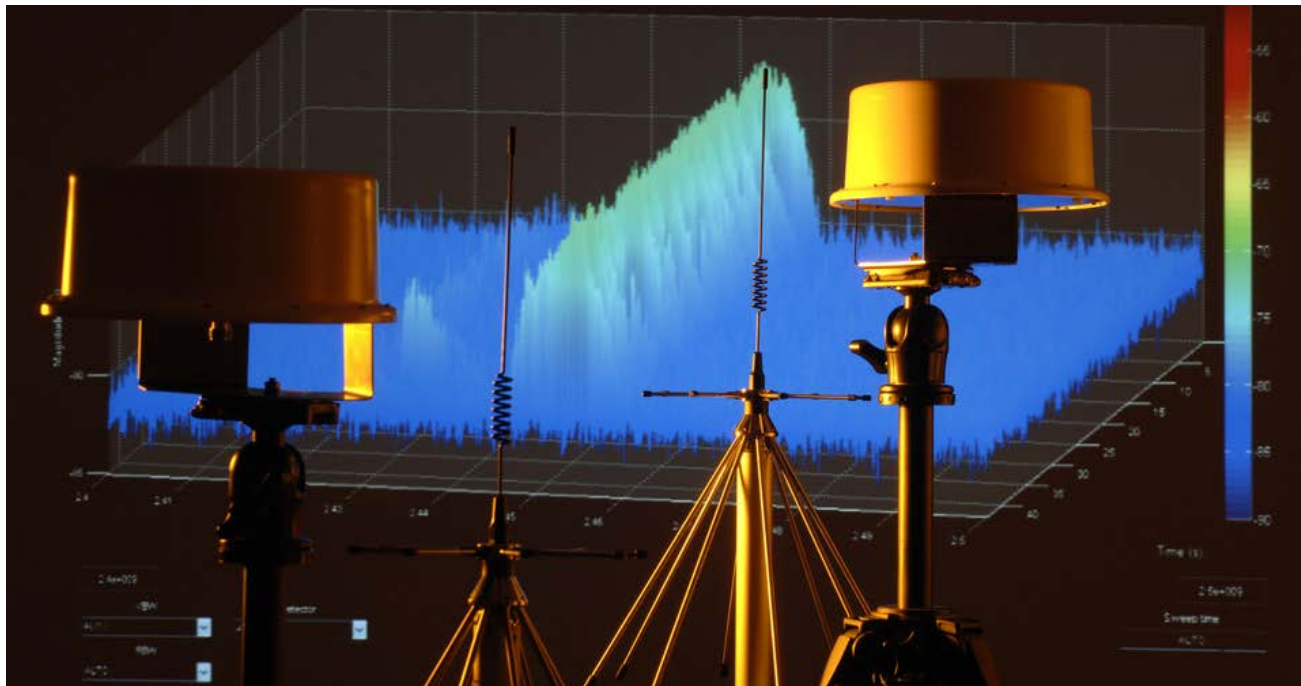

FUNK FÜR INDUSTRIE 4.0 – ANWENDUNGSSZENARIEN, COGNITIVE RADIO

Dr.-Ing. Mike Heidrich

ITG Fachausschuss 7.2, Funkkommunikation für Industrie 4.0, Berlin, 28. Mai 2015



Fraunhofer-Institut für Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik ESK



Prof. Dr.-Ing. Rudi Knorr
 Institutsleiter Fraunhofer ESK
 Ordinarius Universität
 Augsburg



Dr.-Ing. Dirk Eilers
 Automotive



Dr.-Ing. Mike Heidrich
 Industrial Communication



Dipl.-Ing. Sven Brandt
 Telecommunication



Technologien

Adaptive und zuverlässige
 Kommunikationssysteme

Software-intensive, eingebettete
 Systeme

Märkte



Automatisierungstechnik



Automotive



Energieversorgung



Telekommunikation

Zahlen 2014

Mitarbeiter

70

Standort

München

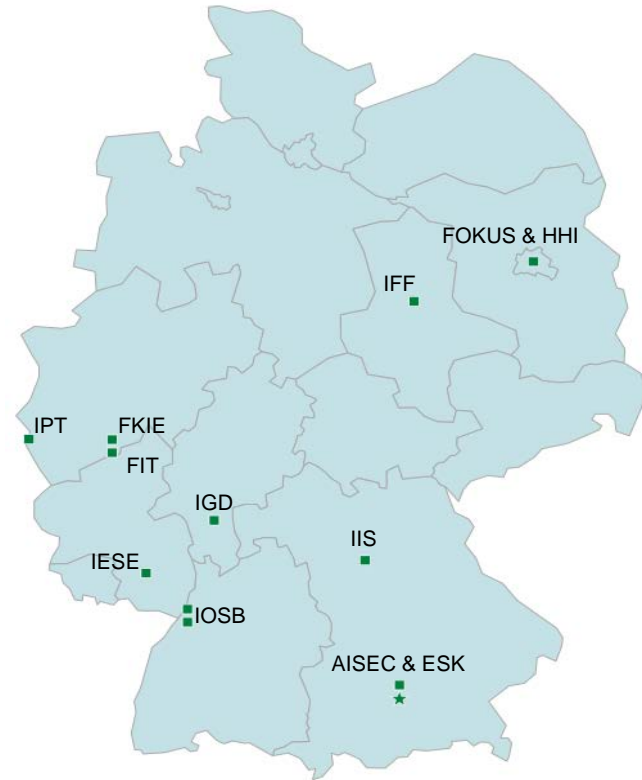
Budget

7,4 Mio. €

Allianz Embedded Systems

- Gegründet 2010
- Sprecher:
Prof. Dr.-Ing. Rudi Knorr, Fraunhofer ESK
- Stellvertretender Sprecher:
Prof. Dr. Jürgen Jasperneite, Fraunhofer IOSB
- 12 Mitgliedsinstitute aus verschiedenen Verbänden
- Verbundübergreifende Bündelung der Expertisen aus den Bereichen Mechanik, Elektronik und IKT

F&E zu eingebetteten Systemen muss interdisziplinär die Disziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik berücksichtigen.



