



PG Solar Doorplate

WS15/16 und SS16

– Langvorstellung –

Markus Buschhoff
Alexander Lochmann
Olaf Spinczyk





PG Solar Doorplate

WS15/16 und SS16

– Langvorstellung –

Markus Buschhoff
Alexander Lochmann
Olaf Spinczyk

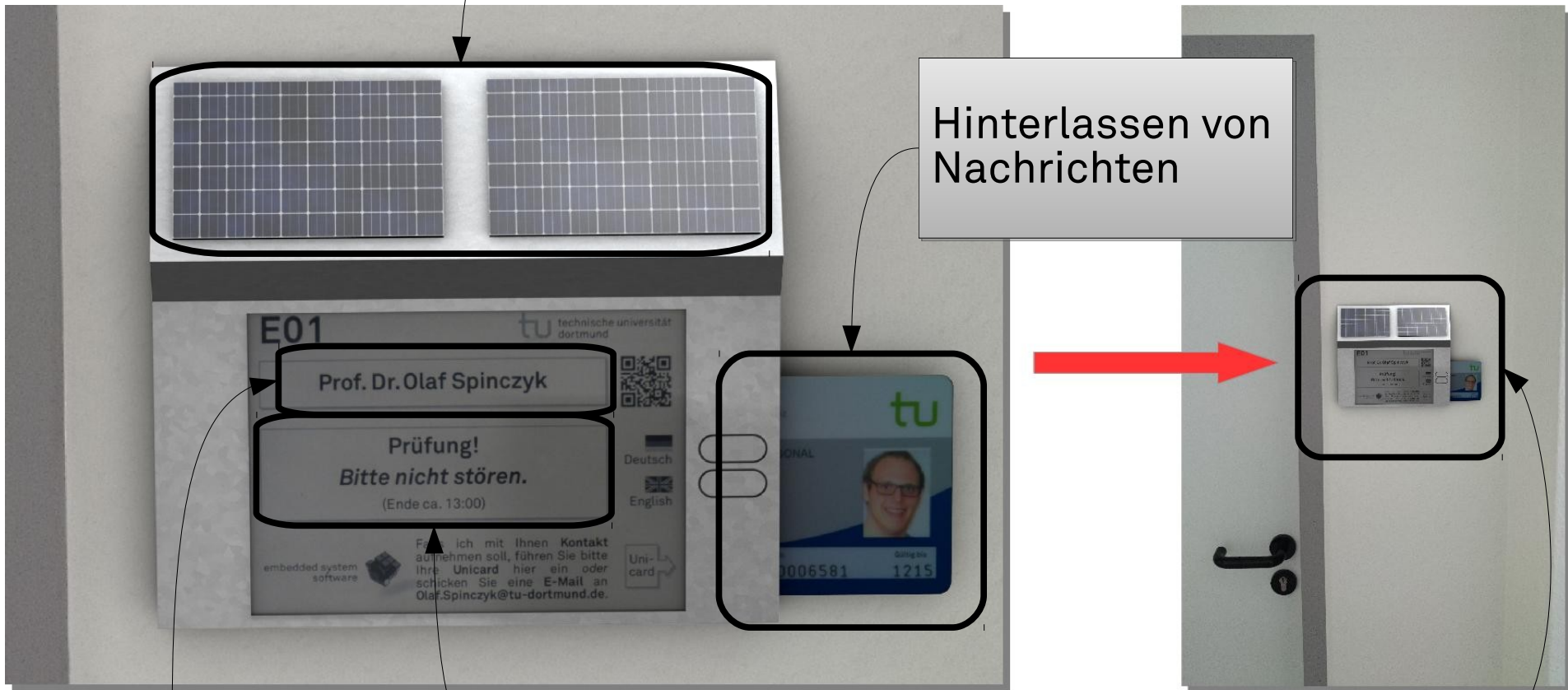




Vision: Energieautarke Türschilder

Energieversorgung durch Umgebungslicht (*Energy Harvesting*)

Hinterlassen von Nachrichten



Anzeigen des Bewohners

Anzeigen des aktuellen Status'

