

L3-NET

**Communication Architecture for
Wireless Low Power-, Low Cost-, Low Datarate-NETworks
based on 802.15.4 / ZigBee and ISSA**

Prof. Dr.-Ing. Ralph Welge

Email: welge@fhnon.de

Internet: <http://informatik.fhnon.de>

Tel.: +49-4131-677 462

Fachbereich Automatisierungstechnik
Fachhochschule Nordostniedersachsen
Volgershall 1
21339 Lüneburg

Prof. Dr.-Ing. C. Müller-Schloer

Dr.-Ing. habil. J. Brehm

Dipl.Ing. S. Voigt

Email: {cms,brehm,voigt}@sra.uni-hannover.de

Internet: <http://www.sra.uni-hannover.de>

Tel.: +49-511-762 19730

SRA
Universität Hannover
Appelstraße 4
30167 Hannover



Fachbereich Automatisierungstechnik

Inhalt

- **Motivation**
- **L³-Net - Low Power, Low Cost, Low Datarate Network**
- **IEEE 802.15.4 im Überblick**
- **JXTA – Die ISSA Plattform**
- **ISSA – Das Gesamtkonzept**
- **Zusammenfassung und Ausblick**

Ubiquitous Computing

Eigenschaften moderner (drahtloser) Netzwerktechnologien

- Ubiquity: Allgegenwärtige Computer (Geräte, Peers).
- Dezentrale auch mehrfach vorhandene Dienste (Services) attributieren Geräte.
- Vereinbarung zwischen Services: Nachrichtenformate
- Dynamische Netzwerkstrukturen: Mobile Geräte, Spontane (Ad hoc-) Vernetzung.
- Kontextsensitive Bildung von Gerätegruppen (Peergroups).

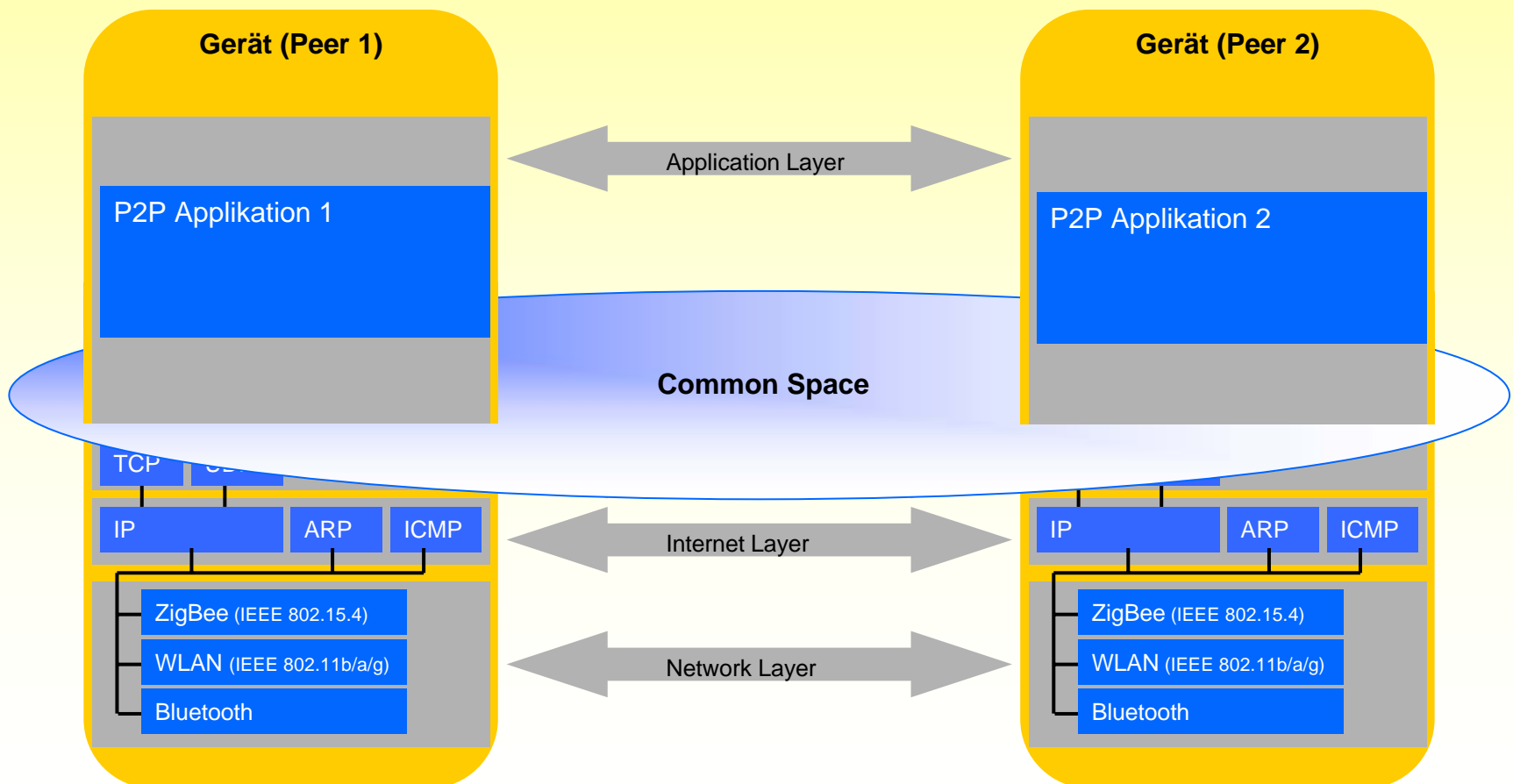
Probleme beim sicheren Management von „per def.“ unsicheren Netzen.