Anwendungsgebiete



Smart Cities



Smart Energy



Smart Factory

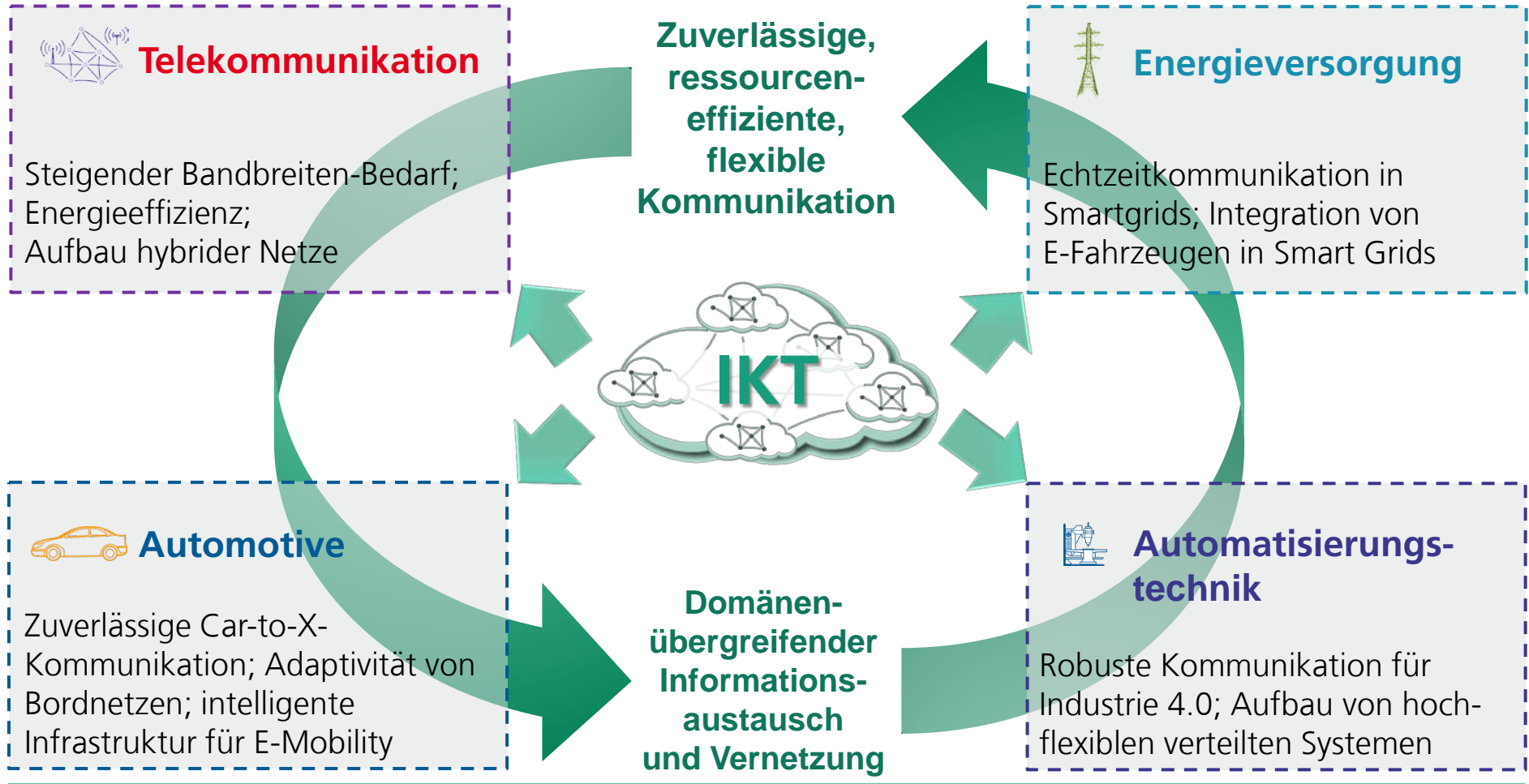


Smart Health

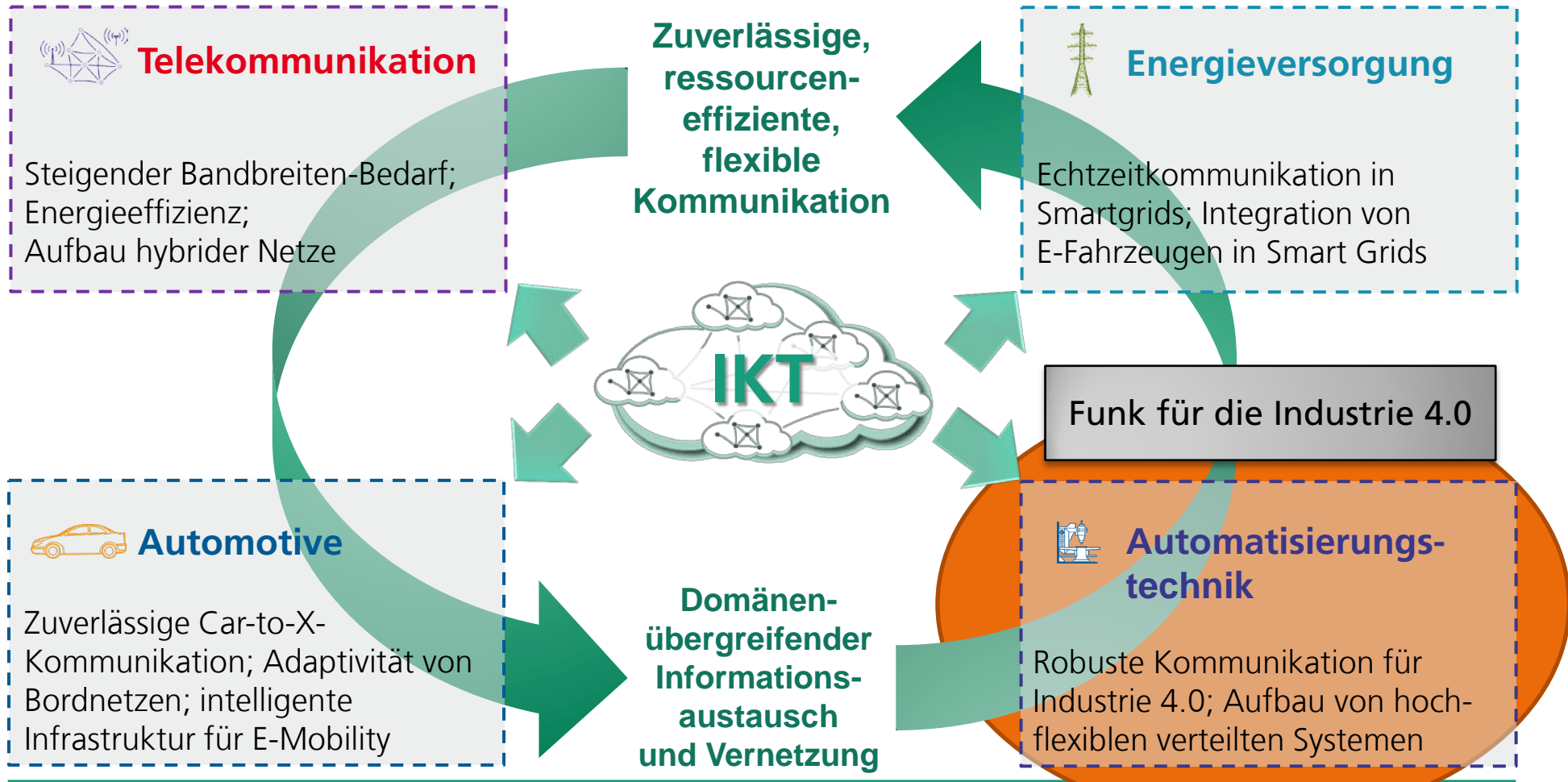


Smart Mobility

IKT Herausforderungen in verschiedenen Branchen



IKT Herausforderungen in verschiedenen Branchen

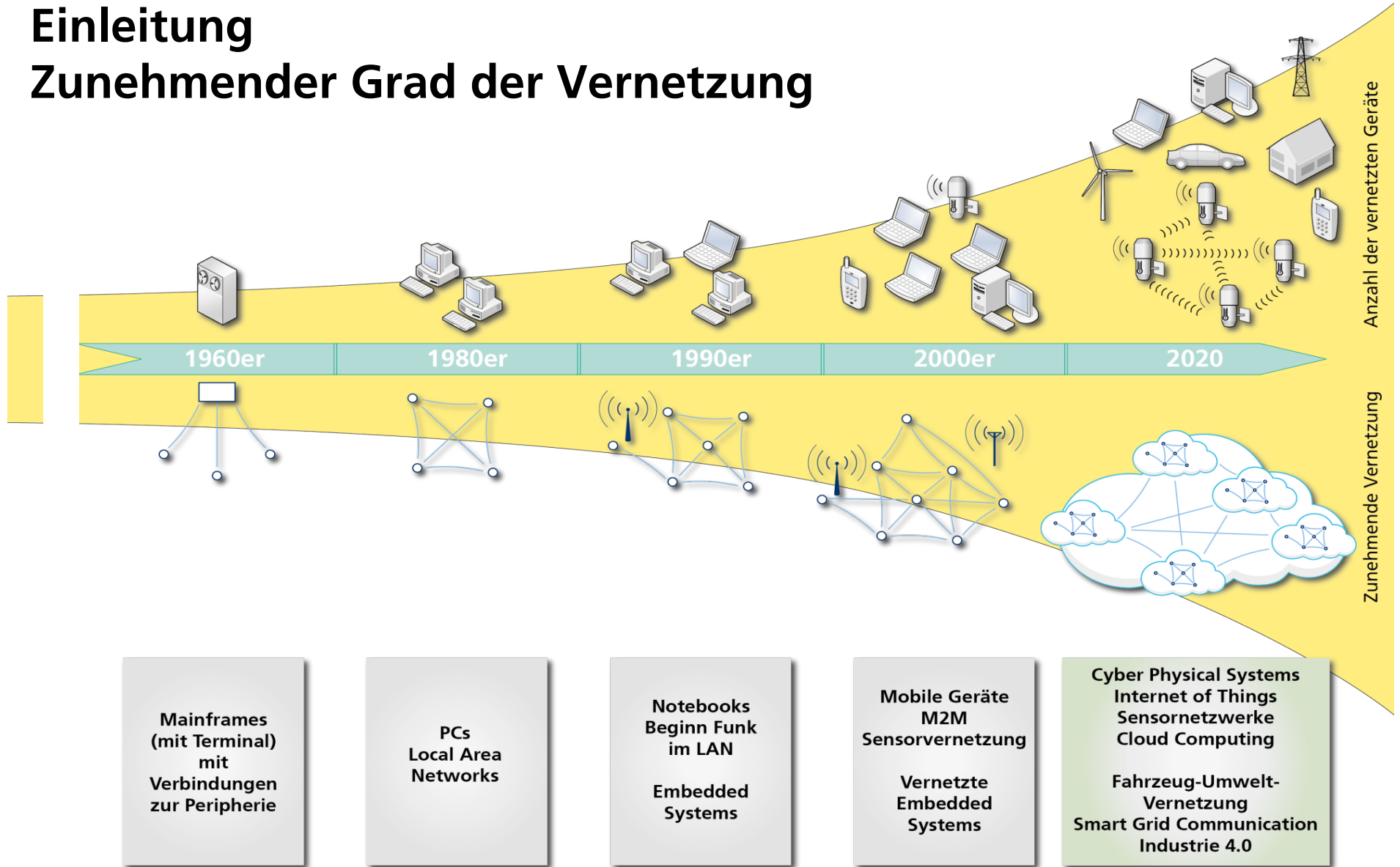


Inhalt des Vortrages

- Einleitung zu Funk in der Industrie 4.0
- Beispielszenario
- Problemstellungen für Funk
