



Schnell und robust- Drahtlose Kommunikation für die Sensor-Aktorebene

B. Kärcher
Festo AG & Co KG

G. Scholl, R. Heynicke

Helmut-Schmidt-Universität
Universität der Bundeswehr
Hamburg



13. VDI-Fachtagung Wireless Automation 2015



Baden Baden
12.06.2015



MOTIVATION EINORDNUNG DER TECHNOLOGIE



Es gibt viele Anwendungsfelder ...

- Prozessautomatisierung
- Infrastrukturanlagen
- Gebäudeautomatisierung
- Logistik/Transport
- Fertigungsautomatisierung



... und viele gute Gründe, drahtlose Technologien auch auf der **Sensor/Aktor-Ebene** einzusetzen

Planung & Installation

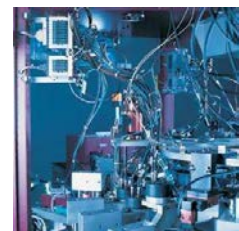
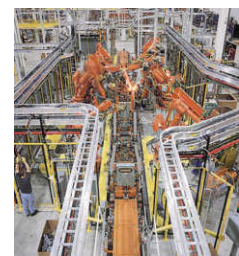
- Sensoren sind “günstig”, aber aufwendig in Planung und Installation
- Flexibilität & Verkabelungsaufwand

Betrieb

- Verschleiß von Kabeln und Steckverbindern
→ schwer vorhersagbare Ausfälle, die oft schlecht zu lokalisieren sind
- Verbessertes Handling der Variantenvielfalt
- Vereinfachte Mensch/Maschine-Interaktion

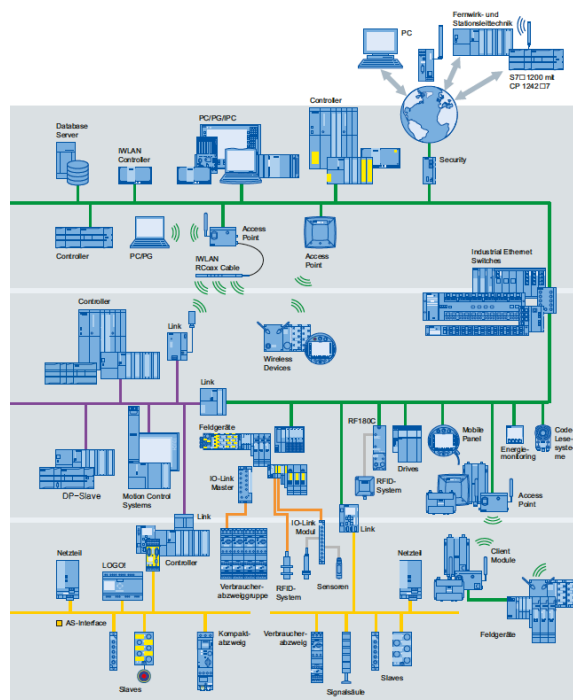
Einhaltung neuer Energie -und Umweltstandards

- CO₂-Footprint





Einordnung der Technologien



Quelle: Siemens AG
Broschüre
Industrielle Kommunikation 2012

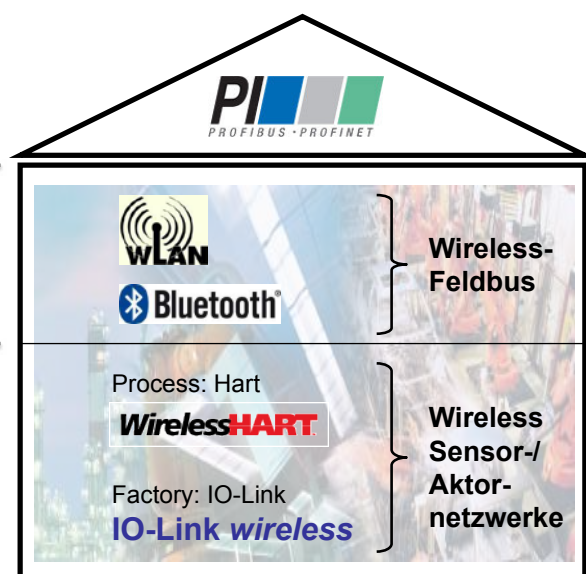


Das Konzept der PNO

Alle Möglichkeiten unter einem Dach vereint

Verfügbar und in Benutzung:

- Industrial WLAN
- Industrial Bluetooth
- WirelessHART für die Prozessautomatisierung (PA)
- IO-Link *wireless* für die Fertigungsautomatisierung (FA)





Abgrenzung der Technologien

Drahtlose Felbuserweiterungen (IWLAN , Bluetooth, ...)

