



Technische  
Universität  
Braunschweig

Institut für Betriebssysteme  
und Rechnerverbund



## Praktikum: Wireless Sensor Networks

Sommersemester 2013

Yannic Schröder, Ulf Kulau, Wolf-Bastian Pöttner, Felix Büsching

# Outline

- Was sind „Wireless Sensor Networks“?
- Ablauf
- Kurze Einführung in WSN-Hardware
- Organisatorisches
- Ausgabe der Sensorknoten



## Was sind „Wireless Sensor Networks“?

→ Siehe bspw. Anfang des Vorlesungsskripts „Recent Topics in Computer Networks“ (auf Webseite verlinkt)



## Teilnehmer & Ausstattung

### Teilnehmer

- Nur 7 Anmeldungen eingegangen
- Wer noch jemanden kennt: Bitte melden!
- Jeder, der angemeldet ist, hat auch einen Platz!

### Ausstattung

- 2 Knoten pro Person für die Einführung
- Insgesamt sind diverse Knoten verfügbar!

## Kriterien zum Bestehen

- Teilnahme am Praktikum
  - Anwesenheit und Beteiligung an den Pflichtterminen
- Erfolgreiche Bearbeitung aller Aufgaben
  
- Kein Malus für vorzeitiges Abbrechen
  - Bitte in dem Fall so fair sein und Bescheid geben

# Praktikumsablauf

## Tutorial

- Einführung in das Arbeiten mit drahtlosen Sensorknoten

## Einarbeitungsaufgabe

- Jeder für sich
- Kennenlernen der Technik

## Teamaufgabe

- Selbst auswählen (in Absprache mit Betreuern)
- Zielvereinbarung treffen
- Selbstständig bearbeiten

# Challenges in Wireless Sensor Networks

## Processing characteristics

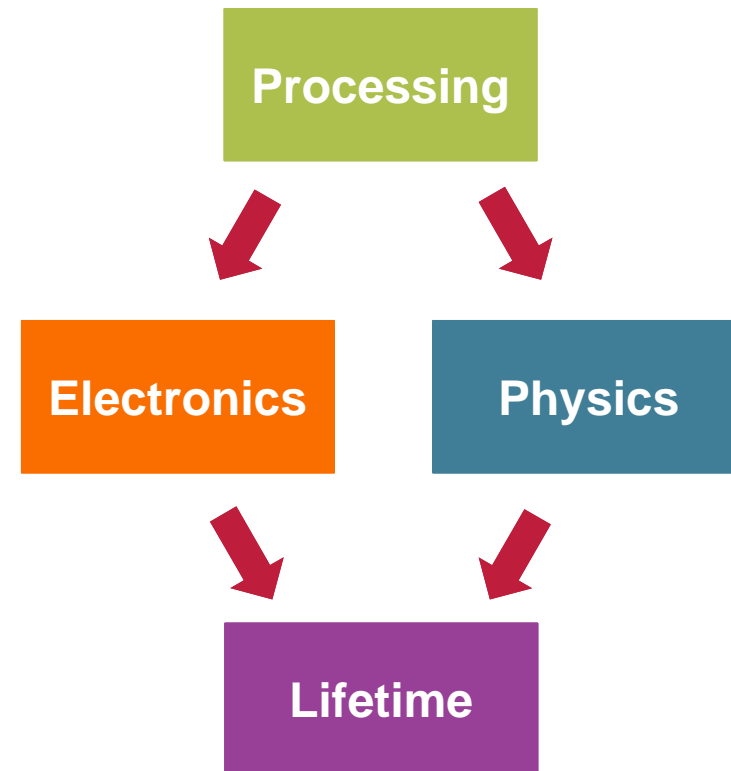
- Computation Power
- Throughput

## Electrical characteristics

- Energy consumption
- Energy dissipation

## Physical characteristics

- Shape, ergonomics, robustness
- Dimensions, weight (also of power source)



## (Partly) Competing Goals

- High computation power
  - High transmission rate
  - High transmission range
  - ➔ High energy consumption
- 
- Small size
  - Light weight
  - ➔ Low energy capacity
- 
- Smaller parts → less energy consumption