- Welche Geräte und Dienste sind zu einem Zeitpunkt gerade verfügbar?
- Temporäre Verfügbarkeit der Produzenten und Konsumenten von Diensten.
- Informationsaustausch nur innerhalb von Gerätegruppen .
- Distributed Shared Memory Dienste innerhalb von Gerätegruppen.

Das Kommunikationsparadigma: ISSA - Info Space Service Architecture

Motivation für den Einsatz der ISSA

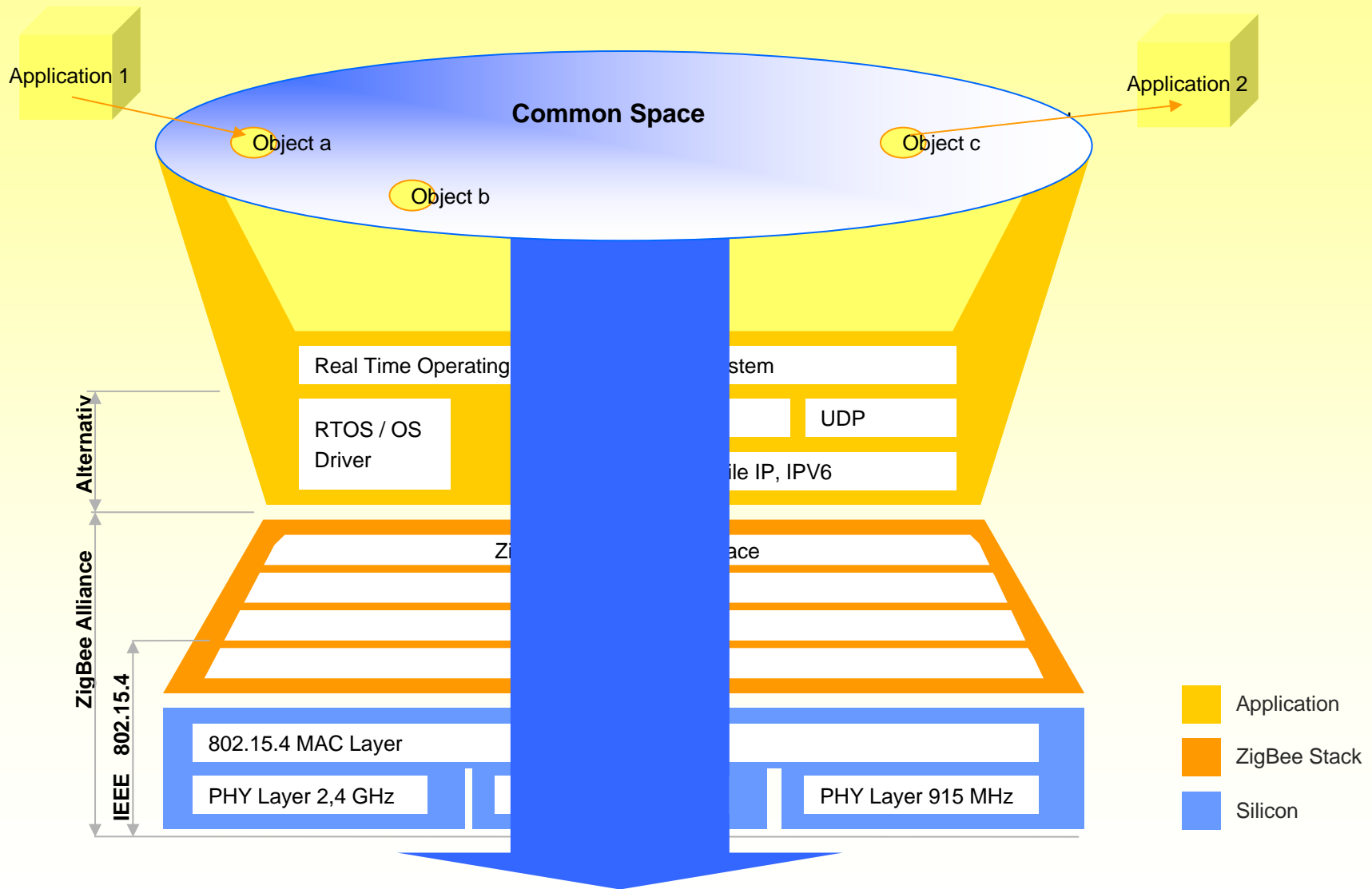
- **Kommunikation** über einen objektbasierten, verteilten gemeinsamen Speicher (DSM: Distributed Shared Memory)



Inhalt

- Motivation
- **L³-NET - Low Power, Low Cost, Low Datarate NETwork**
- IEEE 802.15.4
- JXTA – Die ISSA Plattform
- ISSA – Das Gesamtkonzept
- Zusammenfassung und Ausblick

