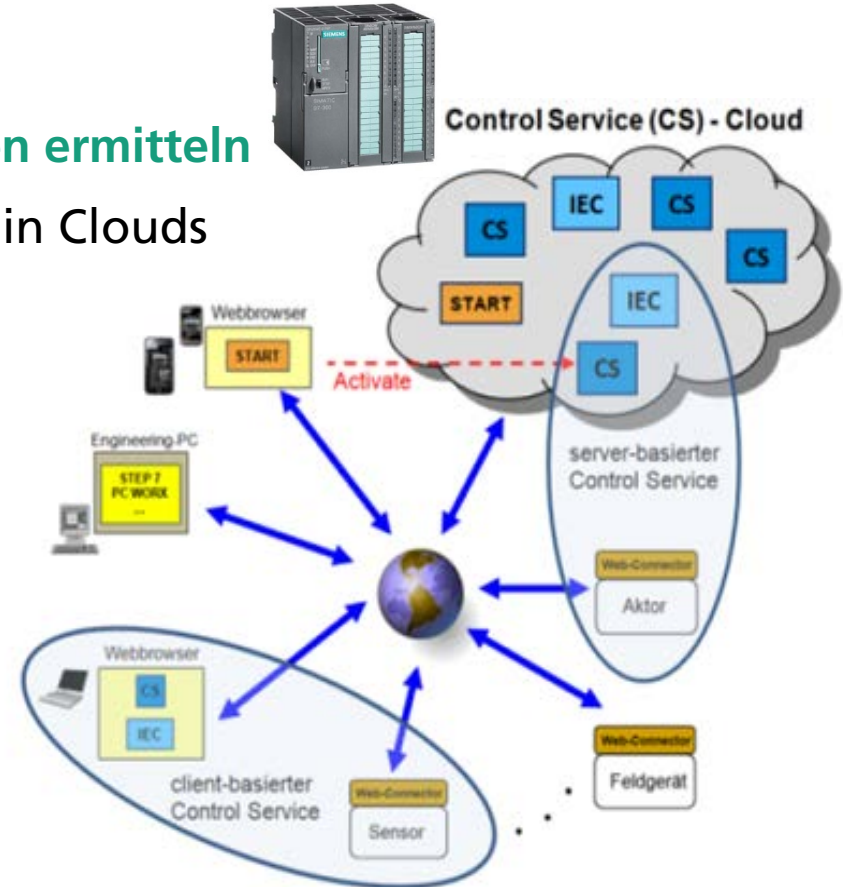
[http://www.esk.fraunhofer.de/de/mediathek/studien/internet\\_of\\_things.html](http://www.esk.fraunhofer.de/de/mediathek/studien/internet_of_things.html)

# Best Practice Beispiel: Cloud based Industrial Control System

## Forschungsprojekt CICS

Ziel: Potential, Struktur und Schnittstellen von Cloud-basierten industriellen Steuerungsdiensten ermitteln

- Verlagerung klassischer Industriesteuerungen in Clouds
- Einsatz von Webtechnologien aus IP Netzen
- Flexible Verteilung von Struktur / Funktion
- Untersuchung der Realisierbarkeit im Hinblick auf Sicherheit, Echtzeitfähigkeit



Partner



Förderung



# Speicherprogrammierbare Steuerungen nach IEC 61131

- Verbindungsprogrammierte Steuerungen (VPS):  
Festlegung der Funktion durch feste Verdrahtung
- Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS):  
Festlegung der Funktion durch eine Software

