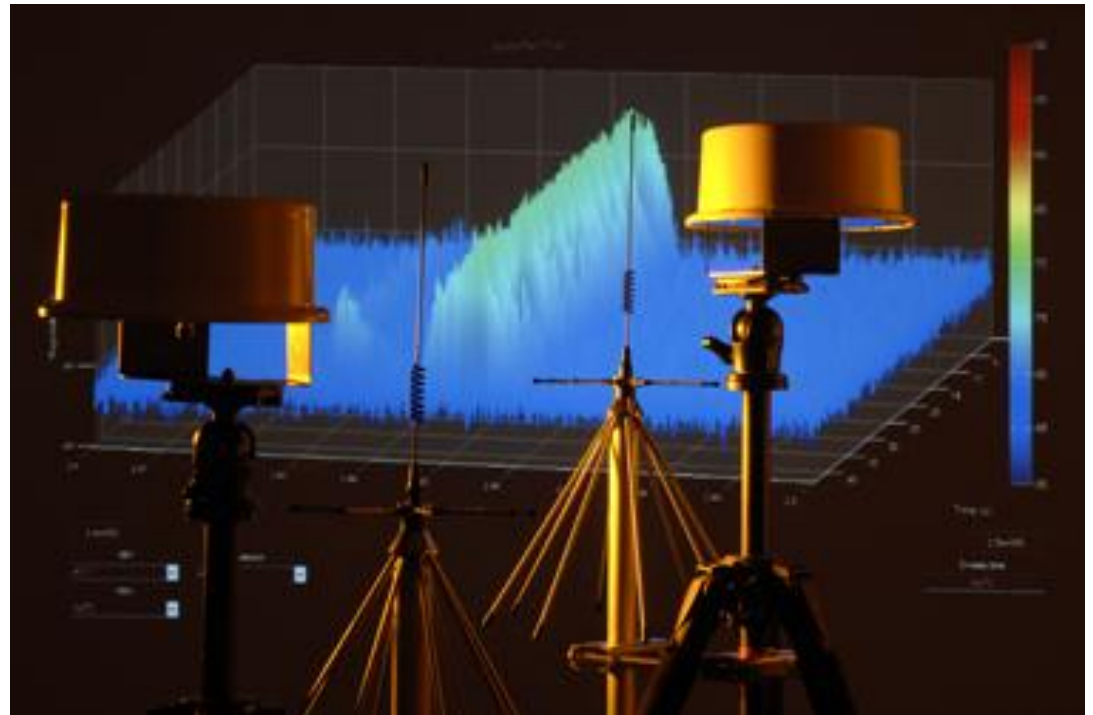

COGNITIVE RADIO FÜR LOKALE INDUSTRIENETZE

Erik Oswald, Fraunhofer ESK, München
07. Oktober 2010



Inhalt

- Warum drahtlose Kommunikation im industriellen Umfeld - Motivation
- Herausforderungen
- Funktechnologien in der Automatisierungstechnik
- Frequenzausnutzung
- Lösungsansätze für die Verbesserung der Frequenzausnutzung
- Was macht die Fraunhofer ESK auf dem Gebiet des Cognitive Radio
- Geschäftsfeld Industrial Communication der Fraunhofer ESK

Motivation - Warum drahtlos in der Automatisierungstechnik?

Vorteile

- Flexibilität
 - Umbauten, Erweiterungen
 - Anpassungen, Neukonfiguration
- Verschleißfreiheit
- Geringer Installationsaufwand (Kosten)
- Mobilität
 - Bedienung entfernter Geräte
 - Messung/Kontrolle bewegter Objekte (Sensoren)
 - Fernsteuerung
- Kontinuierliche parallele Datenübertragung



Probleme, Herausforderungen

Umstellung von drahtgebundenen zu drahtlosen Lösungen verläuft langsam

- Lebenszyklen von Maschinen und Anlagen, Angst vor Ausfallrisiko

Hohe Anforderungen an die drahtlose Kommunikation (Echtzeit, Fehlerraten, Sicherheit, Robustheit etc.)