L³-NET - Low Power, Low Cost, Low Datarate NETWORK



Inhalt

- Motivation
- L³-Net - Low Power, Low Cost, Low Datarate Network
- **IEEE 802.15.4 im Überblick**
- JXTA – Die ISSA Plattform
- ISSA – Das Gesamtkonzept
- Zusammenfassung und Ausblick

IEEE 802.15.4 im Überblick

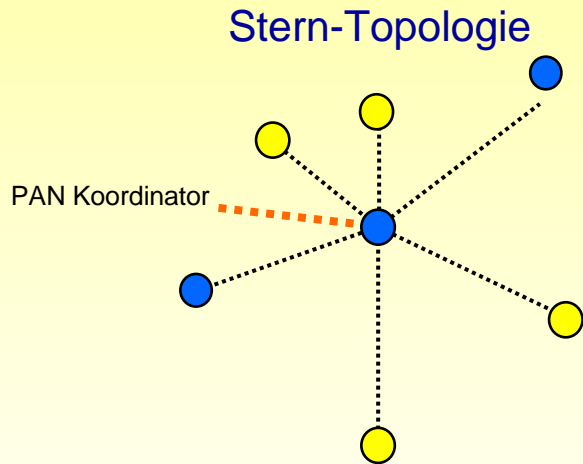
Einsatzbereich von Netzwerken nach der IEEE 802.15.4

- LR-WPAN (Low Rate Wireless Personal Area Network)
- Versuch einer Standardisierung im stark fragmentierten Markt für Low Power-, Low Cost-, Low Datarate-Funkverbindungen für Netzwerke mit hoher Knotendichte und geringen Bandbreitanforderungen.
- Einsatzbereich: Medizintechnik, Gebäudetechnik, Steuerungstechnik, Sensornetzwerke, Konsumelektronik bis hin zu Spielzeugen.
- **Schlüsselaspekte: Energiemanagement, begrenzte Rechenleistung**

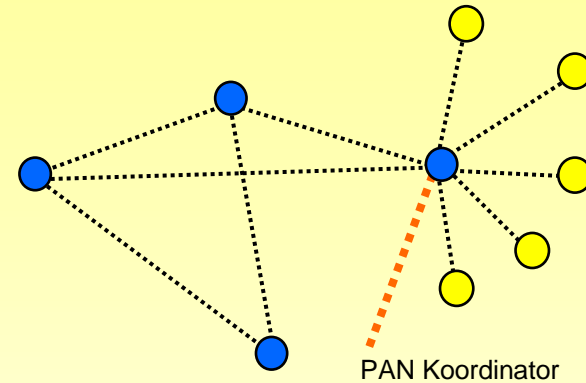
Eigenschaften der IEEE 802.15.4

- Datenraten: 250 KBit/s, 40 KBit/s und 20 KBit/s je nach Frequenzband
- Stern- oder Peer-to-Peer-Topologie
- CSMA-CA- und TDMA-Zugriffsverfahren über GTS (Guaranteed Time Slots)
- Verbindungsorientiertes Protokoll
- Energy Detection (ED) und Link quality indication (LQI)
- Formale Spezifikation in ITU-SDL-88 (SDL-96 und SDL-2000 sind abwärtskomp.)

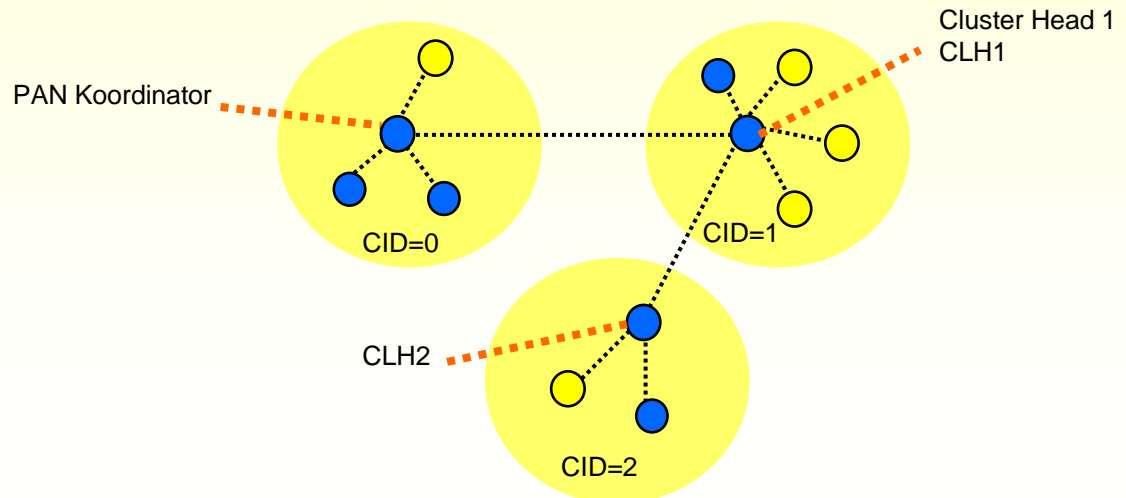
Netzwerktopologien



Peer-to-Peer-Topologie



Cluster Tree-Topologie



- Netzwerkkoordinator (FFD – Full Function Device)
- Einfacher Netzwerkknoten (RFD – Reduced Function Device)
- Kommunikationsverbindung

IEEE 802.15.4 im Überblick

Gerätetypen eines POS (Personal Operating Space)

Full Function Device (FFD)

- Ist PAN-Koordinator oder Device.
- Überträgt als PAN-Koordinator optional Network Beacons.
- Aufgaben als PAN-Koordinator: Netzwerk-Setup und Management.
- Routing von Nachrichten.
- Empfängt permanent; daher i.d.R. Netzspeisung.