Installation neben mehreren Büros



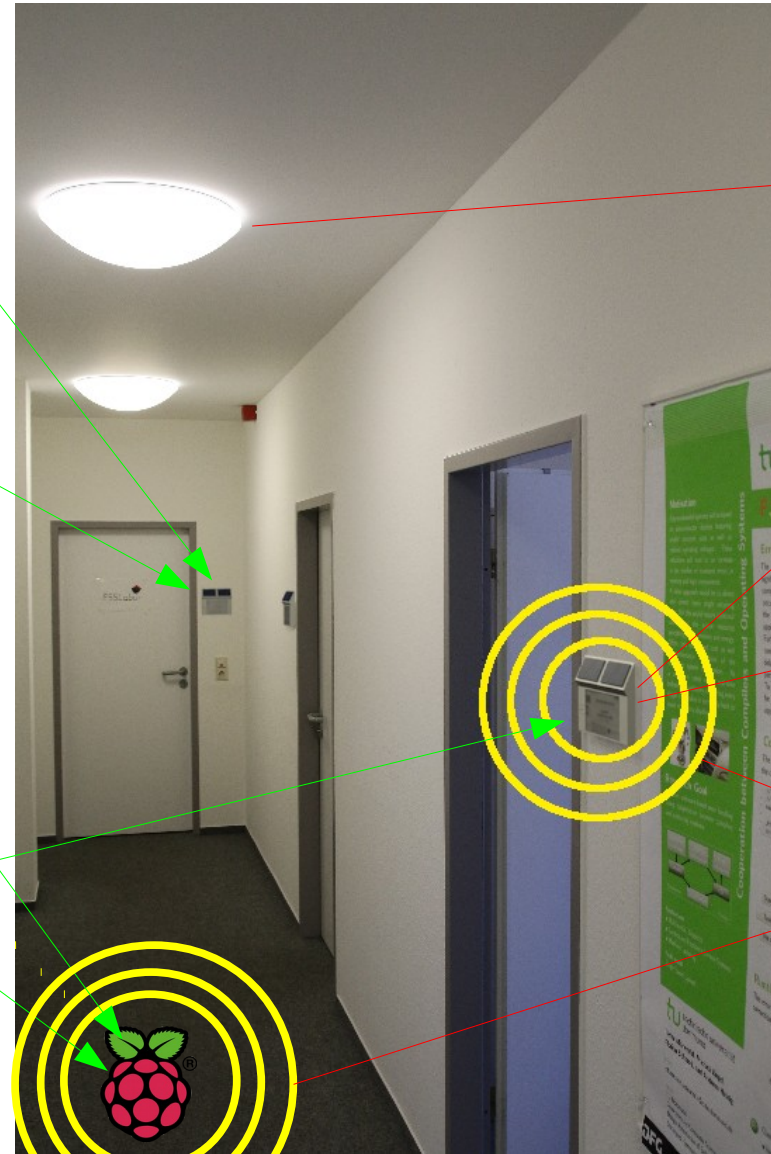
Szenario: Flur in der OH16

individuelle Beschriftung

Täglich mehrfache Änderung

Gateway-Rechner

Funkverbindung



Nachts keine Beleuchtung (=Energie)!

Minimaler Energiespeicher

Komplettausfall ist zu vermeiden

Begrenzte Funkreichweite



Motivation

- Aktuelle Forschung in den Bereichen *Ubiquitäre Systeme*, *Cyber-Physical Systems*, *Industrie-4.0*, *Internet of Things*
- Großes Anwendungsspektrum
- Beispiele:
 - Intelligente Briefmarke
 - Selbststeuernder Warenbehälter
 - Überwachung von Luftfrachtcontainern
 - Smart Tags





Motivation

- Wer will Batterien wechseln?





Herausforderungen

“Betrieb mit minimalem Energie-Budget”

Dazu gehört ...

- Modellierung der Energiequellen/-verbraucher

→ **Energiegewahres Betriebs- und Kommunikationssystem**

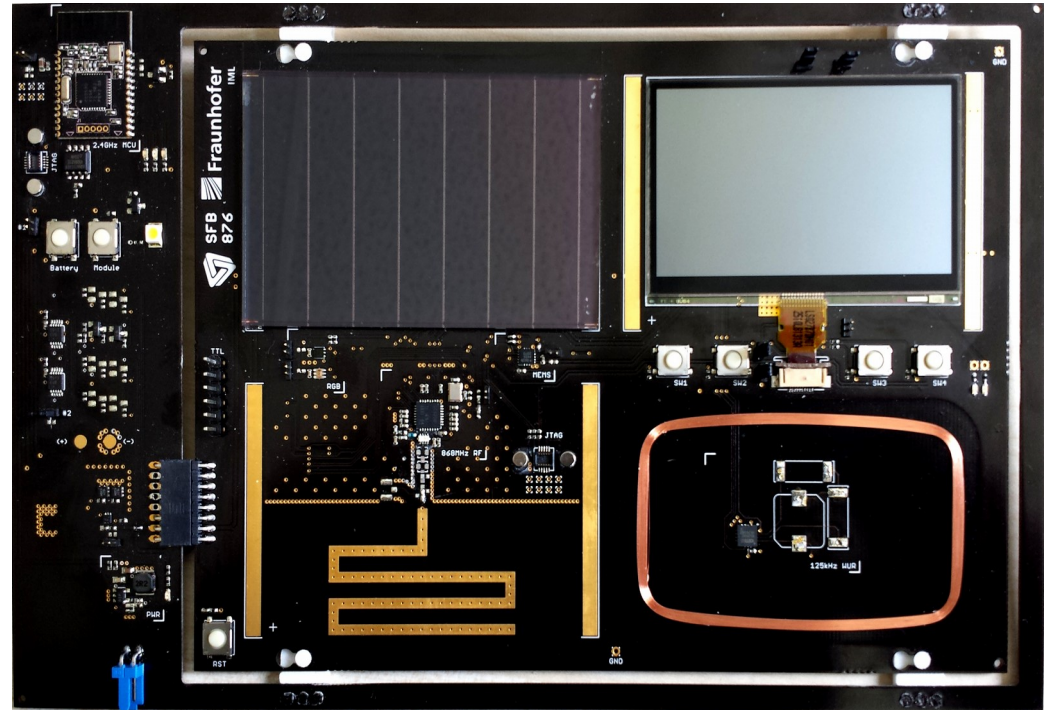
für Energy-Harvesting-basierte ubiquitäre Systeme in
intelligenten Wohn- und Bürourgebungen

- Wiederherstellung nach Verlust der Versorgungsspannung
- Aufbau + Aufrechterhalten der Kommunikationsverbindungen
 - Statusupdates senden/empfangen
 - Weiterleitung von Nachrichten für andere Knoten