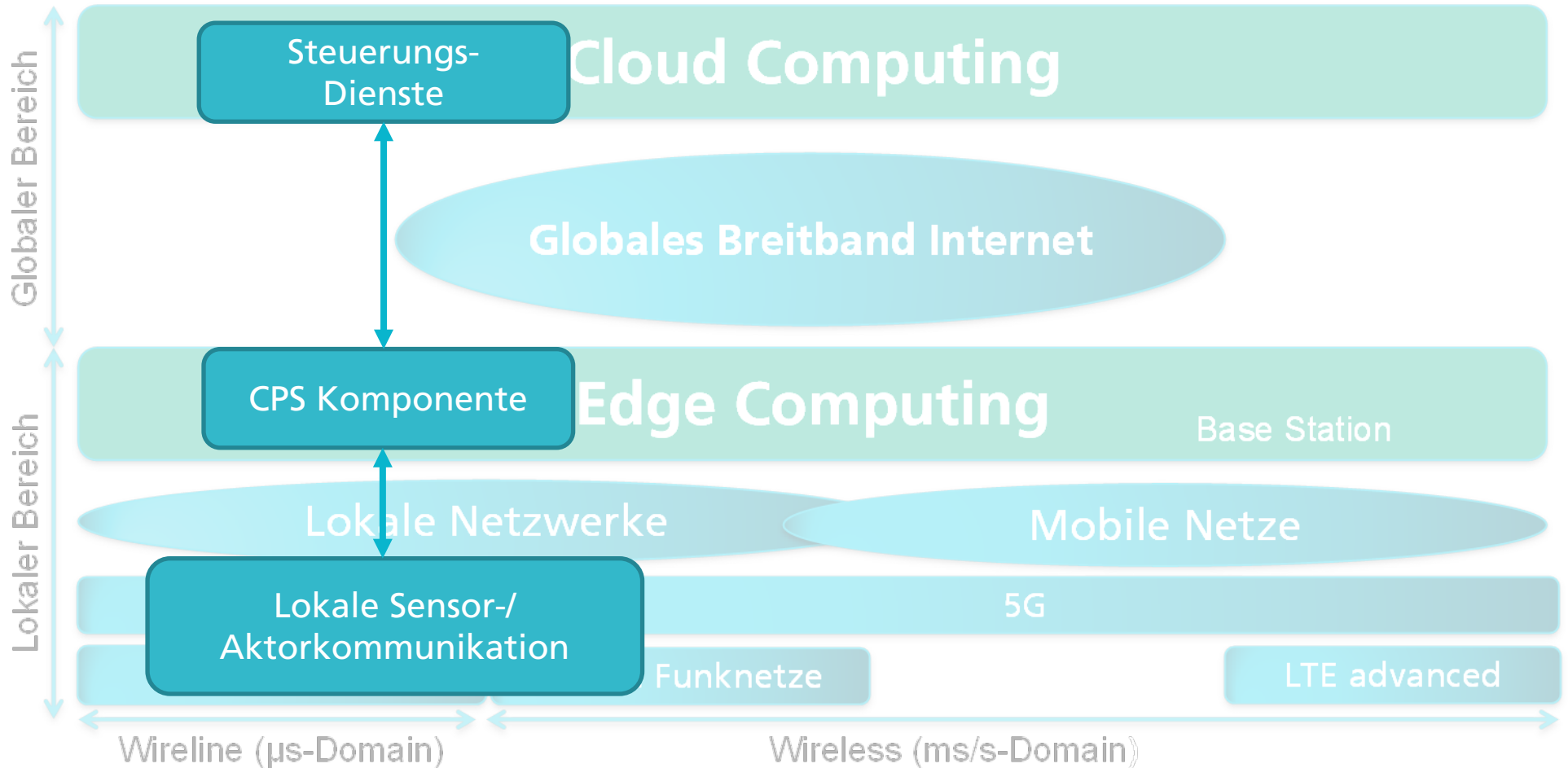


1968: Bedford Associates, Modicon 084  
(MODular Digital CONTroller)