- Wenige Geräte pro Netzwerk
- Komplexe zyklische Protokolle
- Wenige Netzwerke pro Anlage
 - Große Reichweiten
 - Großer Overhead in der Kommunikation tolerierbar

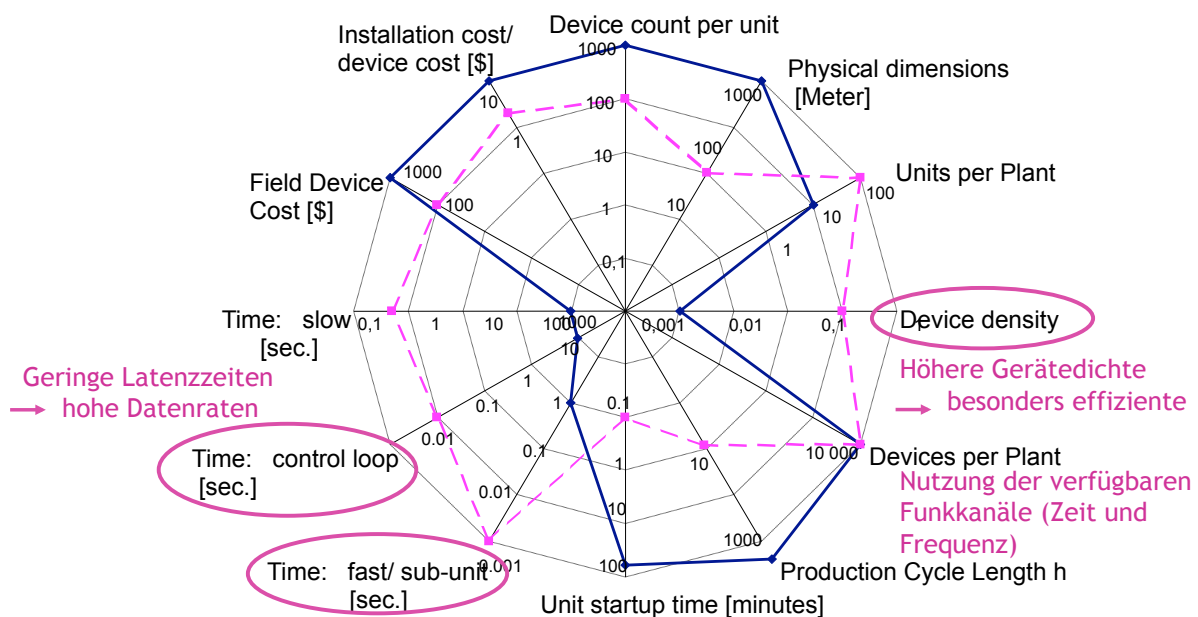
IO-Link *wireless*

- Viele Geräte (>100) pro Netzwerk
- Viele Netzwerke pro Anlage
 - kurze Reichweiten
- Schnelle Reaktionszeit erforderlich
 - kurze Ereignis-getriggerte Datentelegramme
- Austausch zyklischer und azyklischer Daten



Vergleich FA/PA Anforderungsprofile

- Continuous Process Manufacturing (analog units)
- - Discrete Manufacturing





Fallstudie: Roboter-Applikation

Roboterwerkzeuge mit kabelreduzierten oder kabellosen Pneumatiksystemen

Problem:

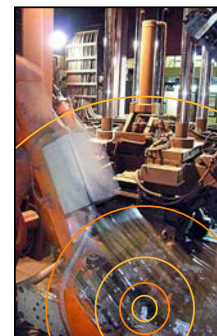
- Kabel und Stecker sind fehleranfällig und ausfallgefährdet bei bewegten Teilen wie Robotern, Rundtelleranwendungen etc.

Ziel:

- Lösungen mit möglichst wenig Kabeln, z.B. nur für die Energieversorgung
- ... nächster Schritt: Drahtlose Energieversorgung

Anforderungen:

- Schnelle Signalkommunikation zur Steuerung
- Viele parallele Anlagen in einer Halle möglich



Scholl, Heynicke, Kärcher

12. Juni 2015



Fallstudie: Fertigungszellen/linien

Hochautomatisierte Fertigungszellen oder -linien (hohe Taktraten ...ständig wiederholte Bewegungen, modularer Aufbau)

Problem:

- z.B. flexible Zuführung unterschiedlicher Auslöser aus Paletten in einer Fertigungslinie für Motor-Starter

Anforderungen:

- Vermeidung mehrachsiger bewegter Kabel/Stecker
- Einfacher modularer Aufbau
- Viele parallele Anlagen in einer Halle möglich

Lösung:

- Drahtfreie Näherungsschalter an den 5 Achsen
- Drahtfreie Näherungsschalter am Palettengreifer
- ...läuft seit 6 Jahren im Schichtbetrieb