Koexistenz

- Parallel arbeitende Funksysteme führen zu Koexistenzproblemen
- Knappheit der Ressource Funkspektrum, obwohl es nicht vollständig genutzt wird

Koexistenzanalysen

- ZVEI: „Koexistenz von Funksystemen in der Automatisierungstechnik“, 2008
- VDI/VDE 2185
 - Blatt 1 „Funkgestützte Kommunikation in der Automatisierungstechnik“, 2007
 - Blatt 2 „Koexistenzmanagement von Funklösungen“, 2009

Genutzte Frequenzbereiche in der Automatisierungstechnik

ITU-R definiert lizenzierte und unlizenzierte Bänder

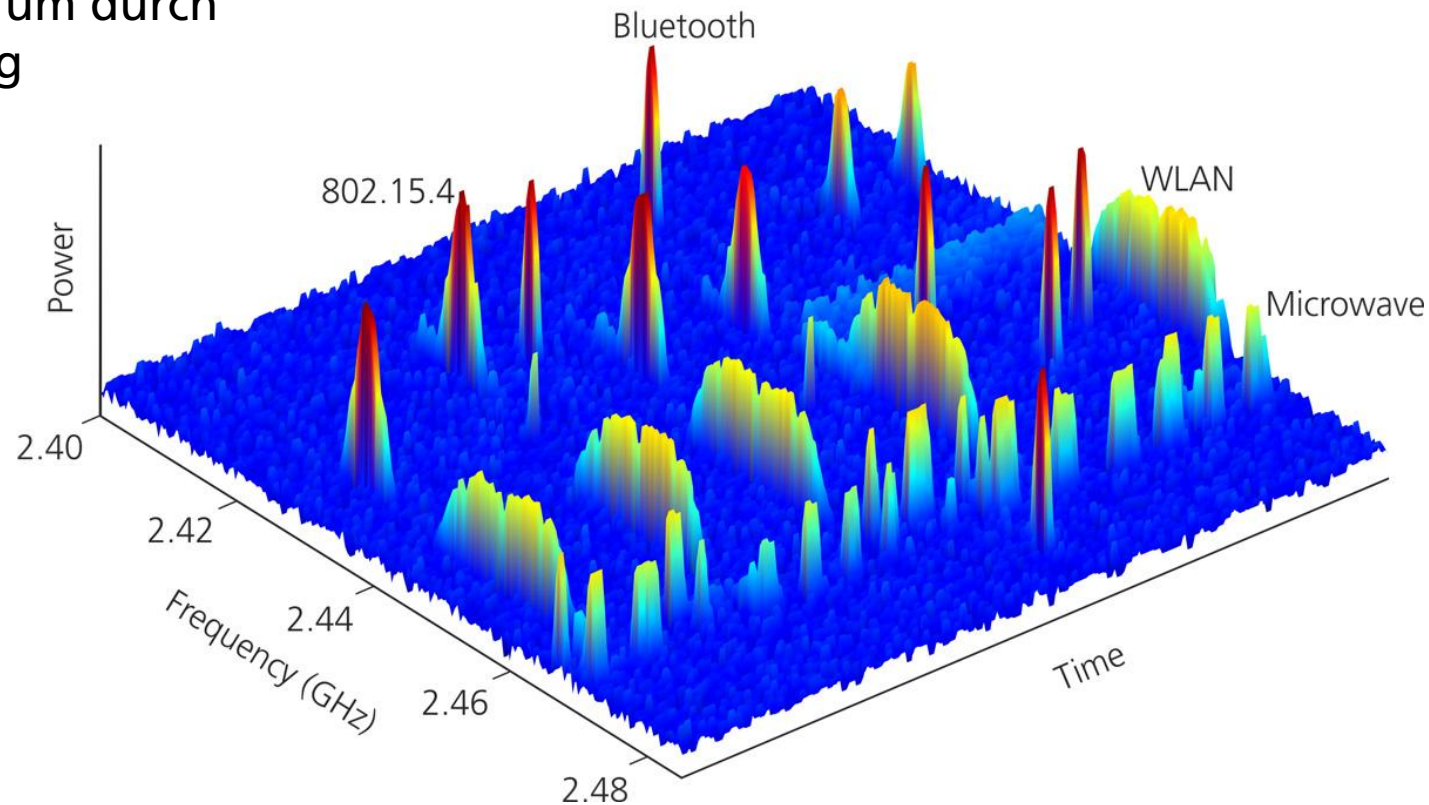
■ Unlizenzierte Frequenzbereiche in der Automatisierung (stark genutzt)