# Hardware of Wireless Sensor Networks

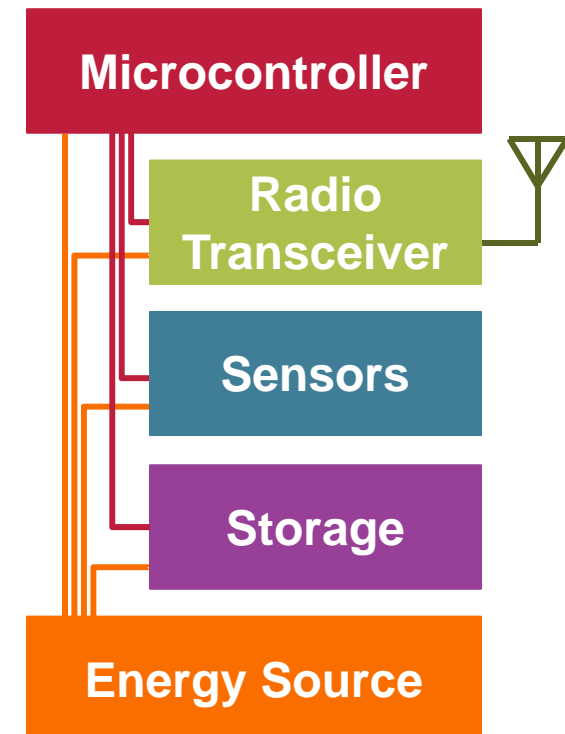
- WSN consist of Nodes
- Nodes = Small Computers
  - Processor
  - Energy Source
  - Sensor
  - Transmitter



## Wireless Sensor Node – in general

### Wireless Sensor Nodes consist of

- n Microcontrollers (usually  $n = 1$ )
- m Radio Transceivers (usually  $m = 1$ )
- Energy Source(s)
  - Battery
  - Solar Panel
  - Energy Harvesting
- x Peripherals
  - Sensors
  - Actuators
  - Memory / Storage



Microcontroller = Microprocessor + Peripherals

- Memory
  - Main-, program- and data-memory
    - SD-RAM
    - Flash
    - EEPROM
- Bus-controller
  - USART, UART, I<sup>2</sup>C, SPI

## IEEE-Standards in ISM-f

### IEEE 802.11 (WLAN)

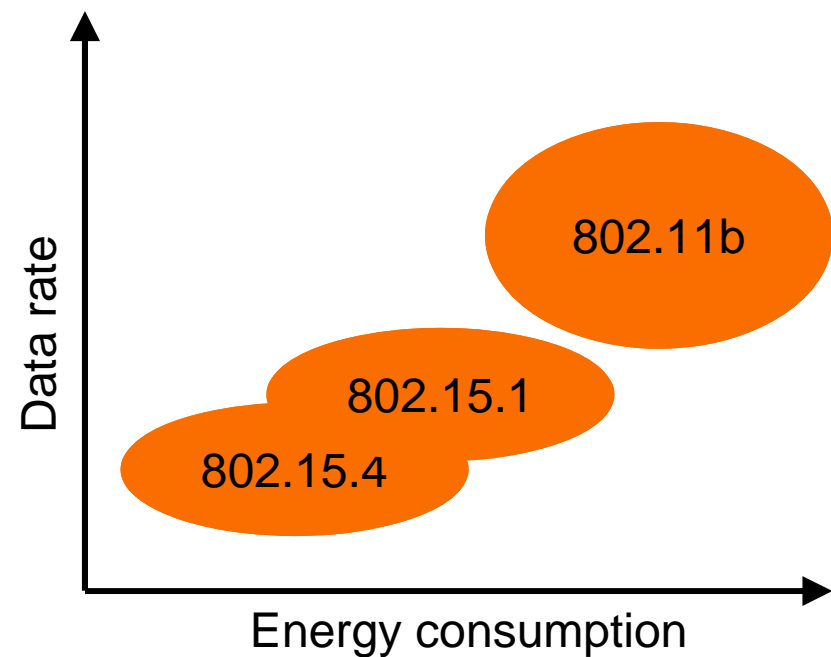
- ~11 Mbit/s
- ~ 100m operating distance

### IEEE 802.15.1 (Bluetooth)

- ~ 1 Mbit/s
- ~ 10m operating distance

### IEEE 802.15.4 (not only ZigBee)

- ~ 0.25 Mbit/s
- ~ 10 m operating distance



### Interfaces

- Parallel, serial, bus
- Analog (ADC), digital I/O

### Different types of Memory

- Flash, SD-Card
- EEPROM
- RAM

### Sensors

- Temperature, Humidity, Light, Pressure, Acceleration, ...