Scholl, Heynicke, Kärcher

12. Juni 2015



WSAN-FA Use Cases Coverage

Number of nodes per local application

WSAN-FA Use Cases

Turntable Assembly

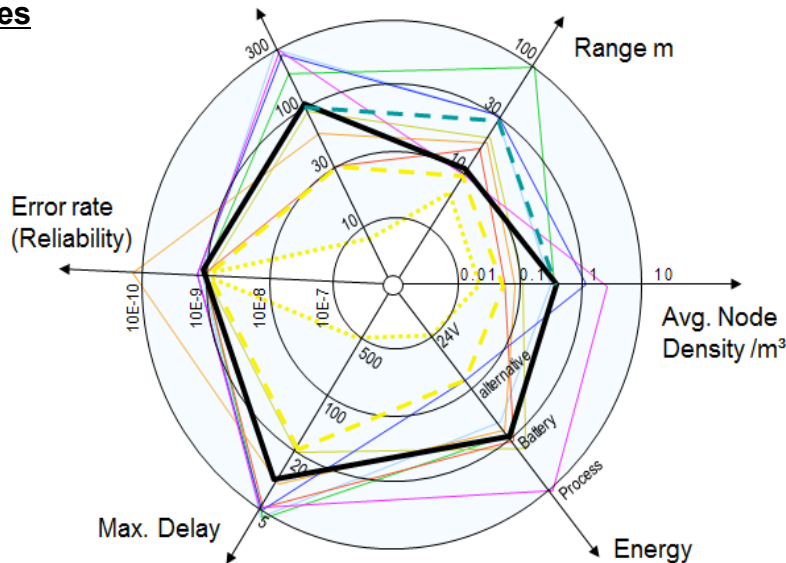
Robot Assembly

Metal Stamping

Tooling Machines

Peripheral Devices

Transport Systems



Quelle: PNO TC2/WG12 17.09.2009 WSAN Use Cases - Factory Automation Status/Summary



Schwierige Umgebungsbedingungen

- **Andere Funknutzer (Koexistenz):**
WLAN, Bluetooth, Zigbee/802.15.4, NanoNet, Wireless USB, WSAN,...
PNO, ZVEI* und VDI haben gleichlautende Koexistenzrichtlinien herausgegeben, die in der Industrie akzeptiert sind
- **Klassische industrielle EMV-Störquellen:**
Induktionsheizungen, Schaltgeräte, Relais, Antriebe, Frequenzumrichter, Mikrowellenöfen, ...
- **Umgebungseinflüsse:**
Viele metallische Objekte in der Umgebung, Bewegung → zeitvarianter, frequenzselektiver Funkkanal



* Die ZVEI-Broschüre kann herunter geladen werden:
http://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Fachverbaende/Automation/Publikation/ZVEI_Coexistence_of_Wireless_Systems_in_Automation_Technology.pdf



SPEZIFIKATION UND IMPLEMENTIERUNG



Grundlegende Anforderungen

- IO-Link *wireless* basiert auf ABB's WISA-Technologie, deren Zeitverhalten und Robustheit im industriellen Langzeiteinsatz nachgewiesen ist
- Reaktionszeiten von weniger als 10 ms für eine Anlage mit mehr als 100 Sensoren und/oder Aktuatoren

Erweiterungen:

- Koexistenzmechanismen durch **Blacklisting-Optionen**, auch dargelegt im "PNO-Wireless Guide"
- **Optional Bereichserweiterung:** 5 - 15 m (Standard Range)
(→ aber unterhalb EN 300328) 10 - 30 m (Option: Extended Range)
- Integration und Philosophie gemäß IO-Link:
 - Kanäle, Services und Datenmapping
 - Nutzung existierender Engineering Tools