Frequenz MHz	Max. Sendeleistung mW	Relative Frequenzbelegungsdauer	Eigenschaften	Anwendungen
433,05-434,79	10	10 %	Gute Durchdringung, Reduzierte Datenrate, Störungen Amateurfunk	Zählerablesung, Alarmanlagen, Sensoranwendungen, ...
868-870	5 - 500	< 0,1 % (teilweise)	Hohe Reichweite, Reduzierte Datenrate	ZigBee, WM-Bus, KNX RF, EnOcean, Z-Wave, ...
2400-2483,5	10 - 100	Keine Einschränkung	Weltweit verfügbar, Hohe Bandbreite, stark genutzt	WLAN, BT, WPAN, MW-Öfen, Induktionsheizgeräte, Schaltanlagen, Kameras
5725-5875	25 - 1000	Keine Einschränkung	Hohe Bandbreite, Schlechte Durchdringung	WLAN IEEE 802.11a

Frequenzausnutzung im 2,4 GHz ISM-Band

Koexistenz im 2,4 GHz ISM-Band (Messung im Fraunhofer Industrial Lab)

- Statisches Spektrum Management mit fester Frequenzzuweisung
- Lücken im Funkspektrum durch nur zeitweise Nutzung
- Blockade von Frequenzbereichen sogar im Schlafmodus



Frequenzausnutzung im Industriebetrieb

Gemessene Auslastung des Funkspektrums in einem Industriebetrieb

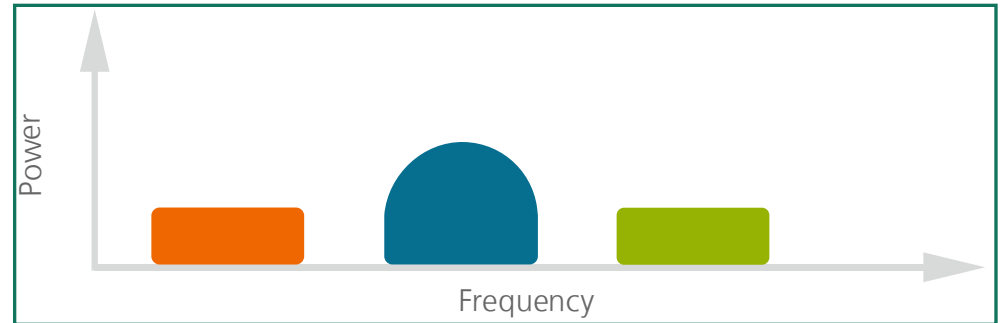
Frequenzband MHz	Unterkanal MHz	Durchschnittliche Nutzungsdauer in %
433,05-434,79	434,5	47,39
868-870		0
2400-2483,5	2412 (WLAN, Kanal 1)	12,52
	2437 (WLAN, Kanal 6)	3,31
	2472 (WLAN, Kanal 13)	3,38