- Lösungsansatz: Cognitive Radio
 - Adaptive Sendeleistungssteuerung
 - Kognitives Medienzugriffsverfahren
- Zusammenfassung und Ausblick

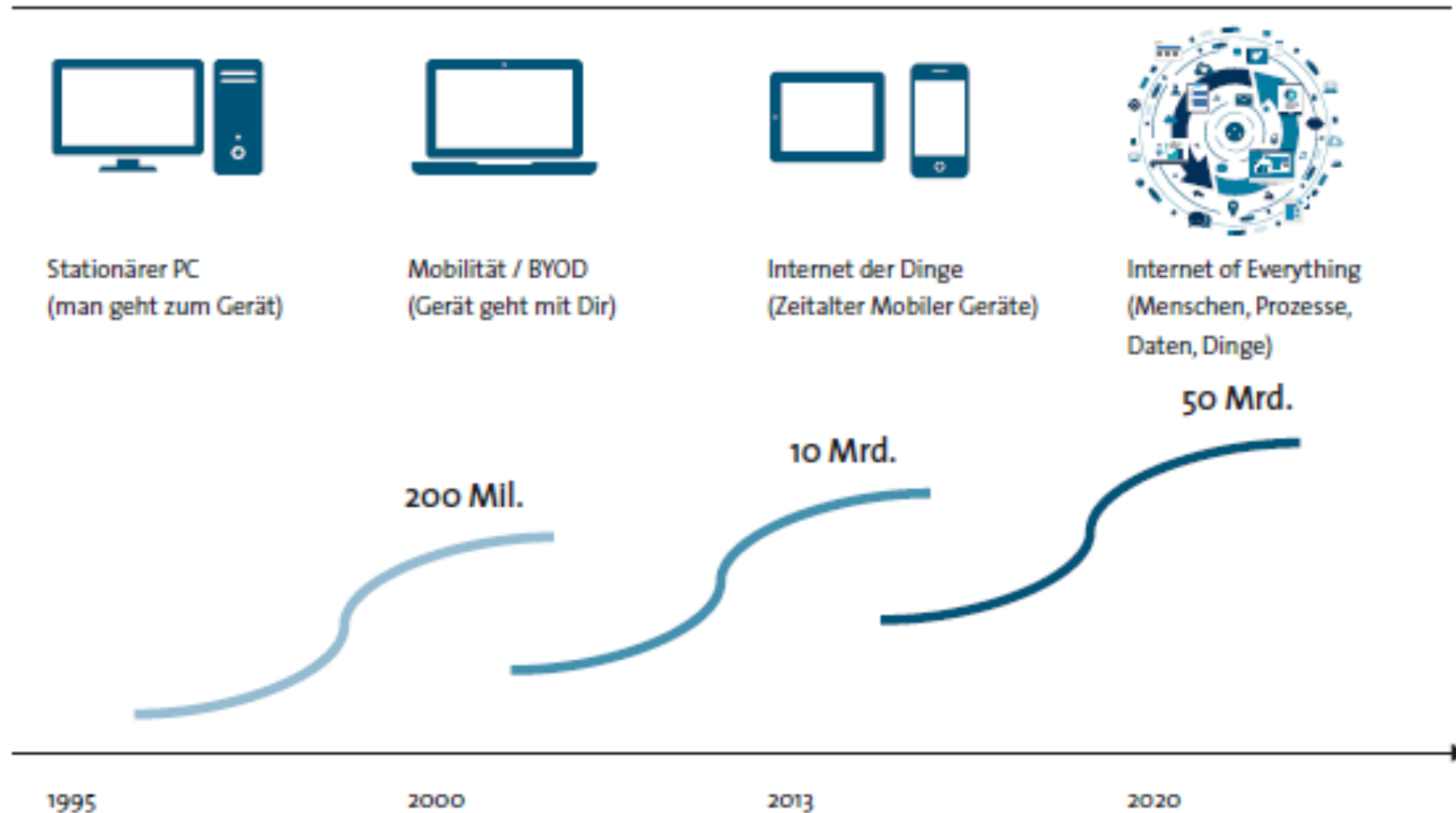
Einleitung

Zunehmender Grad der Vernetzung



Einleitung

Zunehmender Grad der Vernetzung



Quelle (1): W. Bauer, S. Schlund, D. Marrenbach, O. Ganschar: „Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potential für Deutschland“, Studie von BITKOM und Fraunhofer IAO, 2014