Reduces Function Device (RFD)

- Annahme: Batteriespeisung.
- Sucht erreichbare Netzwerke.
- Entscheidet selbst, ob ein Datentransfer eingeleitet werden soll.
- Registriert über die Beacon Extension, ob Datentransfers anstehen.
- Fordert den Koordinator über MAC-Commands auf, Daten zu transferieren.
- Kann für undefinierte Zeit inaktiv sein.

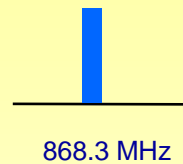
IEEE 802.15.4 im Überblick

Frequenzbereiche

868 MHz-Frequenzband

(nur Europa)

1 Kanal (0)

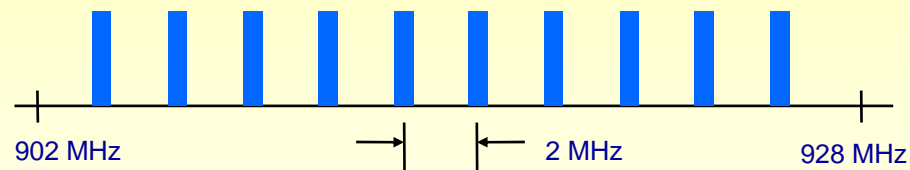


915 MHz-Frequenzband

(nur USA)

10 Kanäle (1 .. 10)

Kanalabstand: 2 MHz



2,4 GHz-Frequenzband

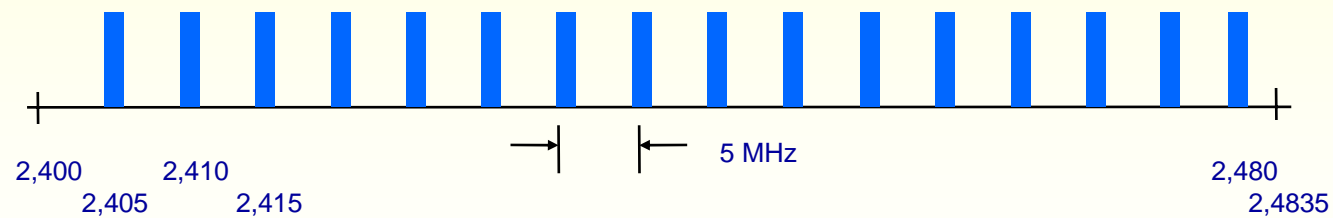
(Europa und USA)

16 Kanäle (11 .. 26)

Kanalabstand: 5 MHz

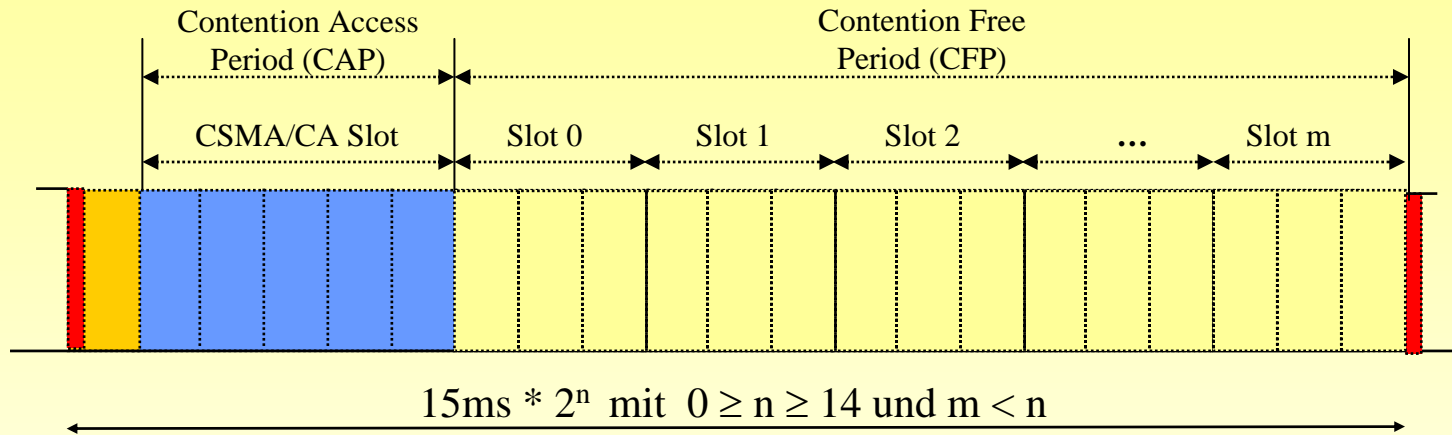
$f = 2405 \text{ MHz} + 5 \cdot k \text{ MHz}$

mit $k = 0, \dots, 15$



IEEE 802.15.4 im Überblick

Optionaler Superframe



- Network Beacon
Synchronisations-Signal des Netzwerkkoordinators.