Heute: SPS als Automatisierungskomponente,  
Beispiel: Siemens SIMATIC S7

# Umsetzung von Steuerungsdiensten im IIOT in Anlehnung an IEC 61131

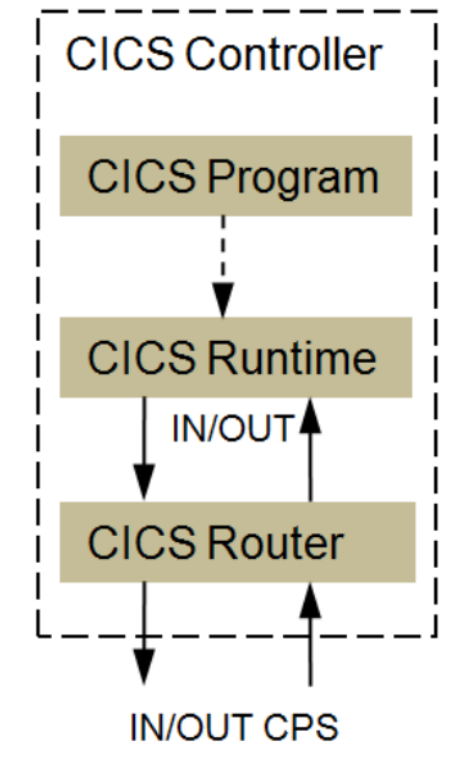




# Funktionen einer cloudbasierten Steuerungsstruktur

In Anlehnung an eine klassische SPS besteht eine Cloud based industrial Control Services (CICS)-Steuerung aus den folgenden drei Komponenten:

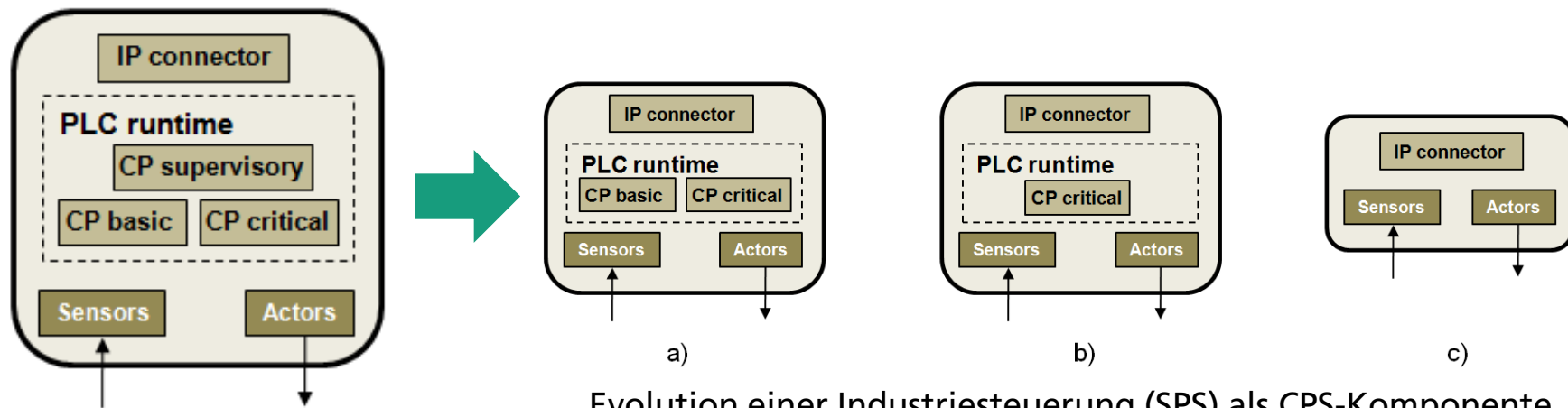
- CICS-Programm (CICS-P): IEC61131-3-Steuerungsprogramm in der PCLopen XML-Notation. Es beinhaltet keine Steuerungskonfiguration, sondern nur den Programm (POU) und Variablenteil.
- CICS-Runtime (CICS-RT): Ausführungsumgebung für das CICS-Programm. Sie kann zyklusgesteuert oder eventbasiert arbeiten.
- CICS-Router (CICS-R): Gerätekonfiguration für eine CICS-Steuerung, d.h. darüber wird festgelegt, welche CPS-Komponenten (welche Automatisierungsgeräte) an die Steuerung angeschlossen sind.