Hardware-Plattform für Prototyp

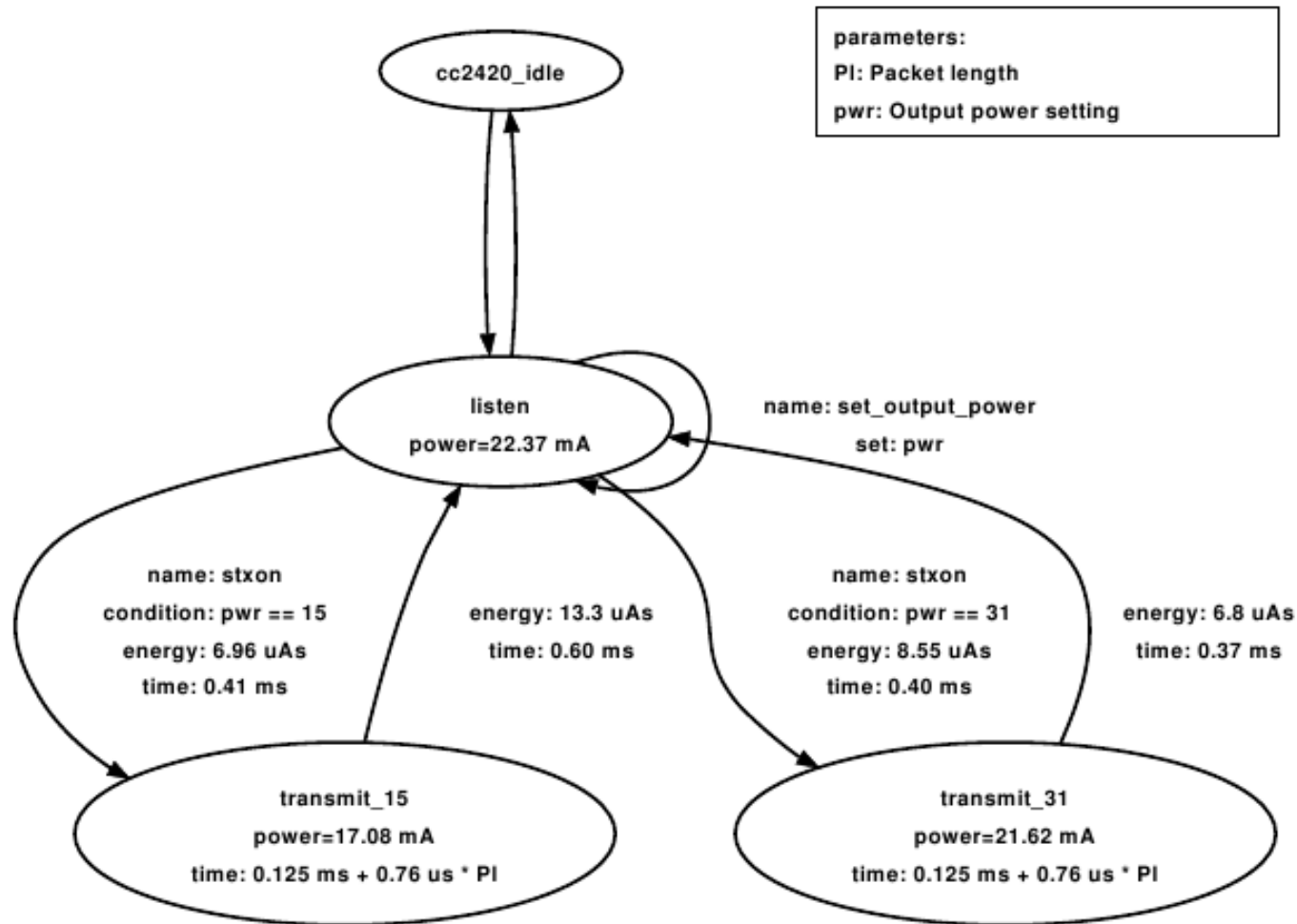
- Fraunhofer IML – phyNode
- MSP 430-FR5960
 - 2 KB SRAM
 - 64 KB FRAM (*nicht flüchtig!*)
 - 16 MHz
 - 40 Pin GPIO (Inkl. UART, I²C, SPI, IrDA, 16 ch. 12Bit-ADC)
 - DMA-Betrieb, AES-Verschlüsselung,
 - Temp.-Sensor, etc..
- Indoor-Solarzelle
- Sharp Memory LCD Display
 - 400x240, 2.7"
 - Ultra Low Power: 50µW statischer Verbrauch, <175µW bei Bildwechsel
- TI CC1200 Funkmodul
 - Bis 1.25 Mbps, +14 dBm, <46mA bei aktivem Senden
- Diverse Features (Licht- und Farbmessung, Energiespeicher, galvanisch getrenntes, Batteriebetriebenes Zigbee-Kontrollmodul zur Experimentsteuerung + FW-Update
- Bisheriges Betriebssystem: Kratos (≈ OO-StuBS)