- Beacon Erweiterung

- CSMA/CA Zeitfenster

- Zeitschlitze für Netzwerkknoten mit festen Bandbreitenanforderungen

IEEE 802.15.4 im Überblick

PHY Layer (Physical Layer)

- Schicht zwischen MAC-Layer und RF-Firmware / -Hardware.
- Interaktion mit dem RF-Transceiver.
- Energy Detection (ED) – Schätzung im aktuellen Kanal.
- Link Quality Indication – LQI für eingegangene Pakete.
- Clear Channel Assessment - CCA für CSMA-CA.
- Kanalwahl.
- Versenden und Empfangen von Daten.
- Enthält PHY Layer Management Entity (PLME).

Services

- PHY Data Service
- PHY Management Service

IEEE 802.15.4 im Überblick

MAC Layer (MAC - Medium Access Control)

- Generierung von Network Beacons, wenn das Device Koordinator ist.
- Synchronisation zu Beacons.
- Assoziatiuon und Disassoziation zu PANs.
- Security.
- Anweisung von CSMA-CA Zugriffen.
- Management von GTS-Zugriffen.
- Management von sicheren Verbindungen zu entfernten MAC-Services .

Services

- MAC Data Service
- MAC Management Service

Inhalt

- Motivation
- L³-Net - Low Power, Low Cost, Low Datarate Network
- IEEE 802.15.4 im Überblick
- **JXTA – Die ISSA Plattform**
- ISSA – Das Gesamtkonzept
- Zusammenfassung und Ausblick

JXTA – Die ISSA Plattform

Basistechnologie JXTA

- Sun veröffentlichte die Ergebnisse des Projekts JXTA im Jahr 2001.
- Forschungsprojekt zur Entwicklung von Peer-to-Peer Netzwerken.
- Protokollspezifikation einer Netzwerktechnologie, keine Implementierung.
- SUN hat allerdings Referenzimplementierungen in C und Java veröffentlicht.

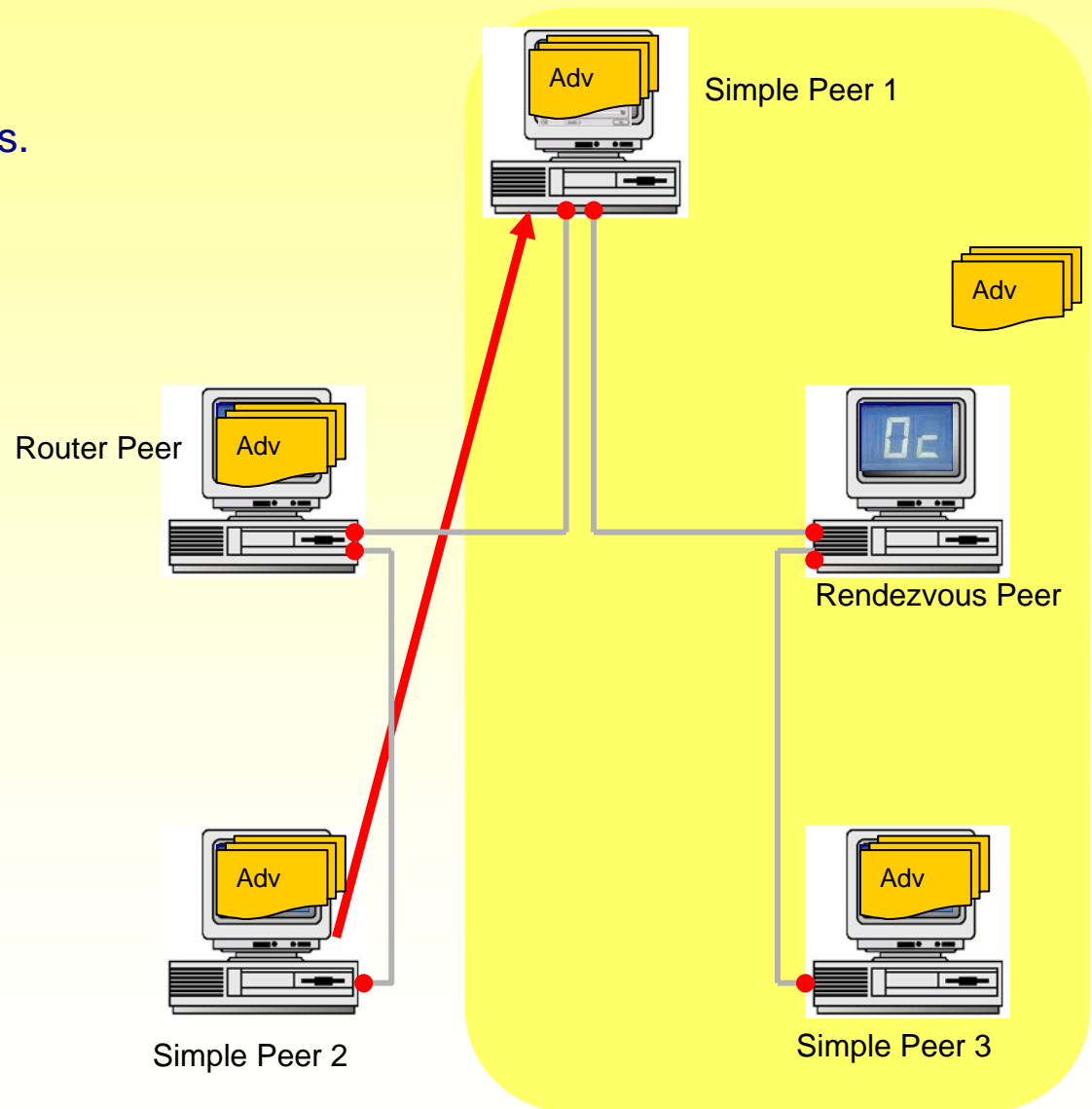
Vorteil für ISSA: Abstrahierte und damit vereinfachte Sicht auf komplexe Netzwerke