## Battery

- “normal” AA Batteries
- Li+-Batteries
- ...

## Radio Powered RFID

- Self powered by radio-”transmission”

## Energy Harvesting

- Energy from the environment
  - Solar cells, etc.

# INGA – Inexpensive Node for General Applications

## ATmega architecture

- ATmega 1284p microcontroller
  - 8 bit RISC architecture , 128 kB Flash, 16 kB SRAM, 4 kB EEPROM
  - 10 bit ADC, separated I<sup>2</sup>C, JTAG, SPI(s), UART (FTDI-USB)
- AT86RF231 Radio Transceiver

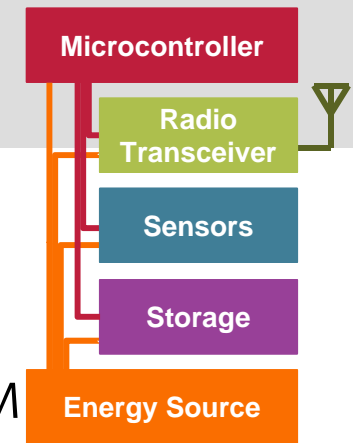
## Peripherals for activity monitoring

- Accelerometer, Gyroscope
- Pressure Sensor, Temperature Sensors

## Flash and SD-Card Storage

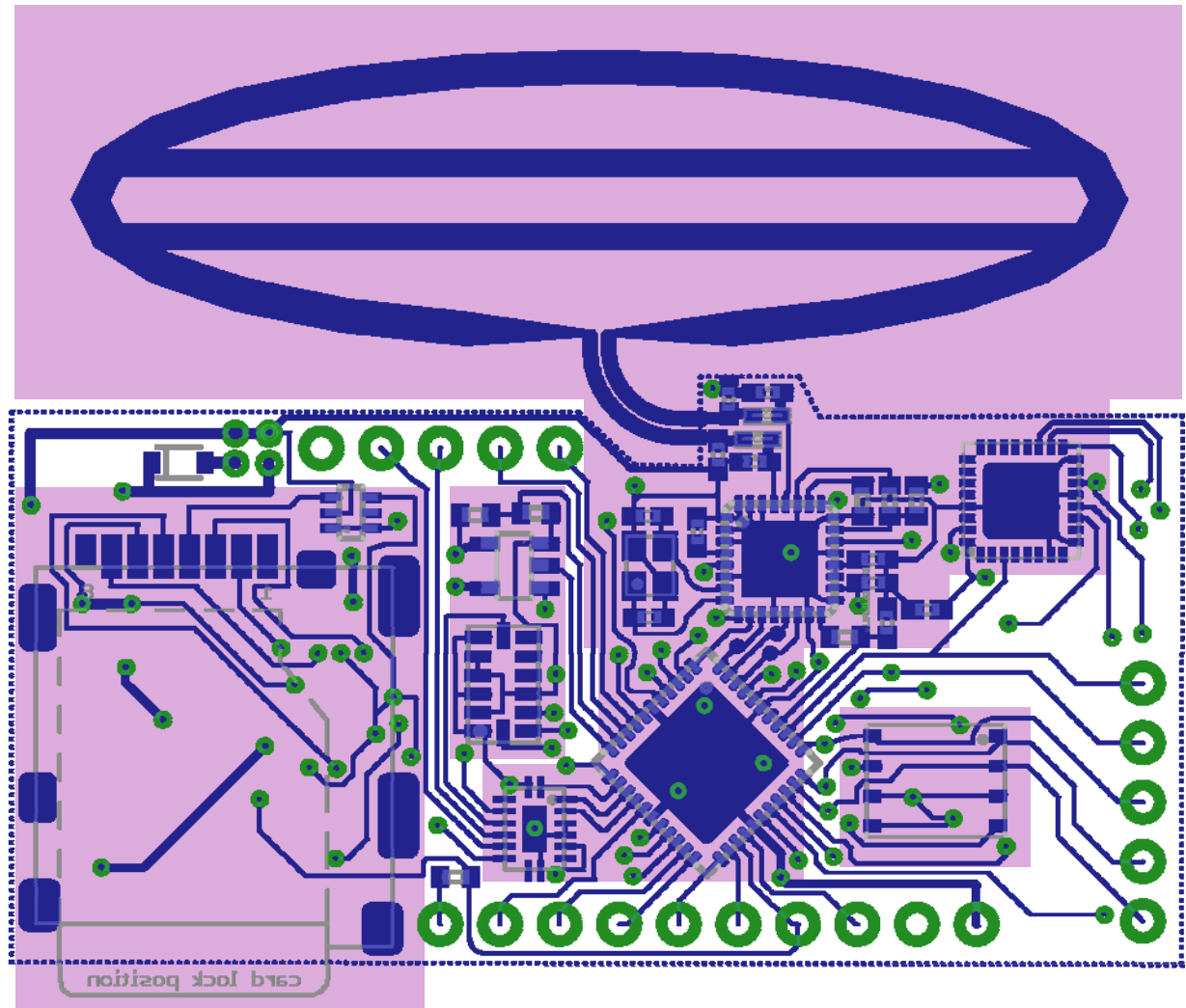
## USB-Powered

- Li+-charging



## New Sensornode – Rear side

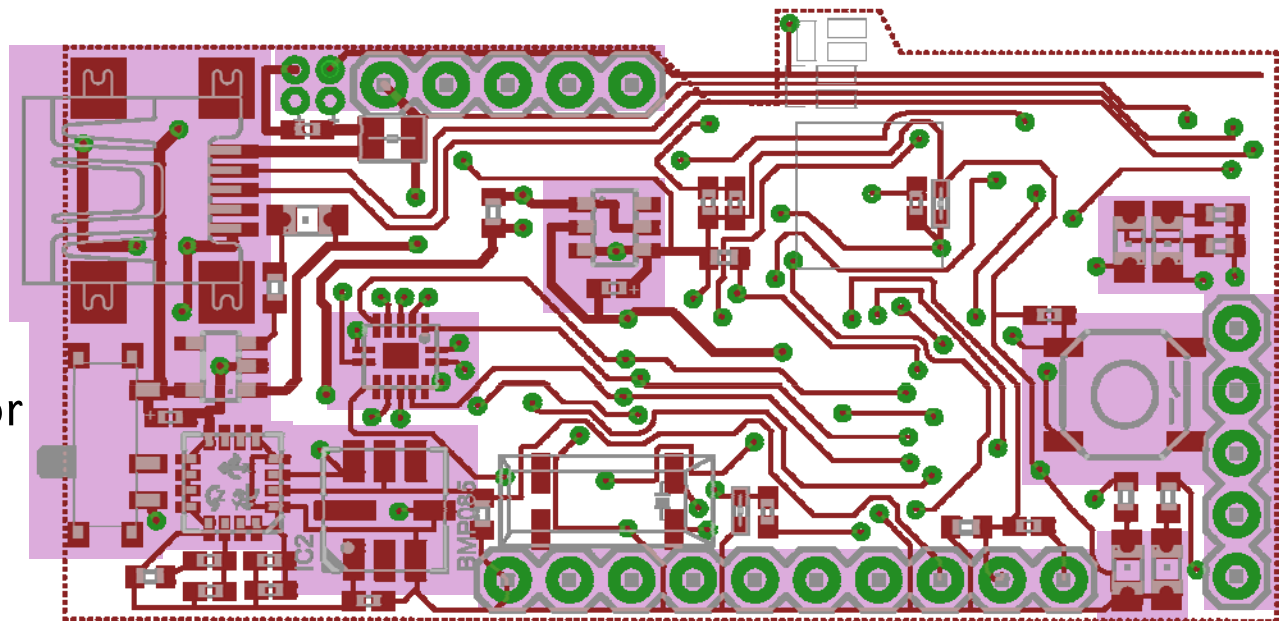
- AVR Raven HF -part
  - new Radio RF231
    - Pin compatible
    - HW-Encryption
- 1284P MCU
- USB-RS232
  - Bootloader
  - „Over the Air“-Flashing
- Multiplexed 2nd SPI
- Flash-Memory
- SD-Card-Slot
  - Inactive → powerless
- Accelerometer
- Current sensing