Energiemodellierung

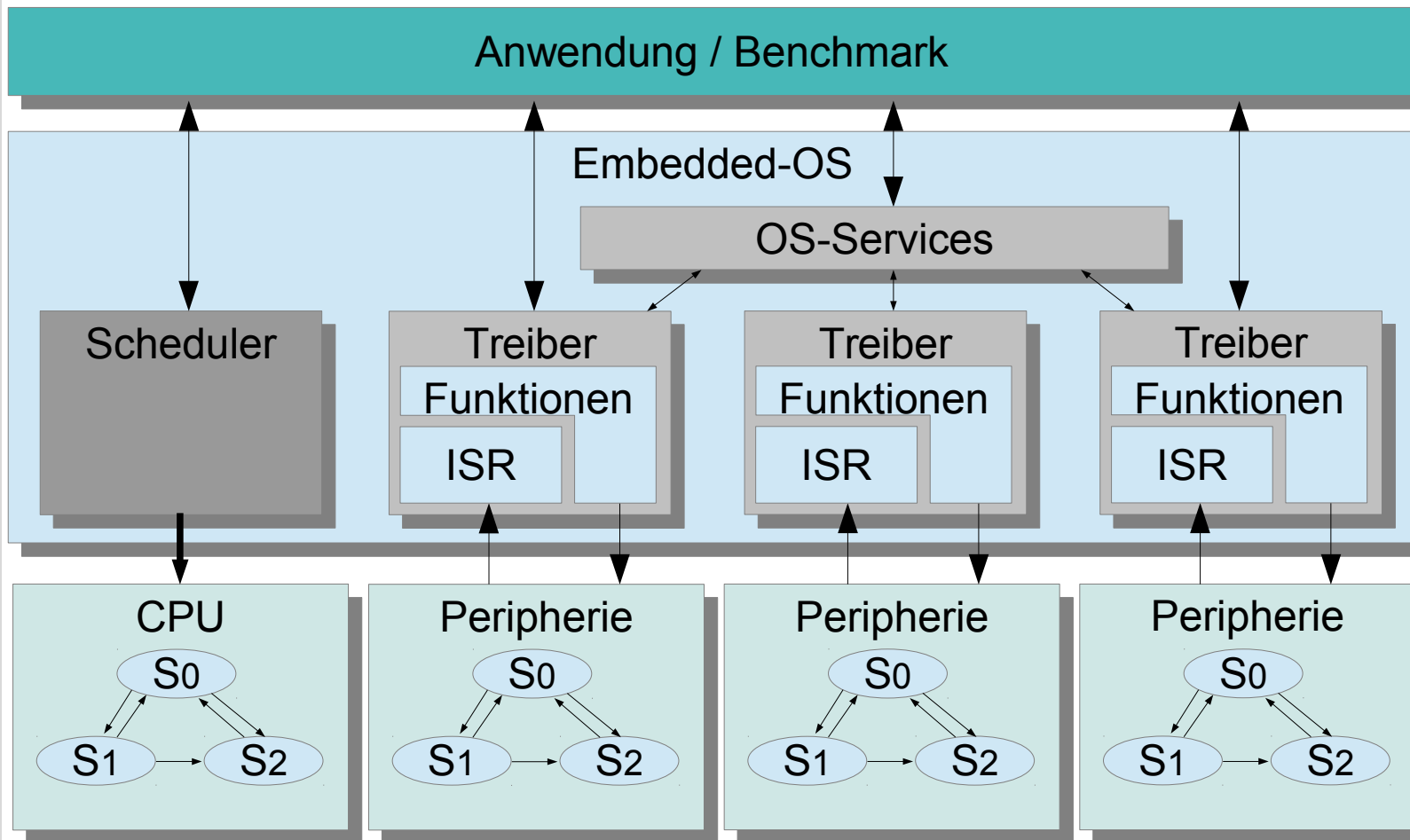
- z.B. auf Basis von *Priced Timed Automata*