- Erkennung dynamischer Geräte und deren Dienste im Netz.
- Bildung von Gerätegruppen und Gruppendiensten.
- Veröffentlichung Geräte-eigener Dienste im Netz.
- Austausch von Daten und Statusinformationen mit anderen Geräten.
- Gewährleistung des Routings.
- XML-basierte Nachrichtenformate

JXTA – Die ISSA Plattform

Elemente von Peer-to-Peer-Netzwerken

- Peers (Geräte).
- Logische Peer-to-Peer-Links.
- Peer Groups.
- Network Transport
 - Endpoints
 - Pipes
 - Messages
- Services
 - Peer Services
 - Peer Group Services
- Advertisements
- Protokolle
 - Z.B. Discovery
- Identifikation



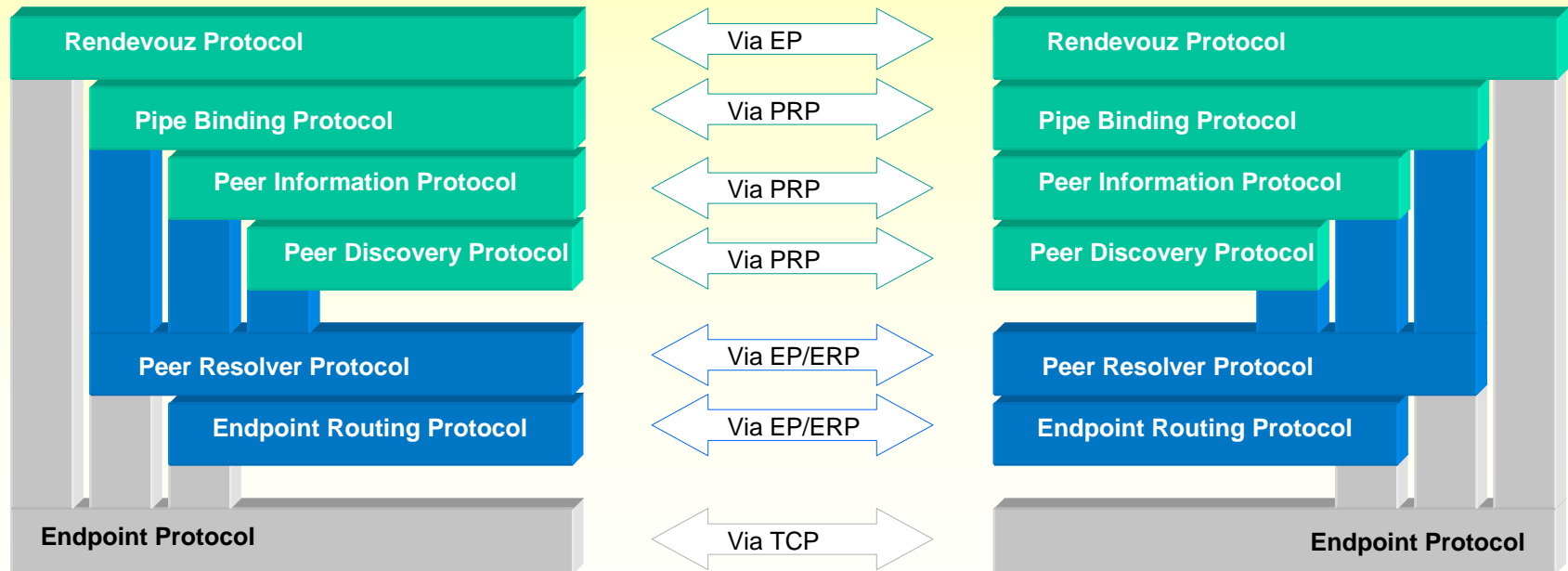
JXTA – Die ISSA Plattform

JXTA Kern-Protokolle

- Peer Resolver Protokoll (PRP)
- Endpoint Routing Protocol (ERP)

JXTA Standard-Service-Protokolle

- Peer Discovery Protocol (PDP)
- Peer Information Protocol (PIP)
- Pipe Binding Protocol (PBP)
- Rendezvous Protocol (RVP)



JXTA – Die ISSA Plattform

Anpassung der Nachrichtenformate an Low Datarate-Netzwerke

- Übernahme der JXTA-Semantik.
- Änderung des XML-Nachrichtenkonzepts in eine binäres Nachrichtenformat.