Einleitung

Innovationen durch IKT

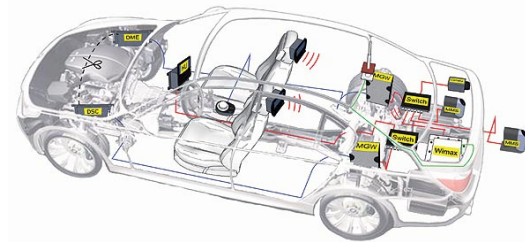
Persönliche Mobilkommunikation

- Breitbandig vernetzte Smartphones
- Viele mobile Dienste



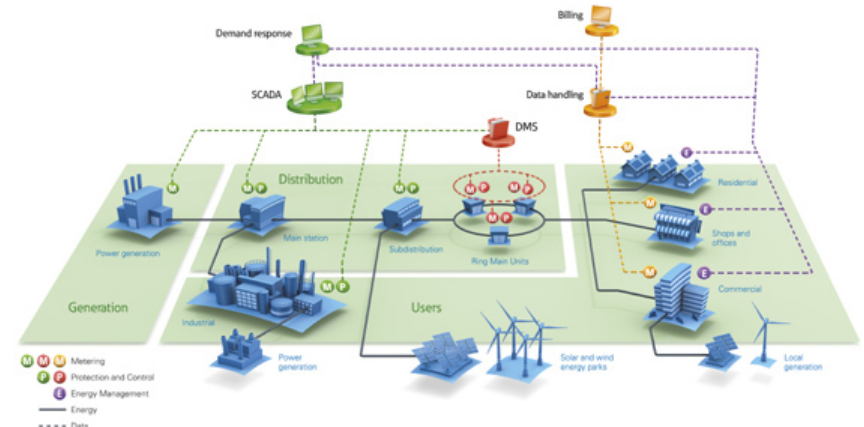
Moderne vernetzte Fahrzeuge

- Massiver Ausbau in der Software
- Viele hilfreiche Funktionen: Assistenzsysteme, Infotainment, Sicherheit



Internet der Energie

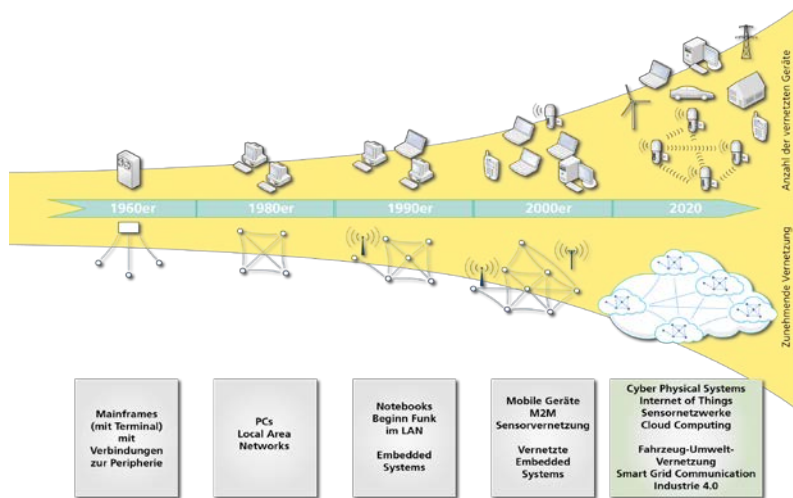
- Ausbau von Smart Grids
- Erreichen von Klimazielen



Einleitung

Nächster Schritt: Innovationen in der Produktion von Gütern

Informations- und Kommunikationstechnik



Produktionstechnik



Welche Nutzeffekte können erreicht werden?

Einleitung

Erhoffte Nutzeffekte der Industrie 4.0



Einleitung

Motivation für Funkkommunikation in der Industrie 4.0

Vorteil: Flexibilität

- Schnelle Installation
- Schnelle Anpassungen und Erweiterungen
- Mobile Endgeräte
- Ad-hoc Fähigkeit