Zustände des CC2420

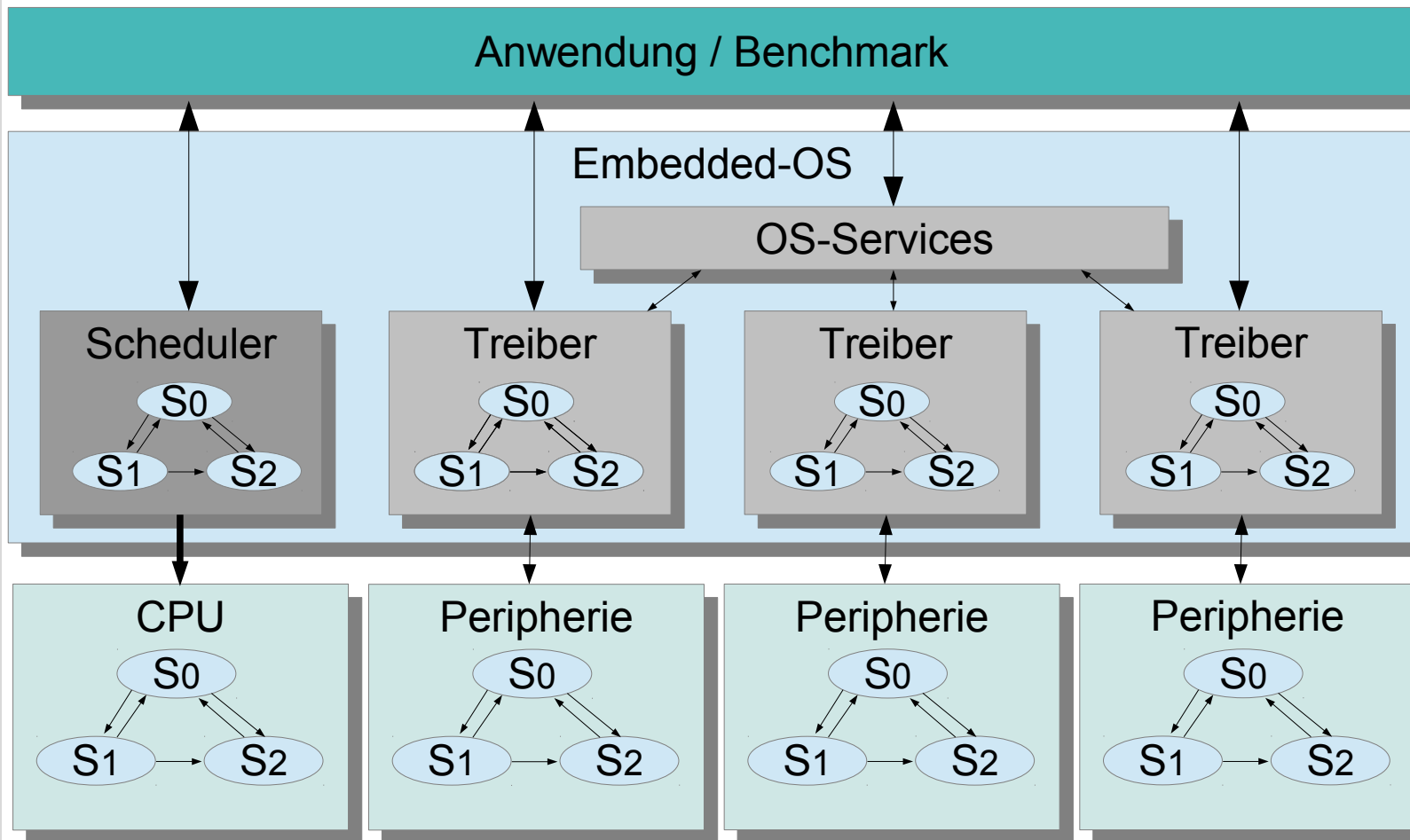


Energiegewahre Betriebssysteme



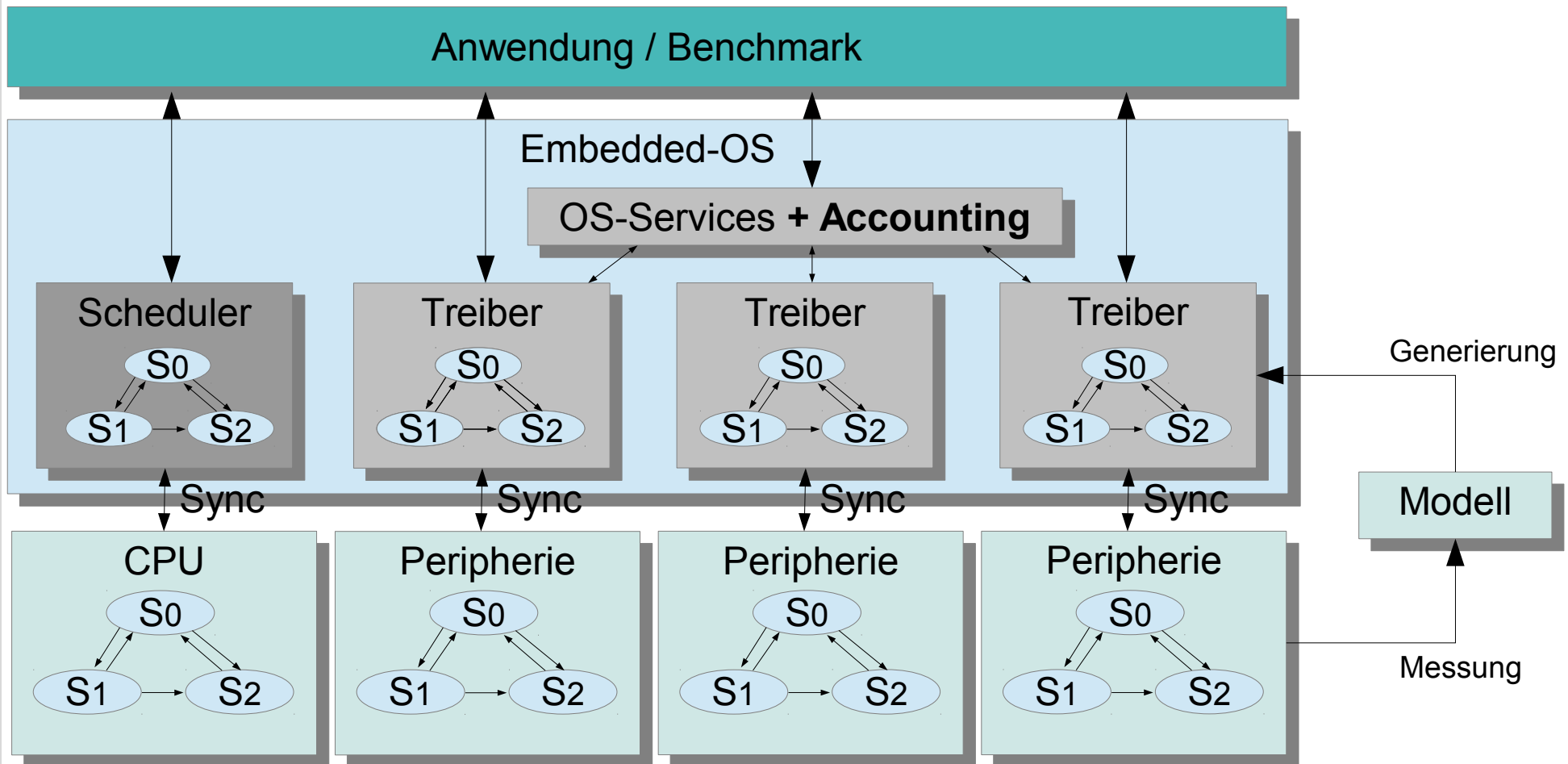


Energiegewahre Betriebssysteme





Energiegewahre Betriebssysteme



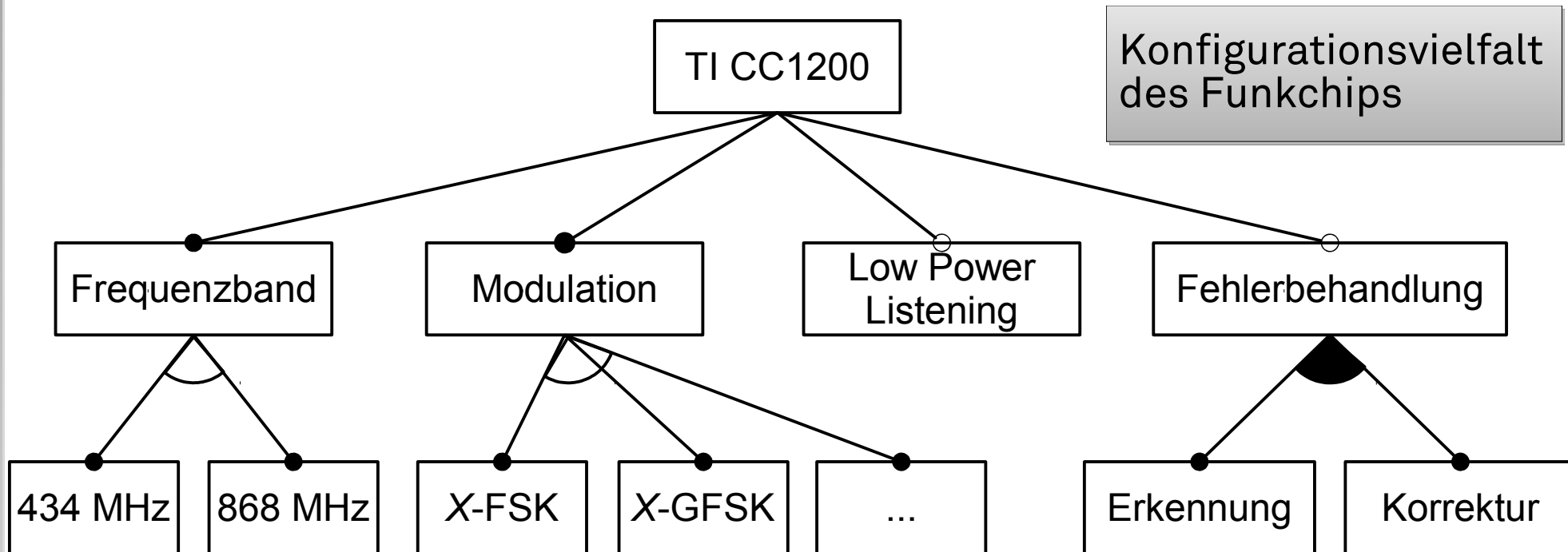


Energiegewahre Betriebssysteme

- Ziele
 - Energiezustand immer bekannt (ohne Messung)
 - Verbräuche prognostizierbar
 - Dynamische Entscheidungen nach Energiesituation
 - Statische Entscheidungen (Planung!) wo möglich