# Flexible Umsetzung eines IEC61131 Steuerungs-Programms auf der CPS-Komponente

Um die I40-Fähigkeiten einer CICS-Steuerung zu beurteilen, wird u.a. eine 3teilige Strukturierung des Steuerungsprogramms genutzt

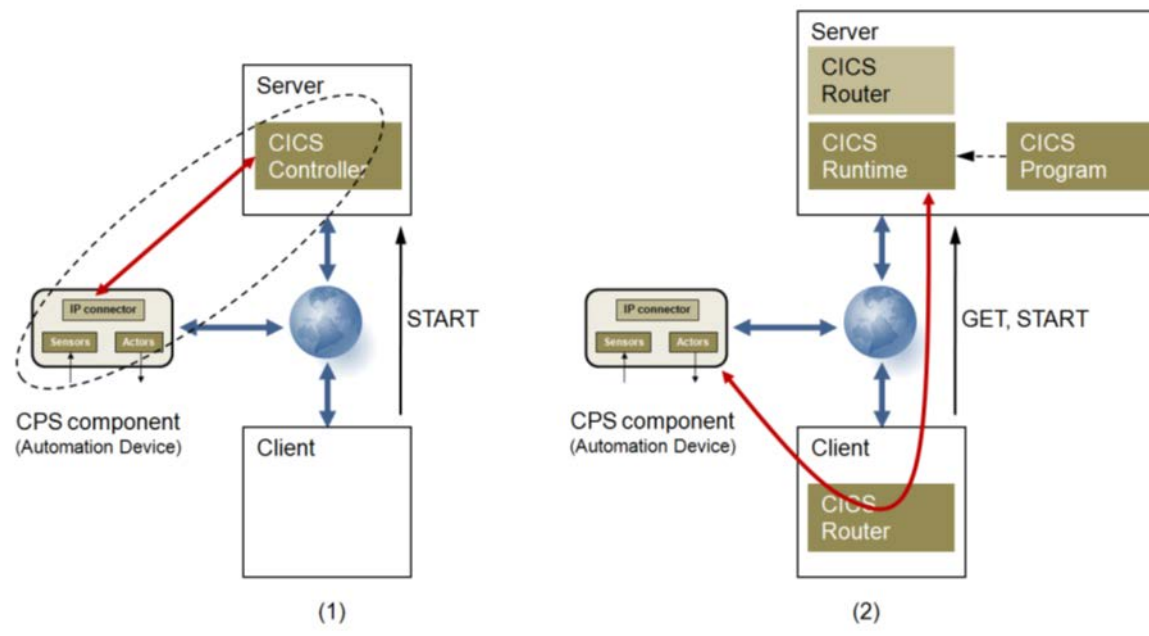
- grundlegender funktionaler Programmteil (CP basic - CPb),
- Programmteil, welcher übergeordnete, Verwaltungs- und/oder Nutzerschnittstellenfunktionen ausführt (CP supervisory - CPs),
- kritischer Programmteil hinsichtlich Echtzeit und Sicherheit (CP critical - CPc).