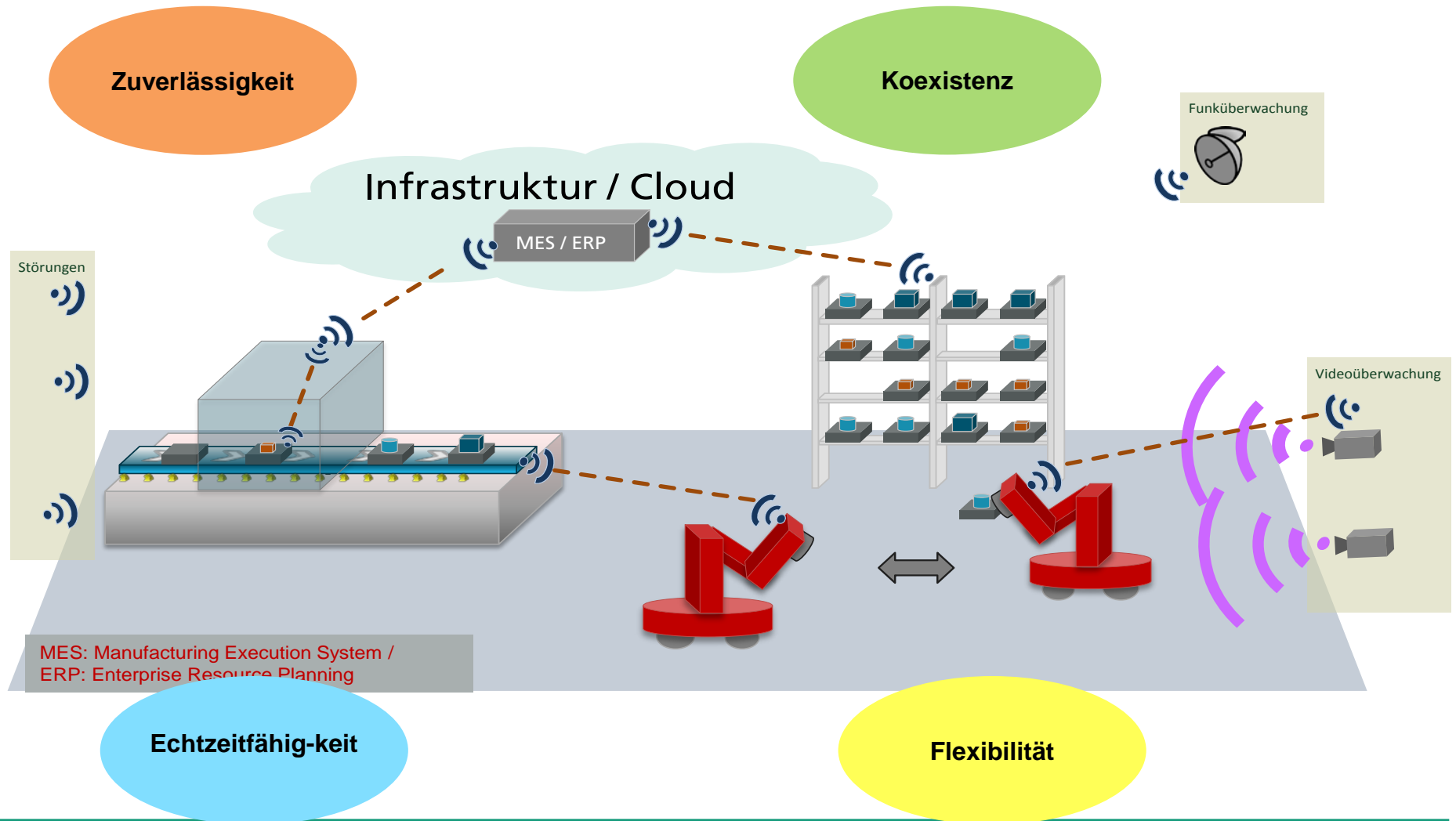


Herausforderungen

- Hohe Anforderungen an die Kommunikation (Zuverlässigkeit, Echtzeit)
- Physikalische Eigenschaften der Übertragung
- Verschiedene Systeme nutzen ein Übertragungsmedium

Beispielszenario: Funkvernetzter Produktionsablauf

- Anforderungen



Koexistenz in der Funkübertragung

Problemstellung

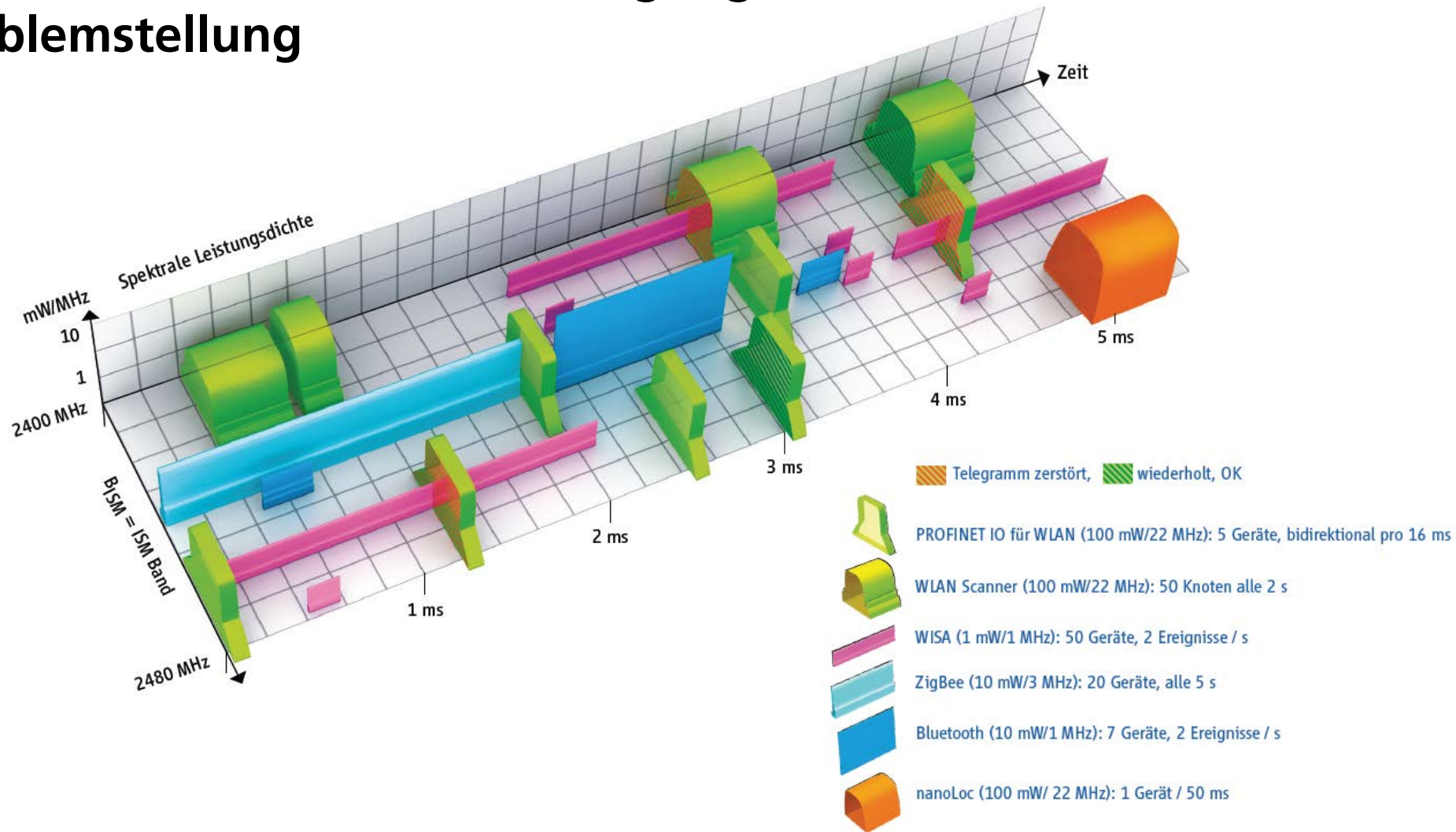
Verschiedene Funksysteme in der Praxis

- Physikalische Übertragung
 - Nutzung der ISM Bänder (zum Beispiel: 2,4 GHz, 5GHz, 868 MHz)
 - IEEE 802.11 (Wireless LAN)
 - IEEE 802.15.1 (WPAN/Bluetooth)
 - IEEE 802.15.4 (Low Rate Wireless PAN)
- Industriennahe Protokollstacks
 - PROFINET IO, IWLAN, WISA, Wireless HART, ZigBee

Problemstellungen

- Verschiedene Systeme nutzen zeitgleich ein Frequenzband
- Systeme zeigen sehr unterschiedliches Verhalten in der Spektrumnutzung
- Es ist sehr einfach, neue Systeme hinzuzufügen