- Beispiel: Solar Doorplate
 - Energie-Ertrag bekannt (z.B. 10 Std. Licht pro Tag)
 - Verbrauch pro Aktion bekannt
 - Minimale Service-Qualität abschätzbar (Anzahl Aktionen pro Tag)
 - Energie-Fahrplan für min. Qualität offline bestimmen
 - Online den Energieverbrauch hochskalieren wenn möglich
 - Notfallplan



Kommunikation – Hardware

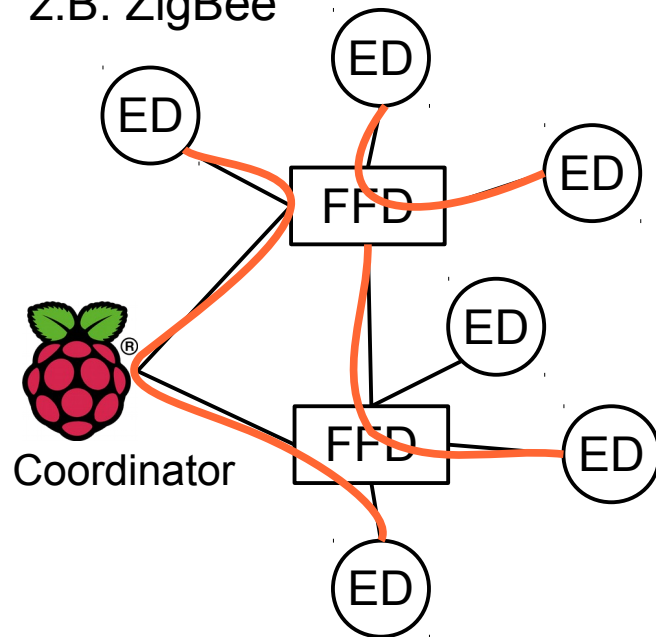


Wie wird über die Luftschnittstelle kommuniziert?