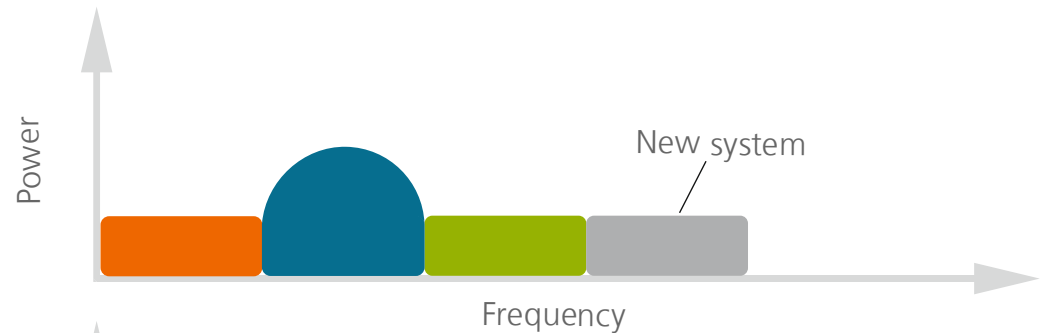
- Koexistenz sichergestellt, da keine Überlappung der WLAN-Kanäle
- Spektrum vollständig belegt, nur ein schmalbandiges System zw. Kanal 6 und 13 kann zusätzlich betrieben werden

Lösungsansätze für eine effiziente Frequenzausnutzung

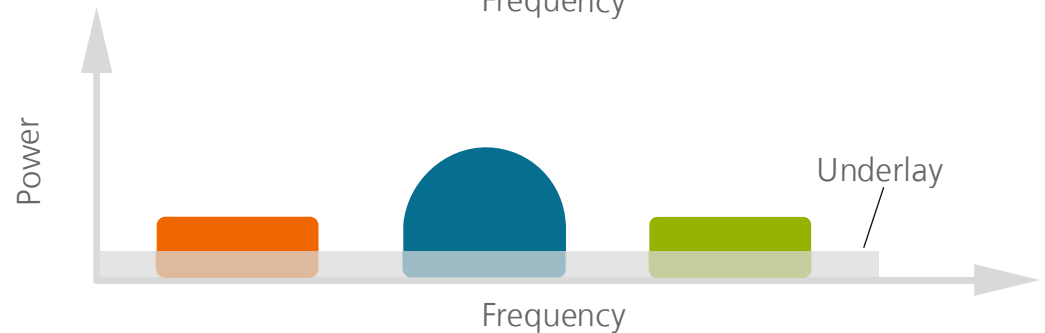
3 Ansätze zur Verbesserung des statischen Spektrum Managements