Koexistenz in der Funkübertragung Problemstellung



Koexistenz in der Funkübertragung

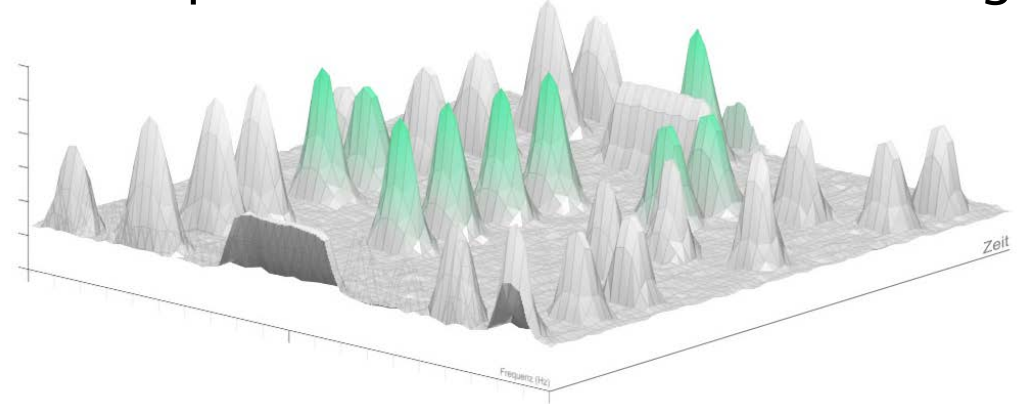
Heutige Lösungsansätze

- Definition (**Wireless communication coexistence**)
„state, in which all wireless communication solutions of a plant using shared medium fulfill all their application communication requirements“
- Standards
 - Richtlinie VDI/VDE 2185: „Funkgestützte Kommunikation in der Automatisierungstechnik“
 - IEC Technical Specification 62657-2: Industrial communication networks – Wireless communication network – Part 2: Coexistence management, 2011
- Ansatz
 - Betrachtung in drei Dimensionen: Ort, Zeit und Frequenz
 - Bedarf für die Zukunft: Automatisierte Absicherung der Koexistenz

Lösungsansatz: Cognitive Radio

Zielsetzung

Steigerung der Robustheit und Effizienz bei der Nutzung des verfügbaren Funkspektrums durch Automatisierung