Wireless in der realen Welt

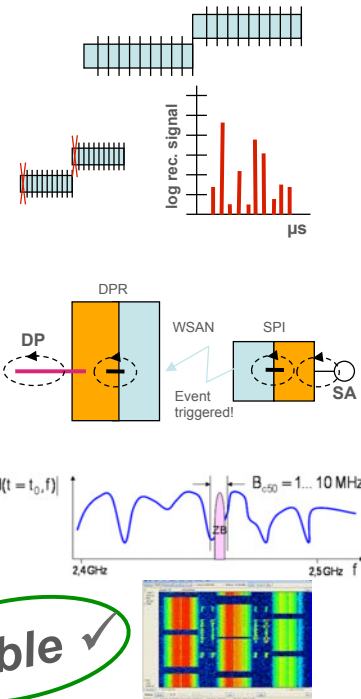
Technology

Radio circuit

Embedded devices and interfaces to the real world

Harsh environment

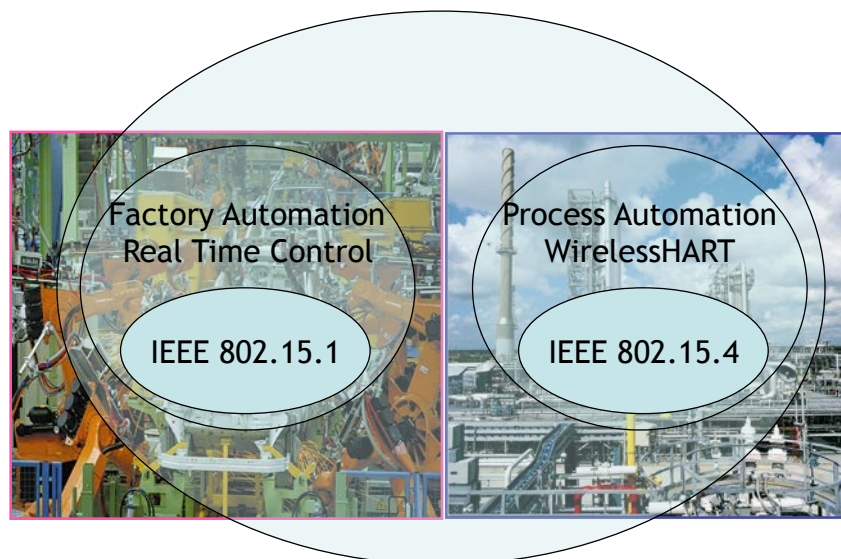
- Ideal assumptions
- Radio limits: e.g., speed of frequency / gain / amplitude change; antennas
- Nodes: Filtered inputs, sample rate; slew rate of outputs...
- Gateway: Bus connection limits; adds asynchronous cycle(s) and latency
- Shading, Fading, Coexistence
- Several retransmits have to be possible on different channels within designed real time limit



Usable ✓



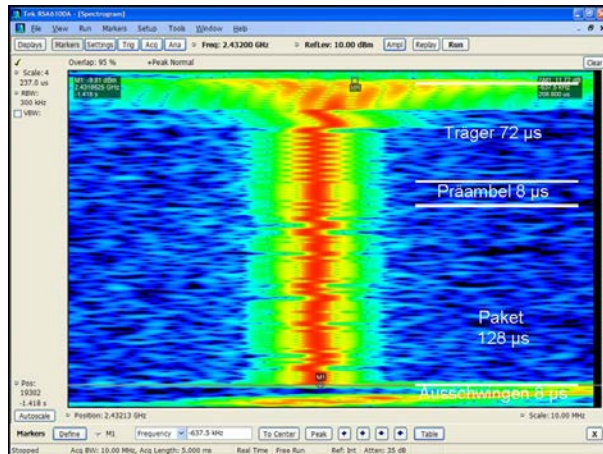
Bewertung verschiedener Standard-ICs



Die unterschiedlichen Anforderungen können nicht mit einer Standard-Technologie erfüllt werden



Bewertung verschiedener Standard-ICs



Als RF-Transceiver sollen möglichst Standard-Komponenten unterschiedlicher Hersteller (Second Source) verwendet werden können

Quelle: HSU /emt



Sender	Empfänger
CC2400	CC2400
	CC2541
	TRC104
	nRF24L01
	nRF24L01+
CC2541	CC2400
	CC2541
	TRC104
	nRF24L01
	nRF24L01+
TRC104	CC2400
	CC2541
	TRC104
	nRF24L01
	nRF24L01+
nRF24L01	CC2400
	CC2541
	TRC104
	nRF24L01
	nRF24L01+
nRF24L01+	CC2400
	CC2541
	TRC104
	nRF24L01
	nRF24L01+



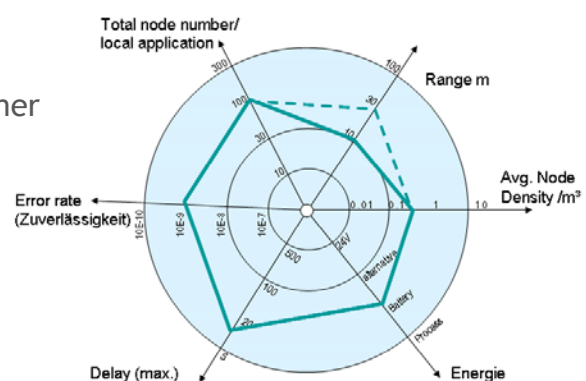
Scholl, Heynicke, Kärcher

12. Juni 2015



Systemspezifikation

- Einfach skalierbare Anzahl der Knoten
14 - 112 Teilnehmer
- Konstanter Zeitrahmen für alle Teilnehmer
2,4 msec (Skalierungsoption: 1,2 ms)
- Höchste Zuverlässigkeit
Paketverlustrate < 1 e-9
- Ausblenden belegter Frequenzbänder
- Basierend auf kostengünstigen
Standard-Radios ≈ 802.15.1 Physik
- Optimal niedriger Ressourcenverbrauch im ISM-Band
Kurze Telegramme, 2 Profile, Bandbreite 1 MHz
- Verwendung vorhandener Verfahren und Werkzeuge zur Integration
- Skalierbare Entfernung (Long-Range Knoten)
- Minimierter Energieverbrauch: Batterie- oder alternativgespeiste Sensoren auch in der FA möglich: (z.B. 5 Jahre aus 2°C bei 1/s)