Evolution einer Industriesteuerung (SPS) als CPS-Komponente

# Umsetzung der Steuerungs-Struktur

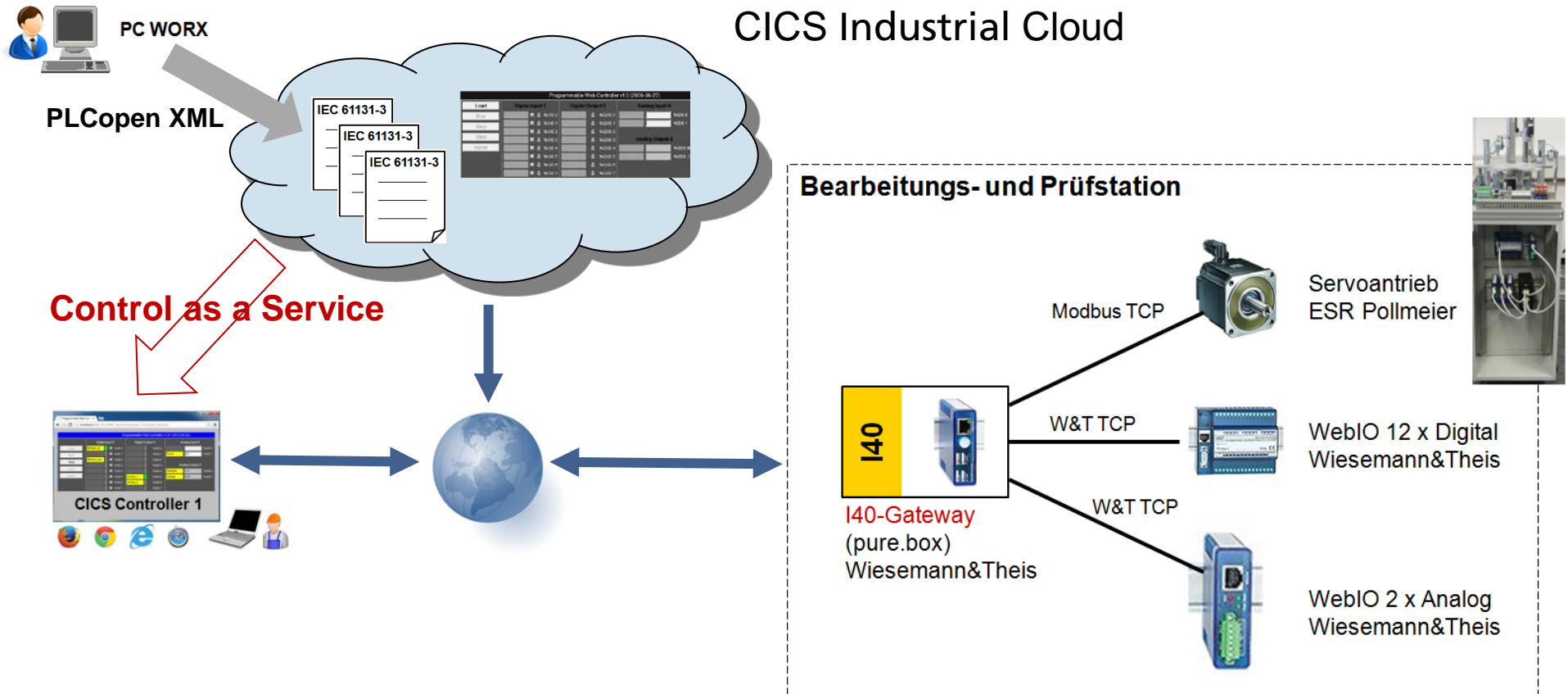
Basierend auf dem Basismodell und der allgemeinen CICS-Steuerungsstruktur ergeben sich server- und client-basierte CICS-Lösungen



- (1) *Server Mode (SM):* CICS-R und CPS-Komponente bilden ein vorprojektiertes Funktionssystem.
- (2) *Server-basierter Mixed Mode (SMM):* Konfiguration kann on-the-fly geändert werden

# Proof of Concept: SPS IPC DRIVES 2015

## Client- basierte IEC61131-Runtime



CICS-Programm = **PLCopen XML-Programm** in der AWL Notation

# Vorteile cloudbasierte Steuerungen für die Anwender

Ein cloudbasiertes-Steuerungssystem erfüllt nachweislich **typische Industrie 4.0-Anforderungen** wie

- Dezentralität und Autonomie,
- Rekonfigurierbarkeit und Agilität,
- Interoperabilität zwischen heterogenen Systemen,
- dynamische Änderungen zur Laufzeit,
- Dienstparadigma, Orchestrierung heterogener Systeme u.a.

# Best Practice Beispiel: Instandhaltungsplattform für Erntemaschinen

- Just-in-time Ernte
- Nahtlose Einbindung in die Lieferkette
- Sehr hohe Maschinenverfügbarkeit in der Saison
- Einbindung in ein Flottenmanagement