Spectrum Sensing

Spectrum Management

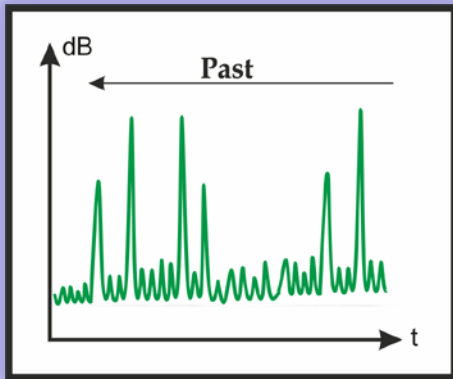
Spectrum Mobility

Spectrum Sharing

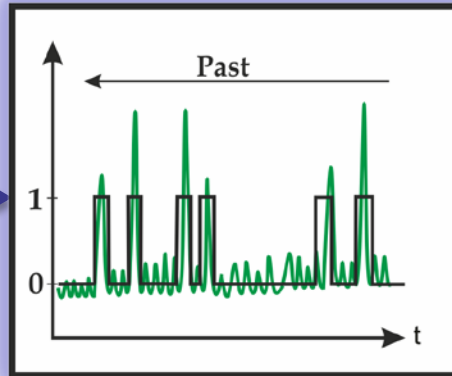


Lösungsansatz: Cognitive Radio

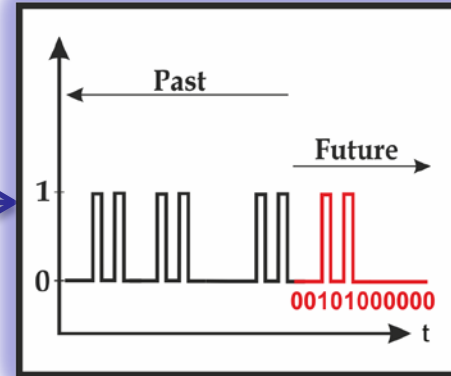
Cognitive Radio Übertragungssystem



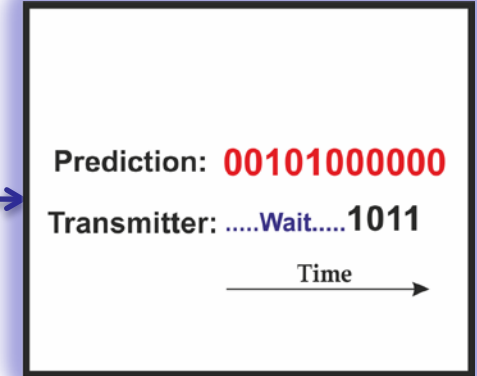
Signal



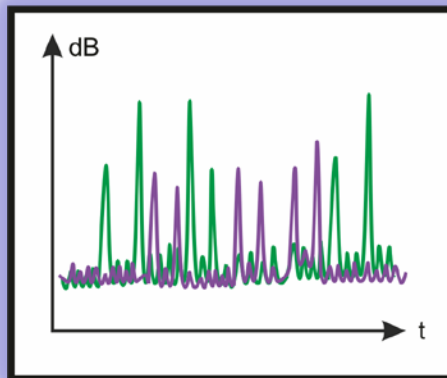
Spectrum Sensing



Predicting Future



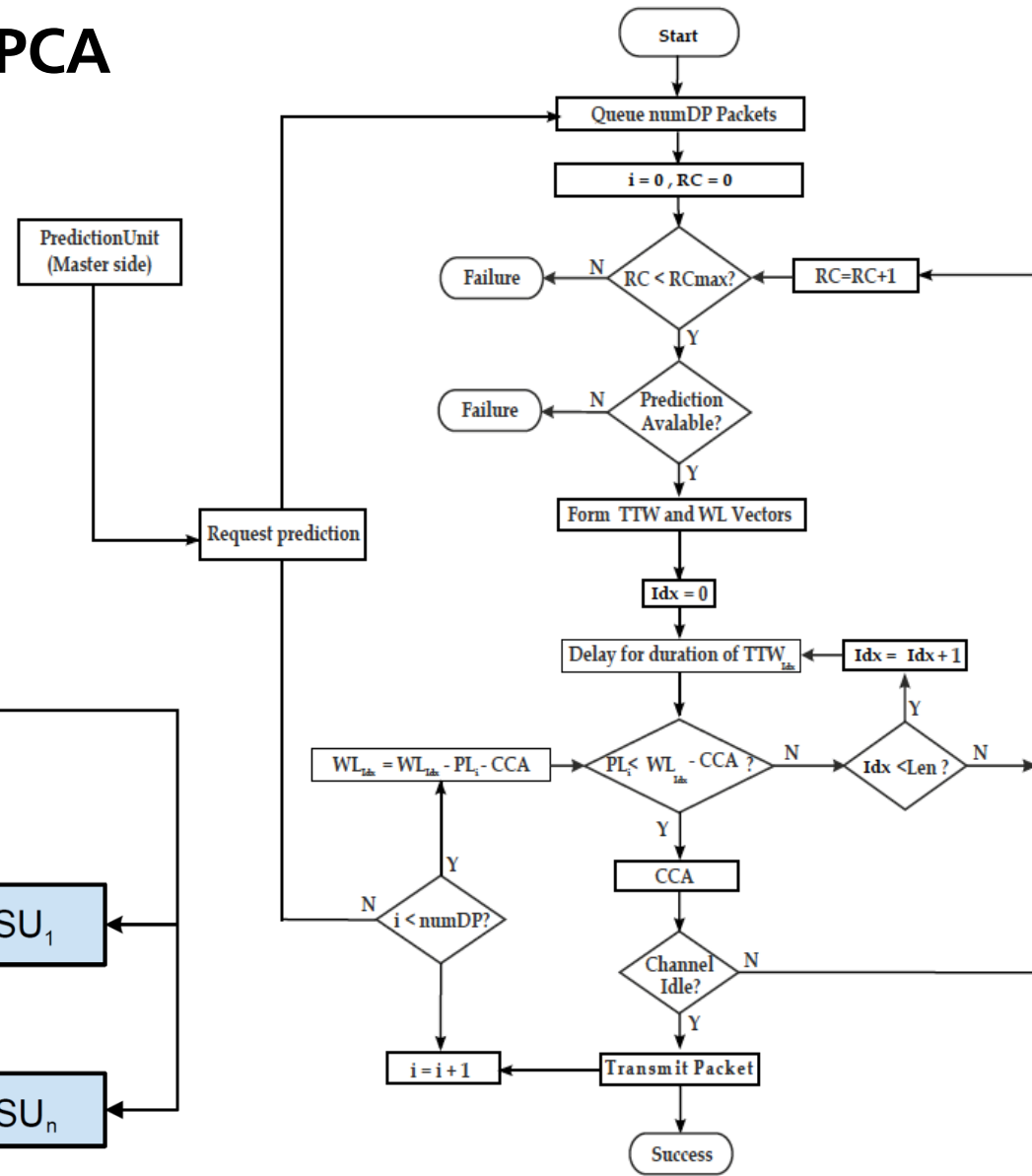
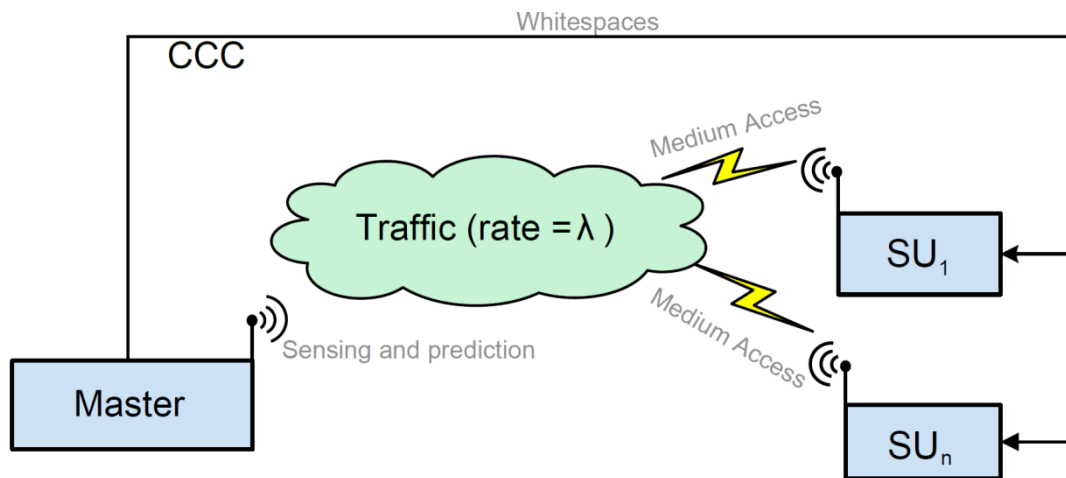
Channel Access Method



Efficient Use of Spectrum

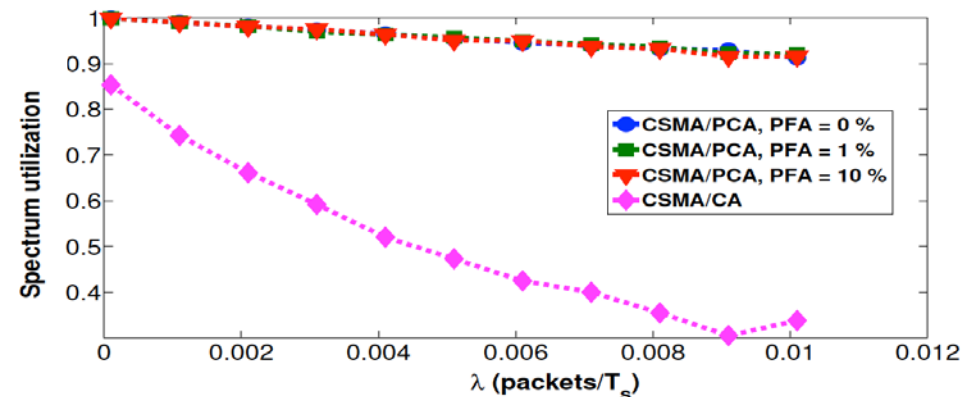
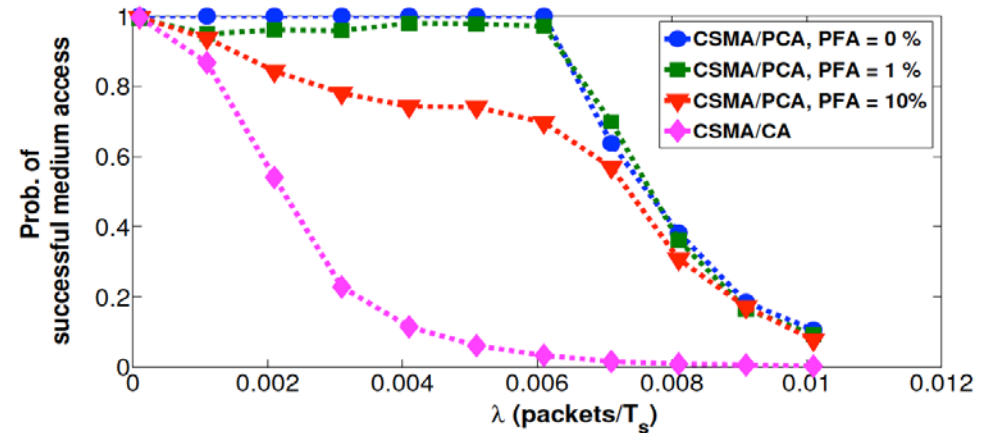
Cognitive Radio MAC: CSMA/PCA

- Austausch des exponentiellen Backoffs durch eine Sensing- und Prädiktionseinheit
- Whitespaces werden von Master vorausgesagt und über Kontrollkanal den jeweiligen Slaves zugeteilt