Scholl, Heynicke, Kärcher

12. Juni 2015



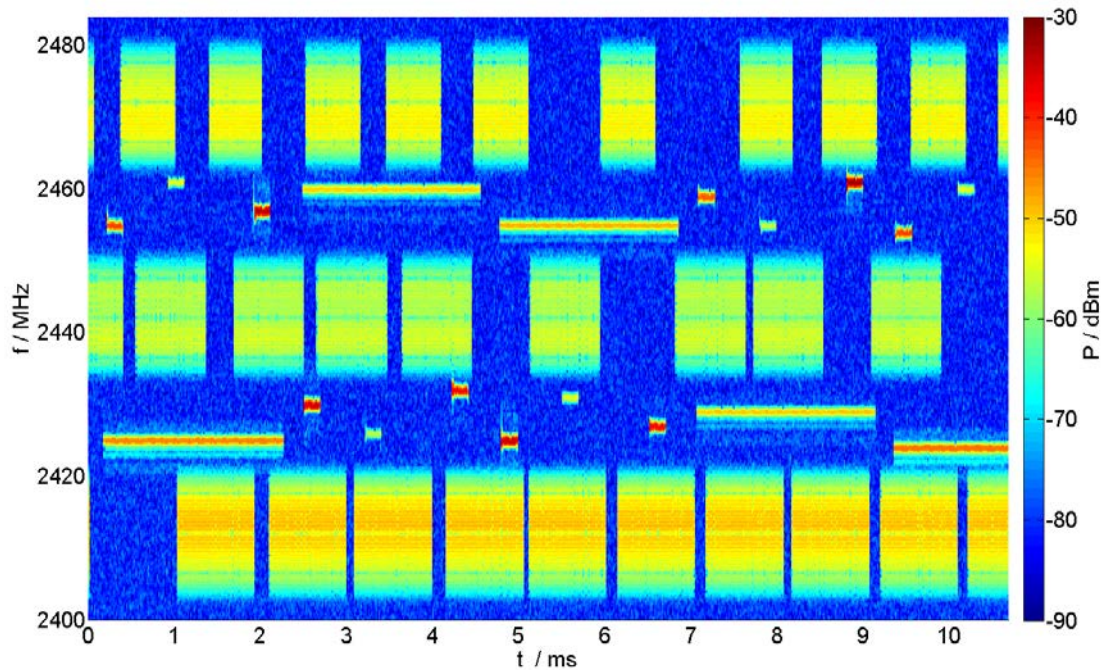
12. Juni 2015



12. Juni 2015

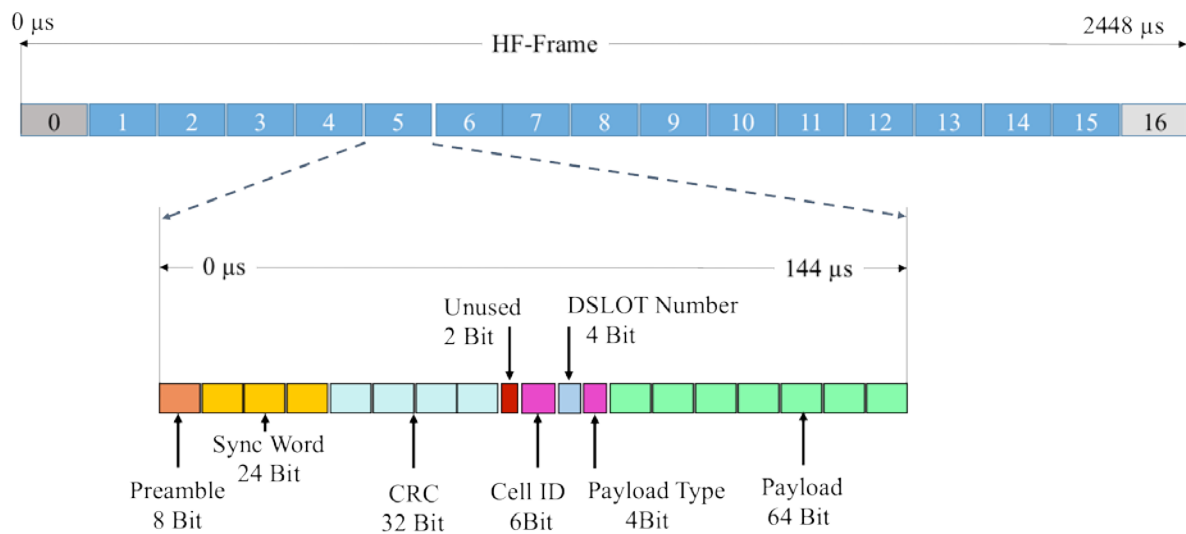


Koexistenz



Funkprotokoll

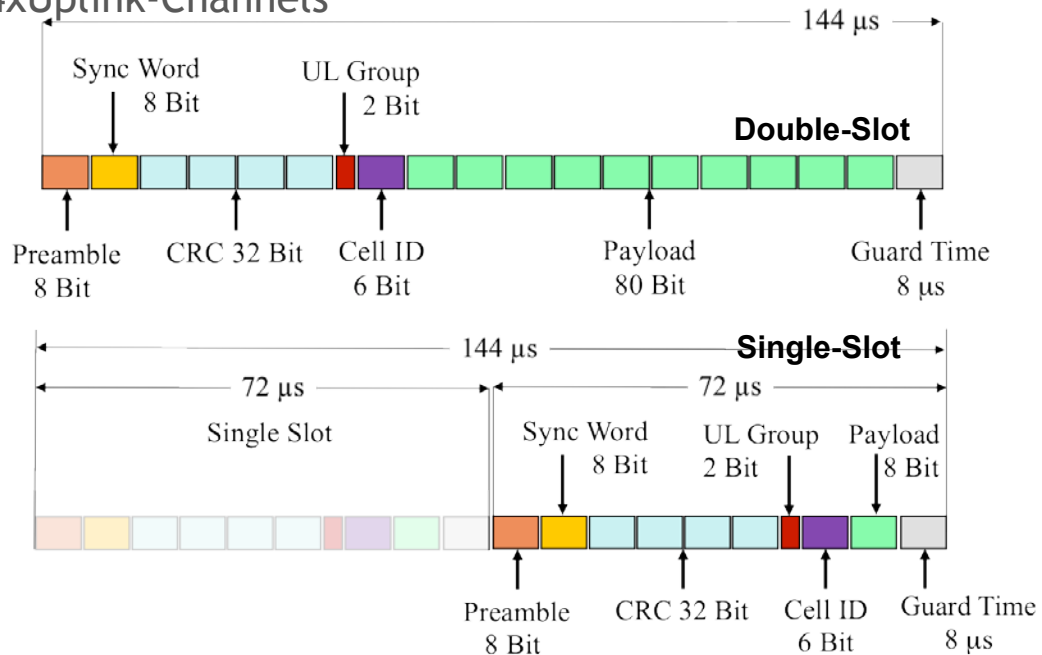
1xDownlink-Channel