Command (Opcode)	Source	Destination	Service ID	Channel
1 Byte	8 Byte	8 Byte	2 Byte	2 Byte

Reference	Hop	Message	
		length	content
2 Byte	1 Byte	2 Bytes	Max. 255 Bytes

Inhalt

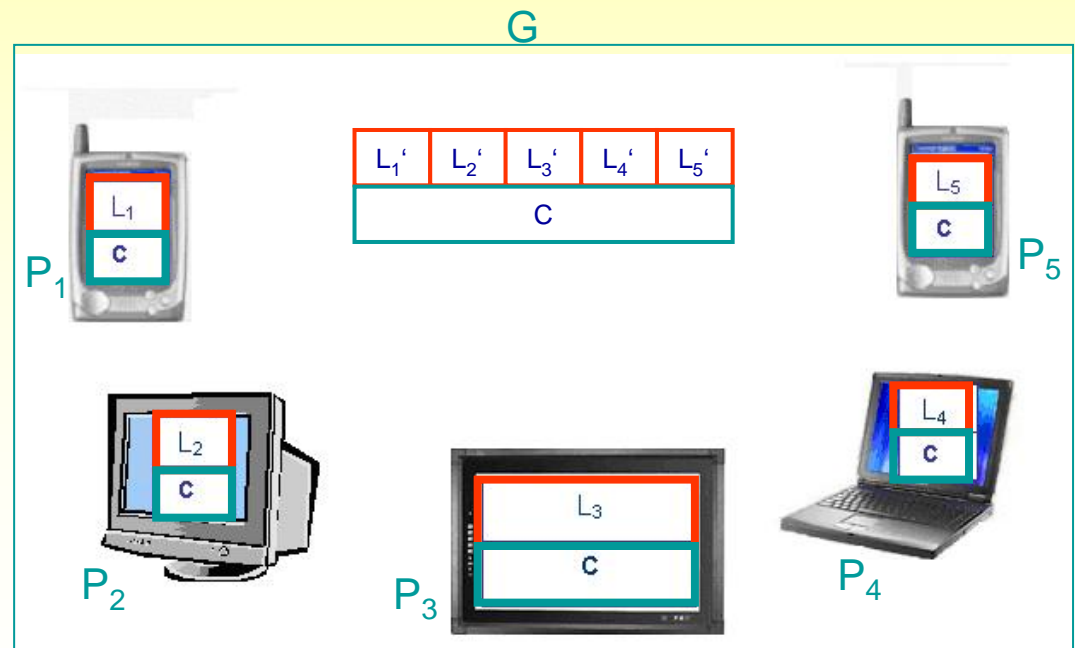
- Motivation
- L3-Net - Low Power, Low Cost, Low Datarate Network
- IEEE 802.15.4 im Überblick
- JXTA – Die ISSA Plattform
- **ISSA – Das Gesamtkonzept**
- Zusammenfassung und Ausblick

ISSA Info Space Service Architektur - eine Middleware für Ad-hoc-Netzwerke

Struktur der ISSA - Info Space Service Architektur

- P_i : Peers einer zuvor gebildeten Peer Group G
- L_i : Objektspeicher - Lokaler Speicherbereich jedes Peers P_i .
- L_i' : Objektreferenzspeicher enthält Referenzen auf ein Subset der Objekte von L_i .
- C : Common Space – Verteilter, gemeinsamer Speicher - Virtueller, globaler Speicher.

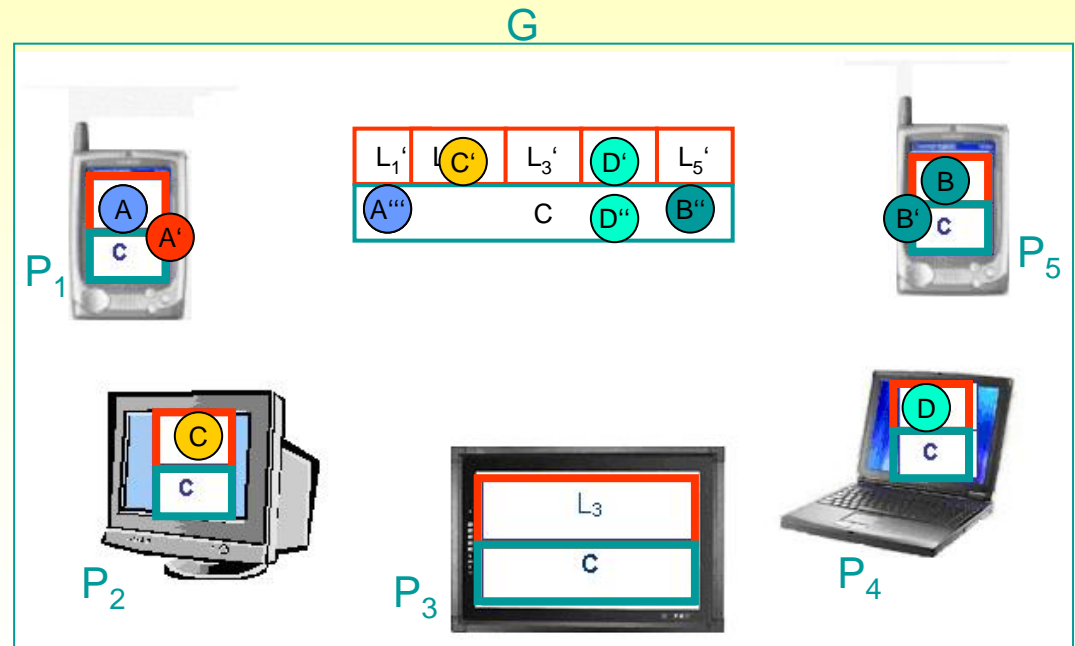
- Veröffentlichung der Objekte aus allen L_i' innerhalb der Peer Group.