1. Neubelegung



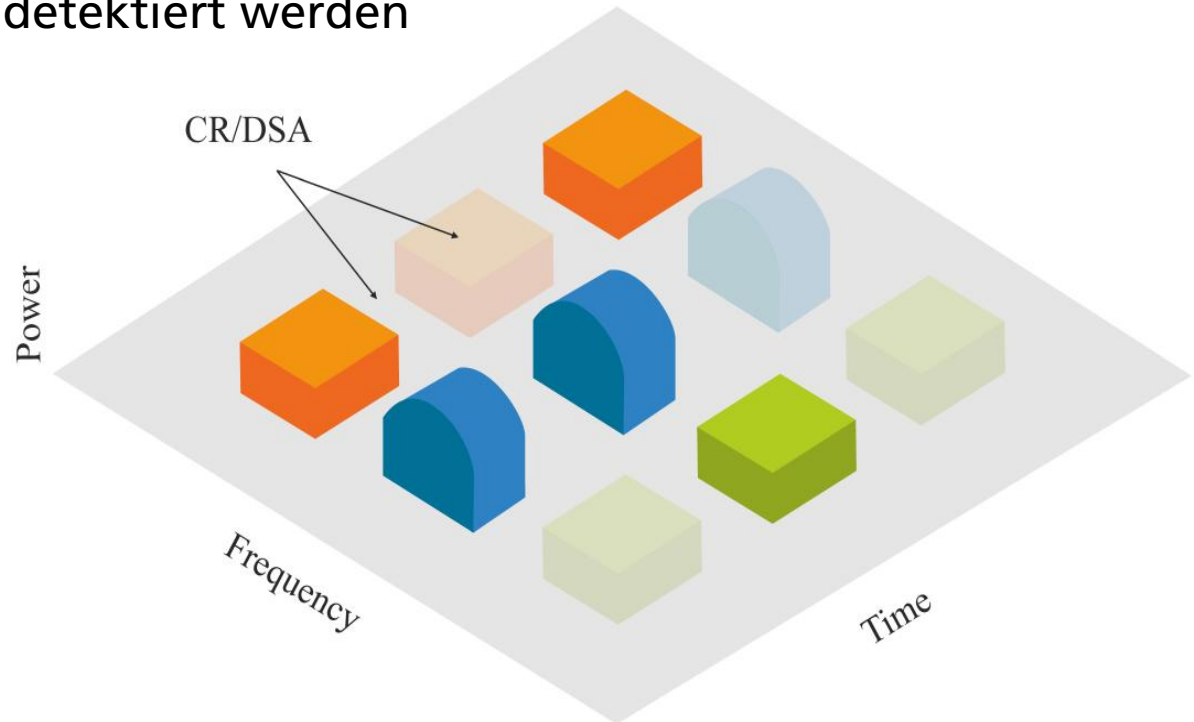
2. Underlay-Technik



Verbesserung durch Cognitive Radio

3. Cognitive Radio

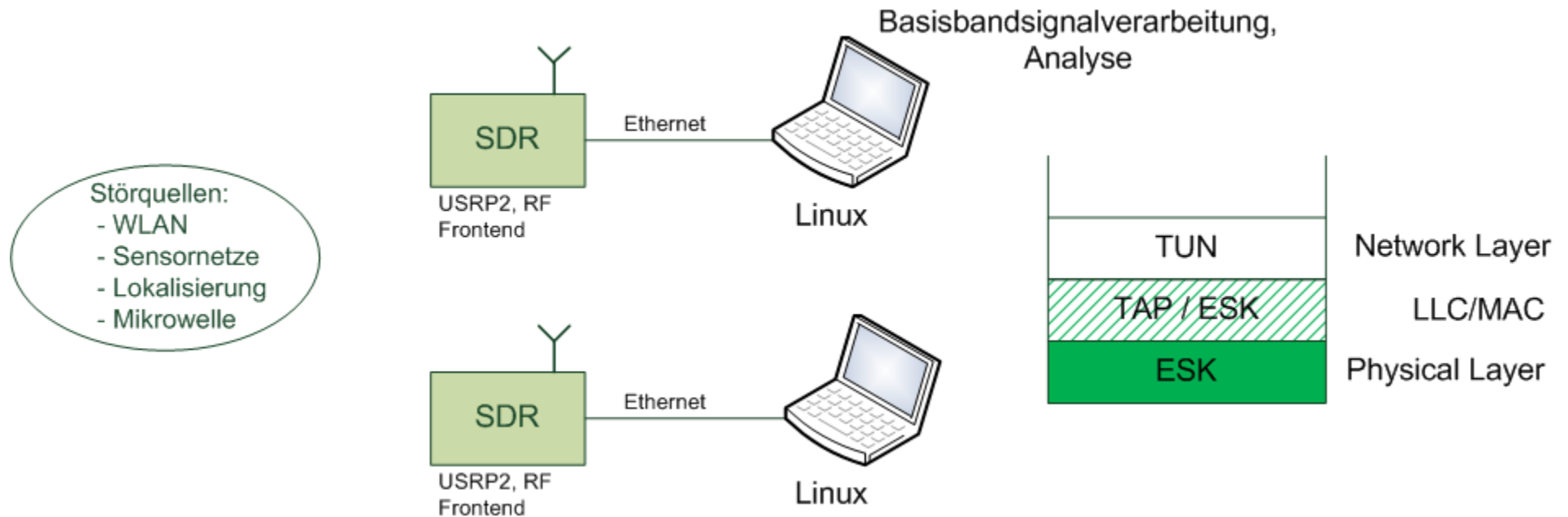
- Primäre Systeme bleiben nicht durchgehend aktiv
- Nutzungslücken können detektiert werden
 - Frequenz
 - Zeit
 - Leistung
- Dynamische Belegung der Nutzungslücken