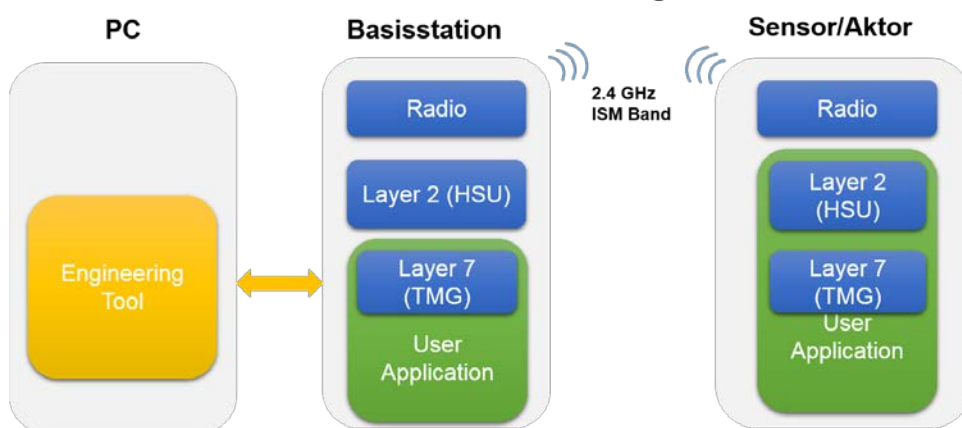
Funkprotokoll

4xUplink-Channels



Starter-Kit

Basis für individueller Geräteentwicklungen

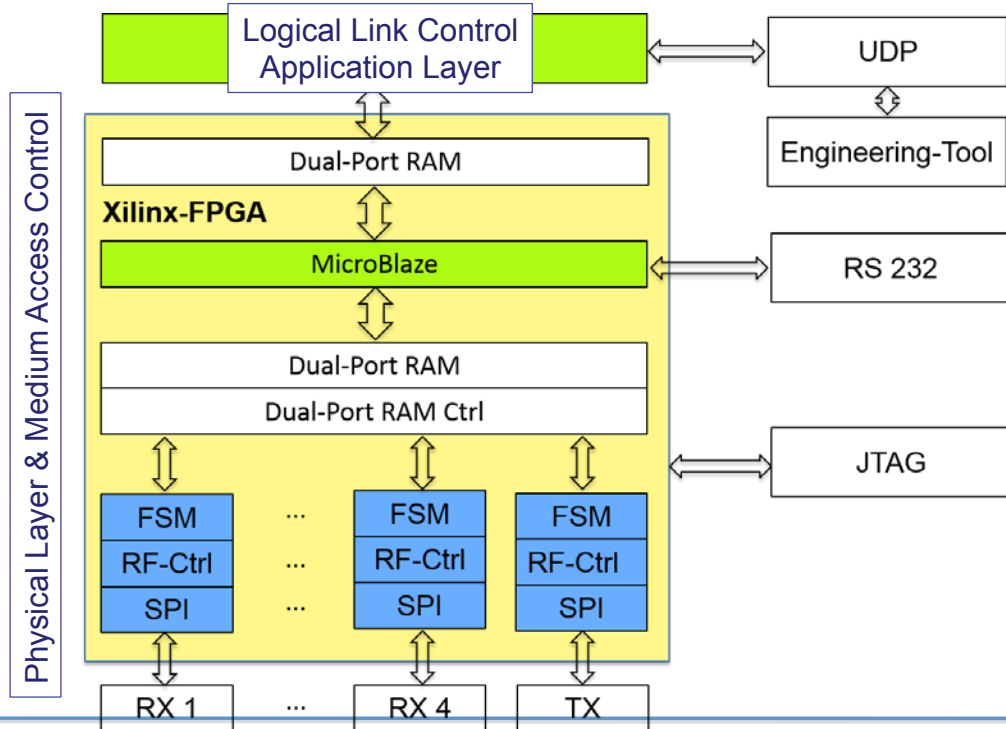


Legende:

- Optional
- Hersteller Spezifisch
- Kommunikationsstack



Starter-Kit: Basisstation