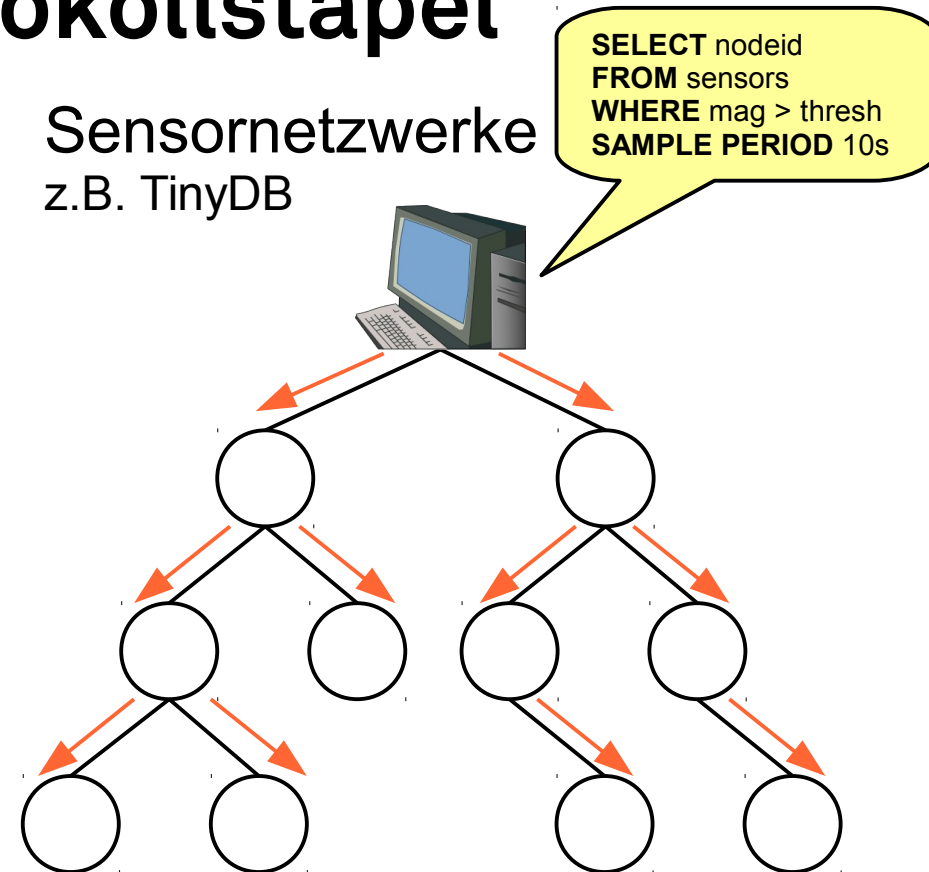
Kommunikation – Protokollstapel

Allg. Low-Power Kommunikation
z.B. ZigBee



→ Jeder Knoten kann immer mit einem anderen Knoten kommunizieren

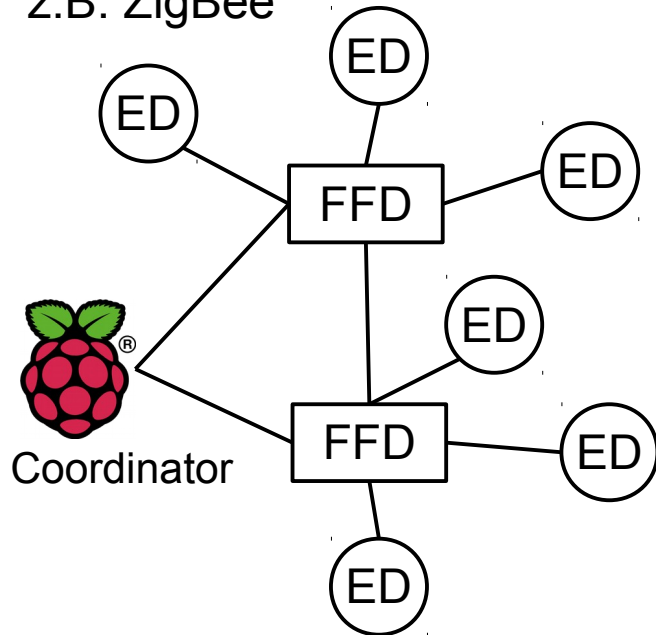
Sensornetzwerke
z.B. TinyDB





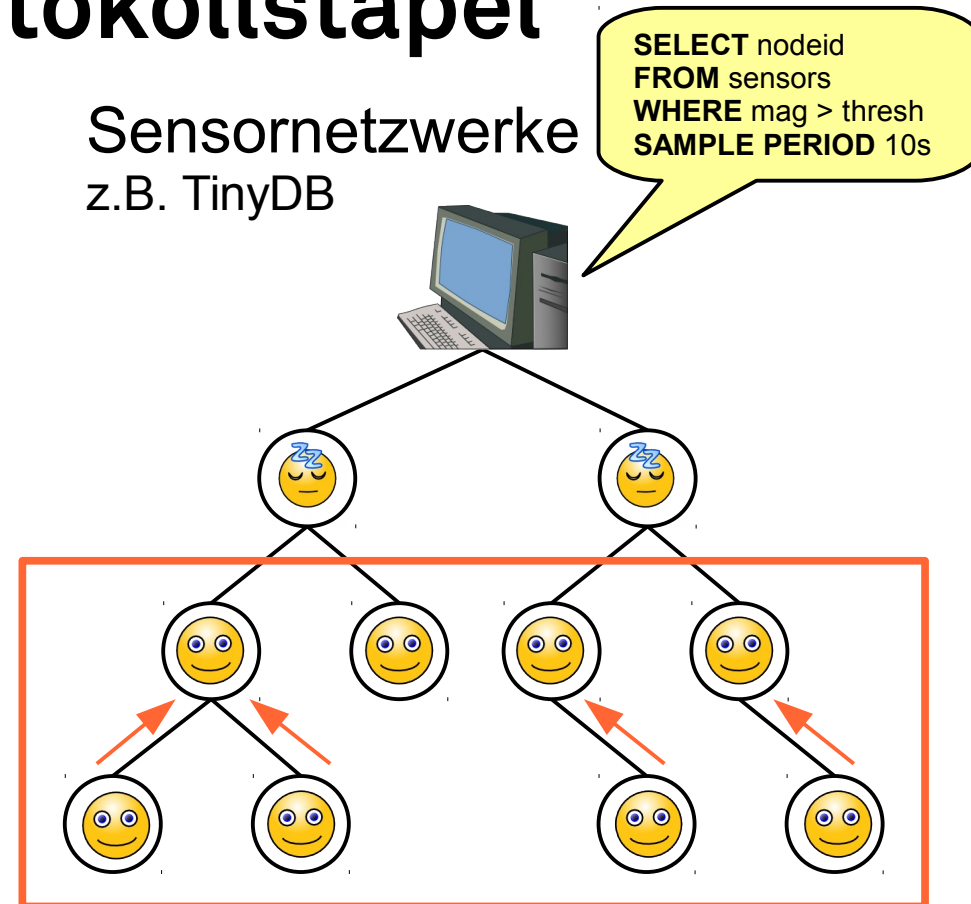
Kommunikation – Protokollstapel

Allg. Low-Power Kommunikation
z.B. ZigBee



→ Jeder Knoten kann immer mit einem anderen Knoten kommunizieren

Sensornetzwerke
z.B. TinyDB





Kommunikation – Protokollstapel

Allg. Low-Power Kommunikation
z.B. ZigBee

Sensornetzwerke
z.B. TinyDB

```
SELECT nodeid  
FROM sensors  
WHERE mag > thresh  
SAMPLE PERIOD 10s
```



→ Was können wir daraus lernen?

→ Jeder Knoten kann immer mit einem anderen Knoten kommunizieren

- Ausnutzen von Anwendungswissen
- Anwendungsspezifische Protokolle sparen Energie



Minimalziele

- Realisierung einer einfachen Türschildanwendung
- Funktionierende Kommunikation zwischen intelligenten Türschildern und Gateway innerhalb eines Raumes
- Erstellung + Integration der wichtigsten Energiemodelle (Solarzelle/Energiespeicher, Funk, Display)
- Einfache Schnittstelle für den Raumadministrator



Und wenn dann noch Zeit bleibt...

- Modifikationen an der Hardware-Plattform...
 - *SmartCard-* oder *RFID-*Leser
 - Wie lässt sich ein entsprechendes Gerät anschließen + ansteuern?