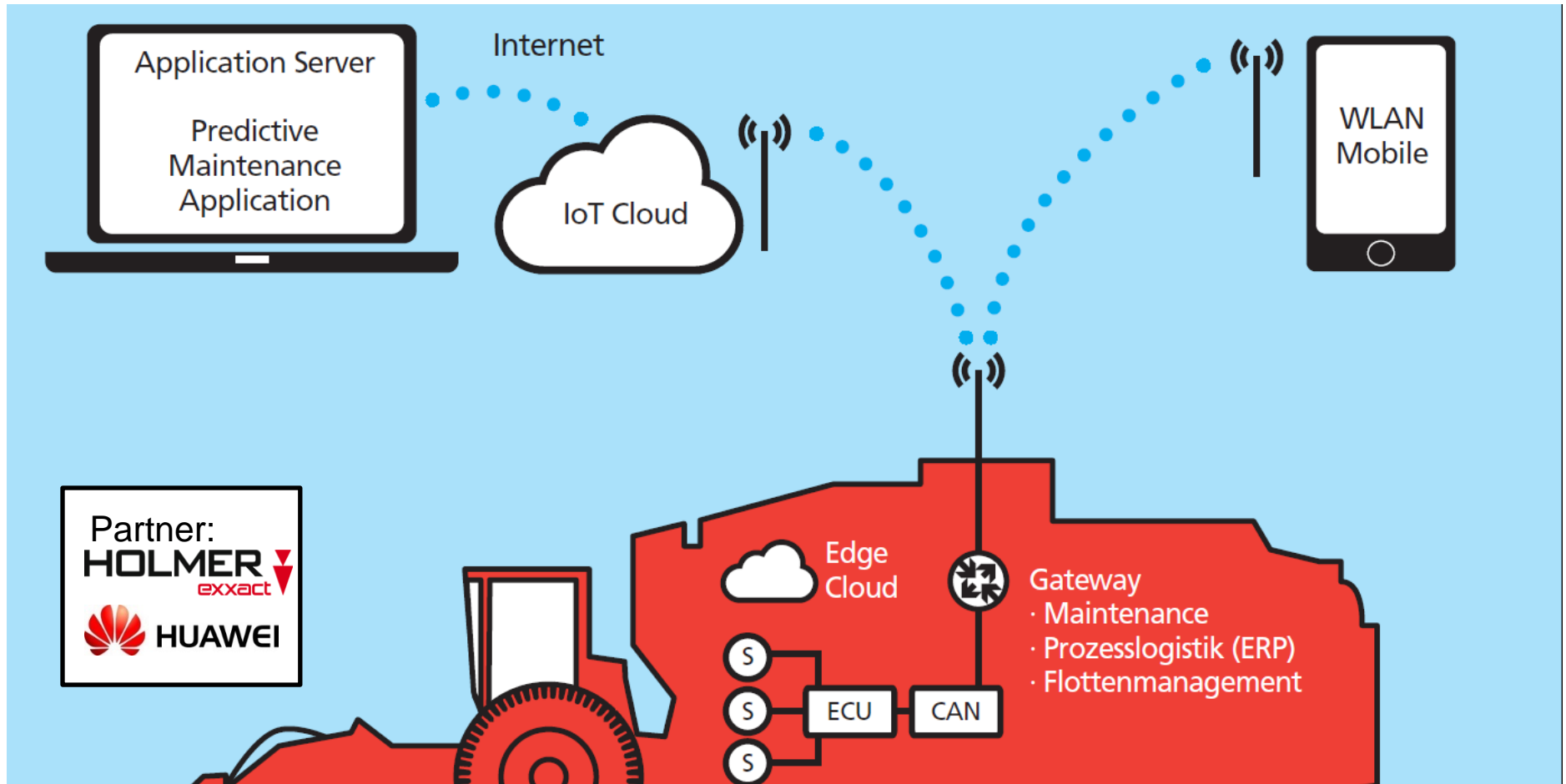


**Bedarf:**  
übergreifendes  
Instandhaltungs-  
management





# Zentrale IoT basierte Instandhaltungsplattform



# Zusammenfassung

- Das Internet der Dinge wird industrielle Entwicklungen sehr stark beeinflussen
- Industrielle IOT (IIOT) müssen spezifische Anforderungen industrieller Prozesse umsetzen können
- Eine Referenzarchitektur für die Kommunikation im IIOT ist ein wichtiger Beitrag in Richtung einer standardisierten Informationsverarbeitung
- Es lassen sich verschiedenste Anwendungsbeispiele darauf abbilden.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Dr.-Ing. Mike Heidrich**

Geschäftsfeldleiter Industriekommunikation  
Fraunhofer-Institut für Eingebettete Systeme und  
Kommunikationstechnik ESK

Hansastr.32 | 80686 München  
Telefon +49 89 547088-0  
Mike.Heidrich@esk.fraunhofer.de | [www.esk.fraunhofer.de](http://www.esk.fraunhofer.de)