ISSA Info Space Service Architektur - eine Middleware für Ad-hoc-Netzwerke

Kommunikation innerhalb der ISSA

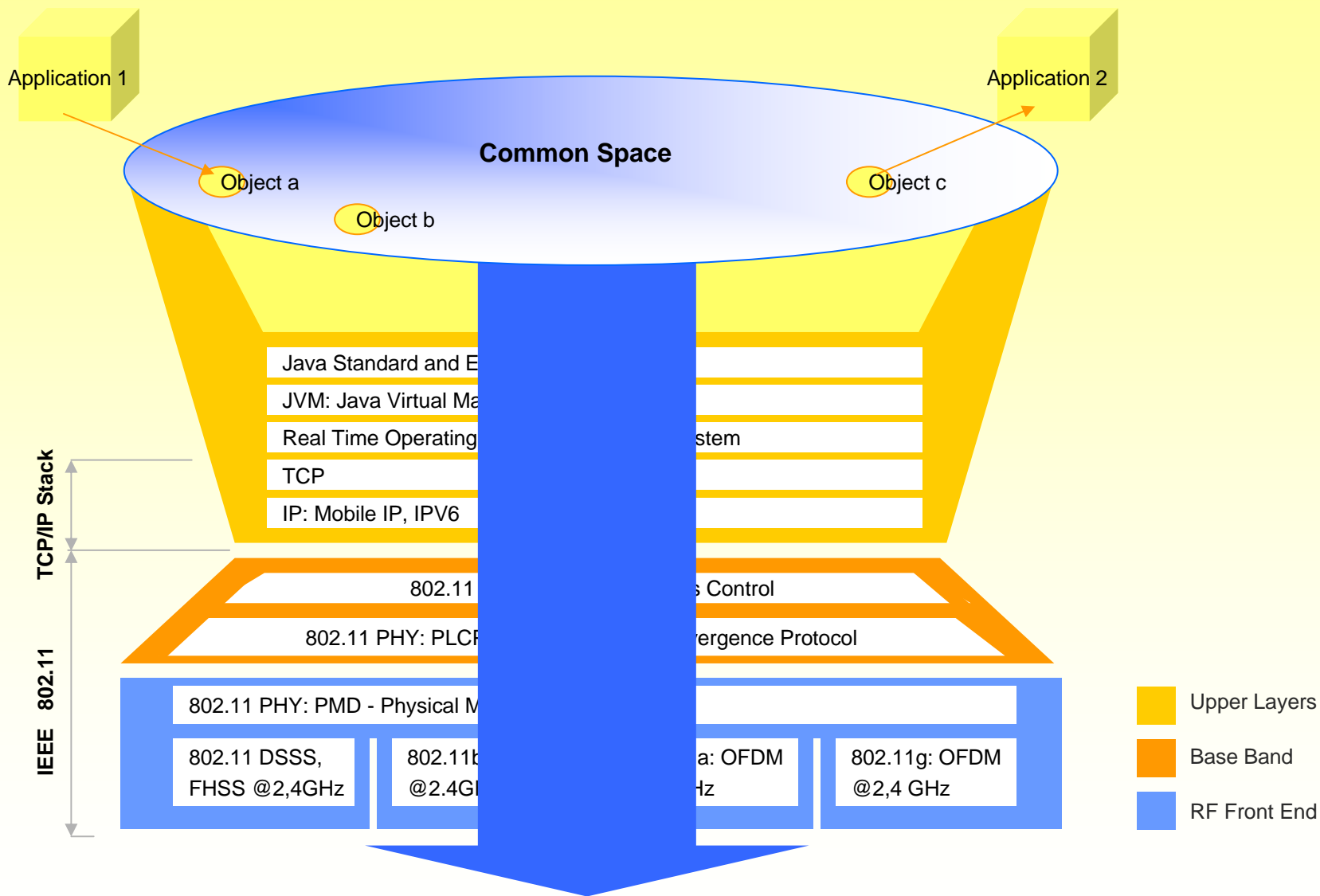
- Grundlage: Tuple Spaces des Projekts LINDA.
- Einfache Operationen:
 - Copy to Local (CTL)
 - Remove from Local (RFL)
 - Copy to Common (CTC)
 - Move to Common (MTC)
 - Copy from Common (CFC)
 - Move from Common (MFC)



Inhalt

- **Motivation**
- **L³-Net - Low Power, Low Cost, Low Datarate Network**
- **IEEE 802.15.4 im Überblick**
- **JXTA – Die ISSA Plattform**
- **ISSA – Das Gesamtkonzept**
- **Zusammenfassung und Ausblick**

Ausblick: Einführung von Java und 802.11x in L³-NET



**IEEE 802.15.4,
ISSA, JXTA, Kommunikationsprotokolle,
Mikrocontroller, Embedded Systems, ...**

**Interesse, Projekte ?
Sprechen Sie uns an !**

Prof. Dr.-Ing. Ralph Welge

Email: welge@fhnon.de
Internet: <http://informatik.fhnon.de>
Tel.: +49-4131-677 462
Fax: +49-4131-677 300

Fachbereich Automatisierungstechnik
Fachhochschule Nordostniedersachsen
Volgershall 1
21339 Lüneburg