 - Welche Informationen können ausgelesen werden?
 - Wie viel Energie wird dafür benötigt?
 - Eigene Hardware entwerfen
 - eInk-Display vs. Memory LCD Display
 - Richtantennen
 - Abwesenheitsnachricht
 - Einstecken der UniCard
 - Verbindung per Chronos-Uhr
- } Zeigt Benachrichtigung auf dem Display an oder versendet eine E-Mail





Und wenn dann noch Zeit bleibt...

- Leitsystem für Gäste
- Sicherheit
 - Wer darf ein Türschild programmieren?
 - Kryptographie vs. Energieverbrauch
- Installation der Türschilder ...
 - auf unserem Flur
 - an Poolräumen der Fakultät (IRB hat bereits Interesse bekundet)
- Eure Ideen...



Highlights dieser Projektgruppe

- Im Team einen Beitrag zu aktueller Forschung leisten
 - **Energiegewahre** System- und Kommunikationssoftware
 - **Energy-Harvesting** in ubiquitären Systemen
- ... und die Umsetzung eines coolen Anwendungsbeispiels 
- Geselliges Seminarwochenende zu Beginn der PG
- Breitgefächerte Aufgabenbereiche
 - Systemsoftware, drahtlose Kommunikation, Webanwendung, Zuverlässigkeit, hardwarenahe Programmierung
 - Optional: Sicherheit/Kryptographie, Hardwareentwicklung
- Exkursion ...
 - zur Embedded World 
 - zu einem Industriepartner



Weitere Informationen

Kontakt

olaf.spinczyk@tu-dortmund.de

alexander.lochmann@tu-dortmund.de

markus.buschhoff@tu-dortmund.de

(0231) 755-6322

(0231) 755-6141

(0231) 755-6317