Starter-Kit: Basisstation

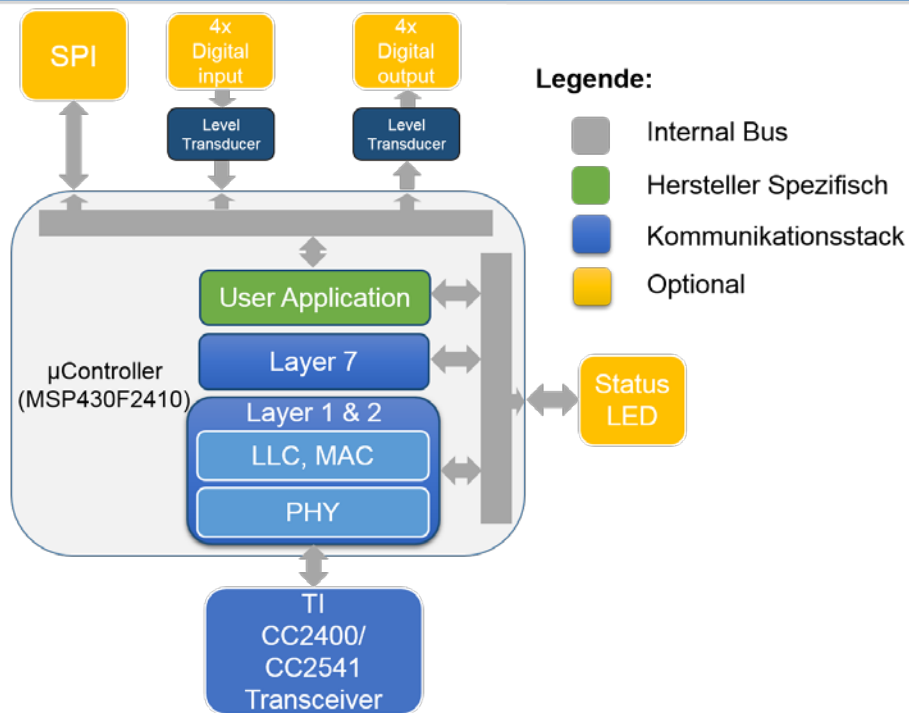
Software Basisstation



- Systemkonfiguration: Cell ID, HF-Algorithmus, Whitelisting
- Einbuchen und Parametrisieren der SA-Module
- Automatisierte Gültigkeitsprüfung der Telegramme und Telegramm-Acknowledge