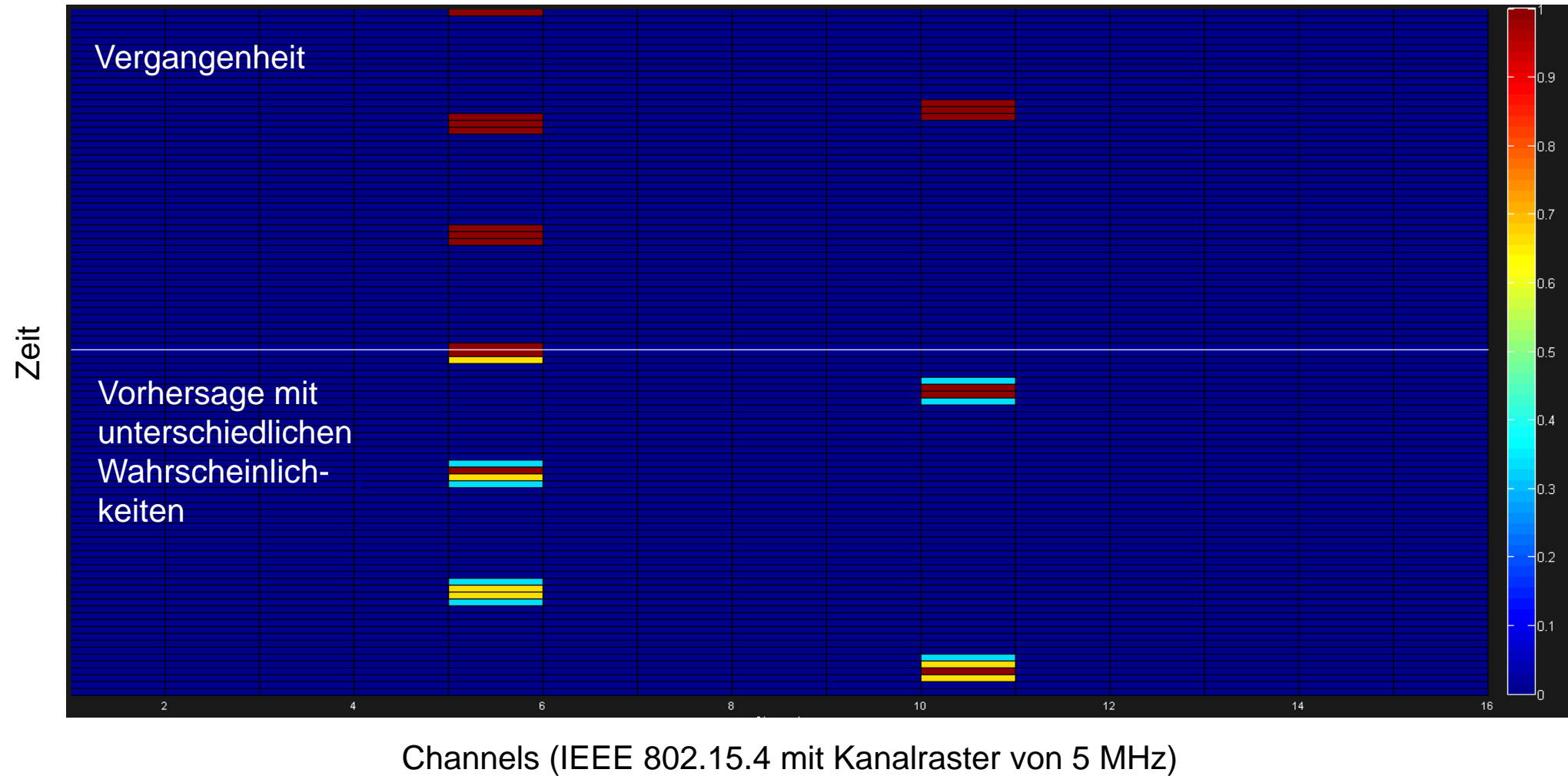
Dynamic Spectrum Access (DSA) ist als Cognitive Radio (CR) bekannt