Cognitive Radio MAC Algorithmus - Evaluierung

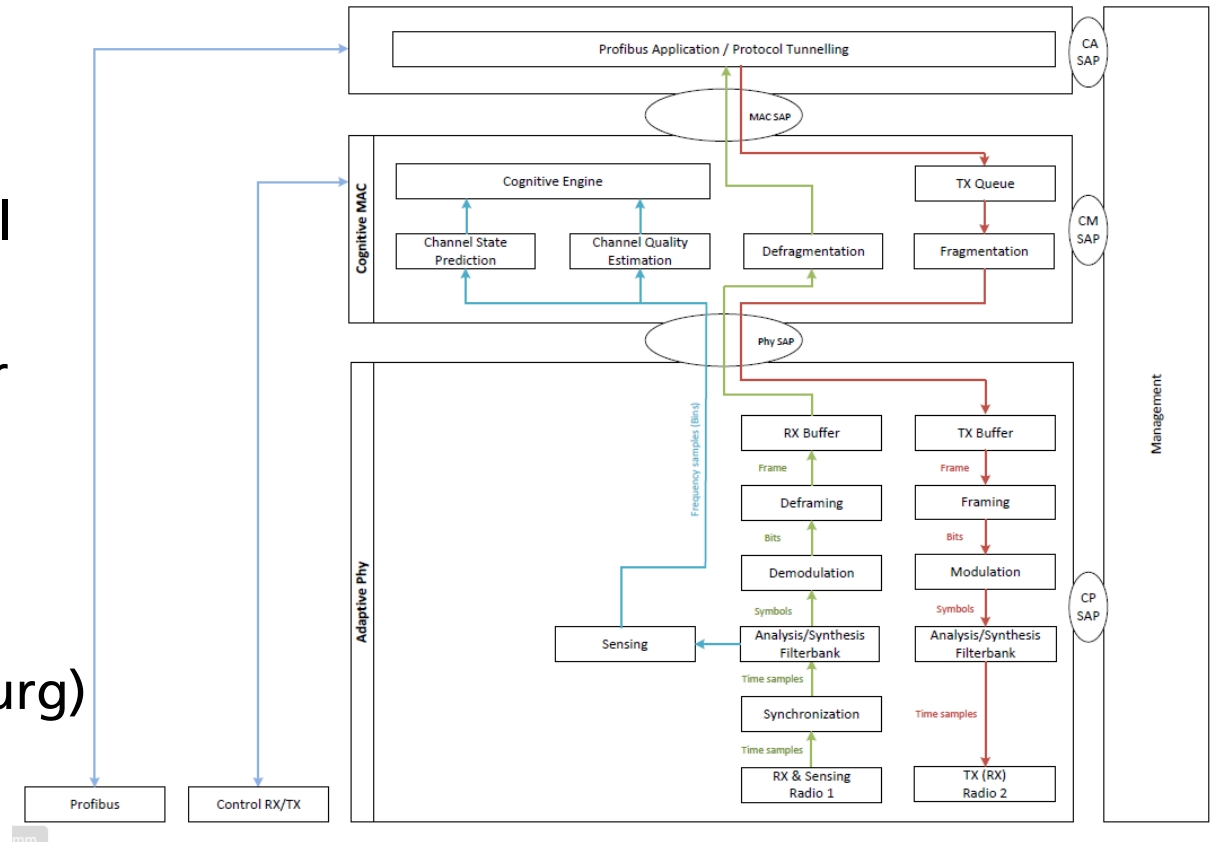
- Simulation von CSMA/PCA mit
 - IEEE 802.15.4 MAC-Parametern
 - unterschiedlich hoher Prädiktionsfehlerwahrscheinlichkeit (PFA)
 - Hintergrundverkehr: Poissonankünfte, Rate λ
 - Paketlängen: Random uniform (200-1000 Symbole, Symboldauer T_s)
- Bewertungsmetriken:
 - Wahrscheinlichkeit für erfolgreichen Medienzugriff
 - Auslastung des Spektrums



Projekt CAROUSAL – Ziel: Cognitive Radio Prototyp

CAROUSAL: Cognitive Radio-ARchitektur basierend auf Optimierten Zeit-FreqUenz-SignALdarstellungen

- CR-Prototyp für das Industriemfeld
- Anwendung: Funktunnel für PROFIBUS
- Master-Slave-Architektur
- Kognitive Funktionen
 - Adaptiver MAC (ESK)
 - Adaptiver PHY (Uni Kassel, Uni Duisburg)



Zusammenfassung

- Funk ist die Basis für Szenarien der Industrie 4.0
- Koexistenz verschiedener Funkssysteme
- Cognitive Radio als Ansatz für neue Funkssysteme
- ESK entwickelt kognitive MAC Verfahren für die Praxis
- CAROUSAL: Realisierung eines kognitiven Übertragungssystems für industrielle Anwendungen

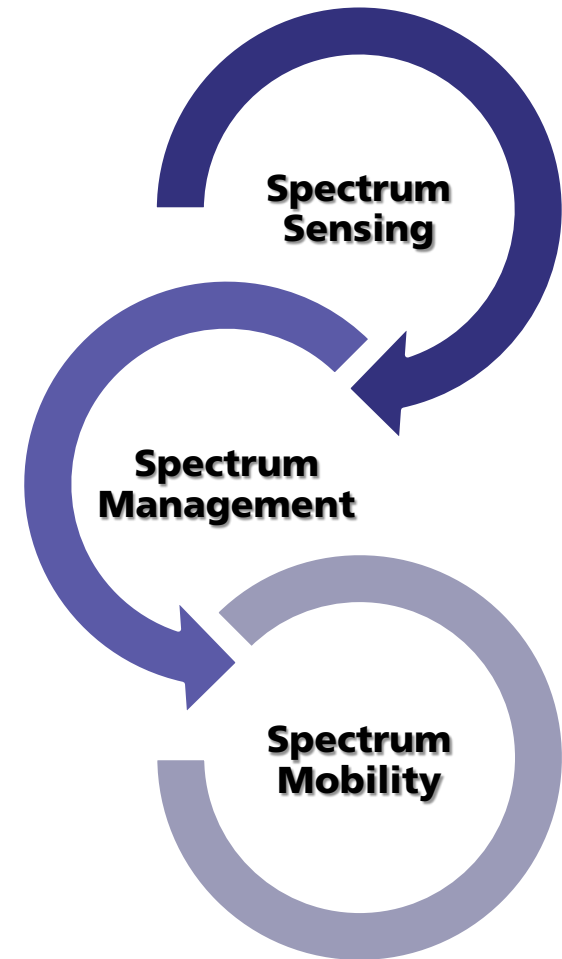
VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Dr.-Ing. Mike Heidrich, Geschäftsfeldleiter Industrial Communication
Tel.: 089 547088-377 | Mike.Heidrich@esk.fraunhofer.de

Follow us on:   

Cognitive Radio in der Theorie

- Spectrum Sensing
 - Permanente Beobachtung der Funkumgebung (Zeit, Frequenz, Feldstärke)
- Spectrum Management
 - Lernen aus Beobachtungen
 - Detektion sog. „White Spaces“ im Zeit- und Frequenzbereich
 - Analyse und Auswahl (künftig) zur Verfügung stehender Ressourcen
- Spectrum Mobility
 - Adaption in veränderliche Funkumgebung: Adaptiver Medienzugriff, adaptives Phy



Industrie 4.0: Evolution lokaler Funknetze

Welche Maßnahmen gibt es?

- Bereits heute: Planerische Maßnahmen
 - Koexistenz herstellen: Störungsfreier Parallelbetrieb heterogener Funksysteme in gegenseitiger Reichweite
 - Erweiterung und Optimierung bestehender Funknetze durch Funkfeldplanung
 - VDI/VDE 2185 Blatt 2
 - bzw. IEC 62657-2
- Künftig: Technische Maßnahmen
 - „Fairere“ Nutzung durch „listen before talk“ (vgl. EN 300 328 v1.8.1 ab dem 1.1.2015)
 - Effizientere Nutzung spektraler Ressourcen durch selbstadaptive Funktechnologien