Starter-Kit: Device



Starter-Kit: Device

2
8

Software Sensor/Aktor-Knoten

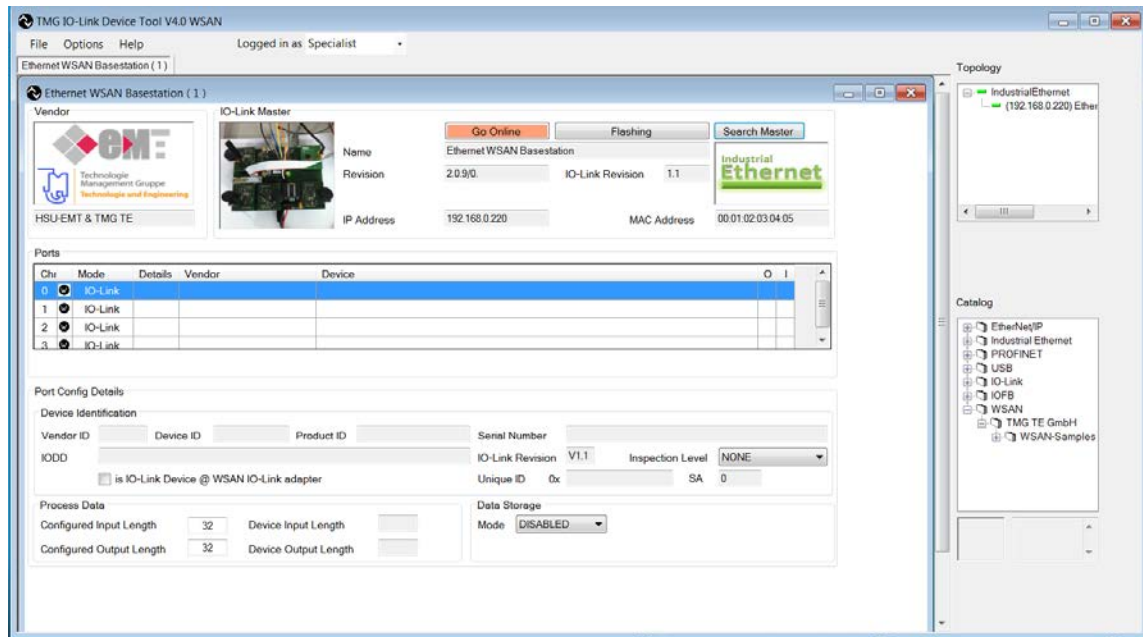
- Parametrisierung des Sensor/Aktor-Moduls
- Automatisierte Gültigkeitsprüfung der Telegramme und Telegramm-Acknowledge
- WSN-FA-Interface
zu den höheren Kommunikationsschichten (PI)





Prototypisches Engineering-Tool

Nahtlose Integration in vorhandene Tools



TECHNOLOGIEENTWICKLUNG AKTUELLER PROJEKTSTATUS



Technologieentwicklung

Aufgabenverteilung

- HW Evaluation Plattform (Base Station, Devices) (HSU)
- Base Station; FPGA-Design (HSU)
- IO-Link wireless stack für Base Station und Device (TMG TE)
- IO-Link wireless Engineering Tool (TMG TE)
- Enge Kooperation zwischen der
 - Professur für Elektrische Messtechnik, Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr Hamburg (HSU) und
 - TECHNOLOGIE MANAGEMENT GRUPPE - Technologie und Engineering GmbH Karlsruhe (TMG TE)
- Technologie-Provider: TMG TE
- Erstlizenznehmer: Balluff Festo



Technologiekomponenten

- Entwicklungsstand der Komponenten: ca. zu 90% komplett
- Im Wesentlichen basierend auf der existierenden PNO Spezifikation (V1.0 6/2012)
 - Zwischenzeitliche Anpassungen
 - IO-Link Spezifikation V1.1
 - Timing so angepasst, dass weitere Funk ICs verwendet werden können
 - Prototypische Umsetzung einer IODD für IO-Link wireless
- Freigabe für den Herbst 2015 geplant
- Weiterführung der Arbeit als Technical Working Group in der IO-Link Community



Current activities

- First meeting of IO-Link wireless Technical WG April 1st 2015
 - Call for Experts based on the former WSA N PG
 - Redesign of the Spec
 - Design Test Spec and Test System
 - Info Package for Marketing WG
 - Change Requests towards IODD
- Timeline for IO-Link wireless from the Marketing WG (Jan. 2015)
 - SPS fair 2015: Spec shall be ready for international review; first presentation of Technology
 - HM fair 2016: Technology demonstrator (not a machine)
 - SPS fair 2016: presentation of “close to series products”



Timeline, Content