Experimentiersystem

- Störquellen: WLAN, BT, Sensornetze
- 2xUSRP2
- Daughterboards
 - RFX900: 750-1050 MHz
 - XCVR2450: 2.4 - 2.5, 4.9 - 5.9 GHz
- Einsatz von GNU Radio
- Basisbandverarbeitung auf Linux-PCs
- Simulation der Layer 2 und 3 durch TUN/TAP



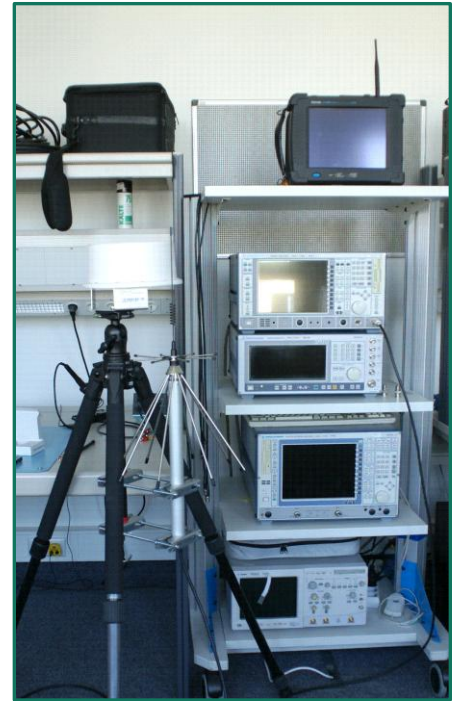
Vorhersage der Spektralbelegung (Energiedetektor)



Woran arbeitet die Fraunhofer ESK?

Implementierung und Evaluierung von CR-Ansätzen

- Implementierung und Evaluierung von Spectrum Sensing Algorithmen
 - Energiedetektion
 - Ausnutzung von zyklstationären Eigenschaften
 - Matched Filter Detection
 - Ziel: Untersuchung von Zuverlässigkeit und Rechenbedarf
- Vorhersage ungenutzter Frequenzbereiche
 - Echtzeitanalyse des Spektrums
 - Vorhersage mittels linearer Regression
 - Neuronaler Ansatz
- Common Communication Channel
- Kanalmessung und -modellierung (Werkhallen, Messen, Büros, Tiefgaragen, Laborumgebung, ...)



Zusammenfassung

Starke Entwicklung der Automatisierungstechnik im Industriestandort Deutschland

Funkübertragung im industriellen Umfeld bringt Vorteile aber auch neue Herausforderungen mit sich

Cognitive Radio kann Koexistenzprobleme beim Funk verringern und findet in der Automatisierungstechnik ein vielversprechendes Anwendungsgebiet

Cognitive Radio

- Koexistenzanalyse notwendig
- Schrittweise Annäherung an Kognitivität mit individuellen Lösungen
- SDRs stellen eine günstige Experimentierplattform dar
- Spectrum Sensing, Prediction sind heute bereits möglich

Geschäftsfeld Industrial Communication der Fraunhofer ESK

Leistungsbereich Industrial Networks

- Gebäudekommunikation
- Drahtlose Systeme und Sensornetze

Drahtlose Systeme und Sensornetze

- Routing- und MAC Verfahren
- Dynamische Rekonfiguration von Sensornetzsoftware
- Cognitive Radio: Neue Übertragungsverfahren für höhere Effizienz
 - Systemtechnische Umsetzung
 - Software Defined Radio
- Drahtlose Messumgebung
 - Spektralanalyse
 - Protokollmesstechnik

Kunden

Gebäudetechnik und
Facility Management

Automatisierungstechnik
und Robotik

Maschinenbau und
Anlagentechnik

VIELEN DANK!

Erik Oswald

Tel.: 089 547088-324 | erik.oswald@esk.fraunhofer.de



Zusätzliche Informationen

ESK Studie: Funktechnologien für die Industrie



- Drahtlose Systeme für den industriellen Einsatz
- Koexistenzmanagement
- Forschungsthema: „Cognitive Radio“
- Weitere Informationen:

www.esk.fraunhofer.de

Systemarchitektur