## New Sensornode – Front side

- USB-Connector
- USB-Charging
- Voltage regulation
- Voltage sensing
- Gyroscope
- Pressure Sensor
- On/off-Switch
- Push-Button
- 2 User-LEDs
- RS-232 RX/TX-LEDs
- Battery / Accumulator
- 2.54 mm expansion connectors



# Zeitplan

11.04.2013 – 16:30 – heute

- Einführungsveranstaltung + Tutorial Part I

16.04.2013 – 17:00 – 19:00 – nächsten Dienstag

- Tutorial Part II

25.04.2013 – 17:00 – in zwei Wochen (IZ 119)

- Spätestens: Abgabe der ersten Aufgabe
- Gruppeneinteilung und Aufgabenvorschläge

02.05.2013 – 17:45 – in drei Wochen

- Kick-Off Gruppenarbeit

# Zeitplan

04.06.2013 – 17:00 Zwischenpräsentation

- Jede Gruppe stellt ihren Zwischenstand vor

10.07.2013 – 14:00

- Abschlusspräsentation
- Jede Gruppe stellt ihr Projektergebnis vor
- Ende des Praktikums

## Praktikumszeiten

Das Praktikum findet semesterbegleitend statt: also immer!

- Abgaben einzelner Aufgaben spätestens zu den angegebenen Terminen

Betreute Übungen (Teilnahme optional)

- Falls regelmäßige Treffen gewünscht:
  - Yannic sitzt bspw. dienstags 13:15-14:45 im Miclab (IZ-147)
- Oder: Bei Bedarf
  - E-Mail an Yannic



## Kommunikation & Information

Mailingliste: [wsn@ibr.cs.tu-bs.de](mailto:wsn@ibr.cs.tu-bs.de)

- Gruppenübergreifende Kommunikation (was alle interessiert)

### Webseiten:

- Informationen, Aufgaben und Daten
- <http://www.ibr.cs.tu-bs.de/courses/ss13/wsn/> (WSN-LAB Seite)
- <https://trac.ibr.cs.tu-bs.de/project-cm-2012-inga> (INGA-Wiki)
- <https://trac.ibr.cs.tu-bs.de/course-cm-wsn> (WSN-LAB Wiki)

### Persönlich

- Bei den betreuten Übungen
- Per Mail an [wsn-owner@ibr.cs.tu-bs.de](mailto:wsn-owner@ibr.cs.tu-bs.de)

## Teamaufgabe

- n Personen ( $1 < n < 4$ ) bilden eine Gruppe
- Aufgabe für die Bearbeitungszeit wählen
  - 02.05.2013 – 10.07.2013 → 10 Wochen Bearbeitungszeit
- Zielvereinbarung aufschreiben und mit Betreuern abstimmen
  - Eigene Ideen sind Willkommen
  - Zielvereinbarungen ins Wiki
- Betreuung
  - Bei den betreuten Übungszeiten
  - Über die Mailingliste

### Zwischenpräsentation (04.06.2013)

- Jede Gruppe hält kurzen Vortrag über den Status ihrer Arbeit

### Abschlusspräsentation (10.07.2013)

# Ausgabe der Sensorknoten

## 2 für jeden Teilnehmer

- Vorsichtig damit umgehen
  - Kosten: ~ 80 Euro pro Stück
  - Wir haben kaum Ersatz!
- Erhalt quittieren
  - 2x INGA
  - 2x USB Kabel
- Aufbewahrung:
  - Tupper-Box
  - Pappkarton
  - Etc.