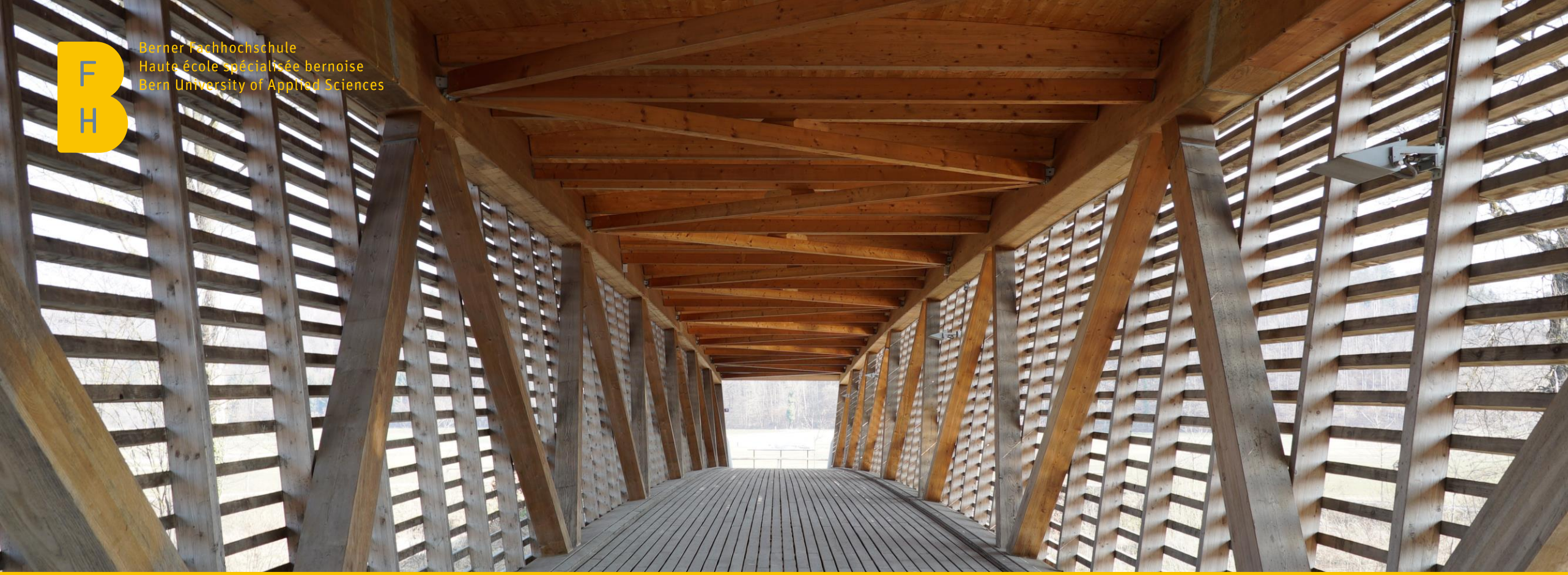


Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

SwingMoBri

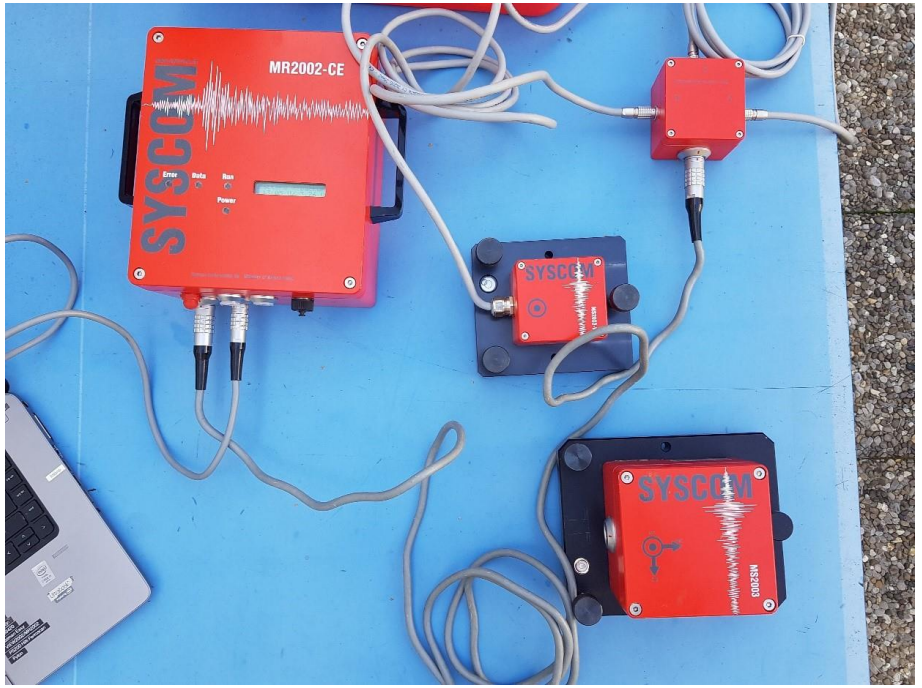
Messsystem zur Erfassung der Eigenfrequenzen von Holzbrücken

- Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S
- Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur IHTA

Einleitung

Problemstellung

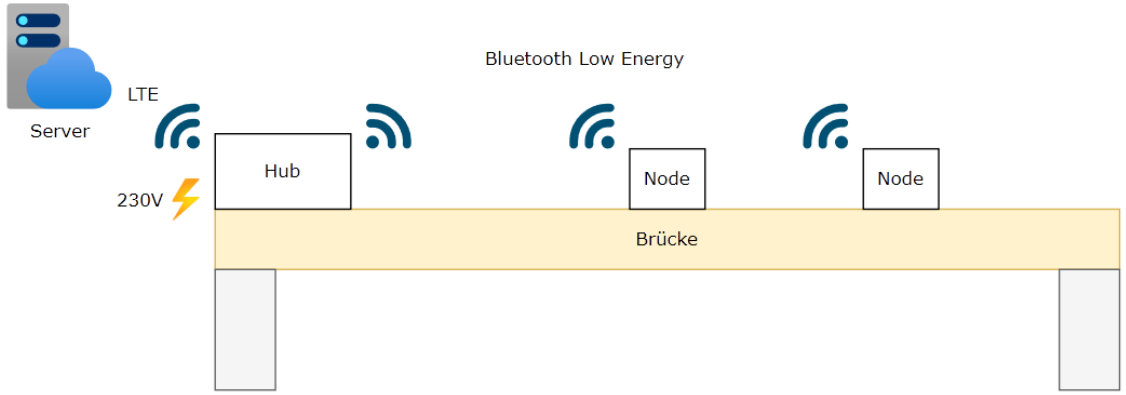
- Eigenfrequenz gibt Aufschluss über Zustand von Baukonstruktionen
- Bestehende Produkte
  - PCB System kompliziert und nicht für Monitoring geeignet
  - SYSCOM System mit Kabel

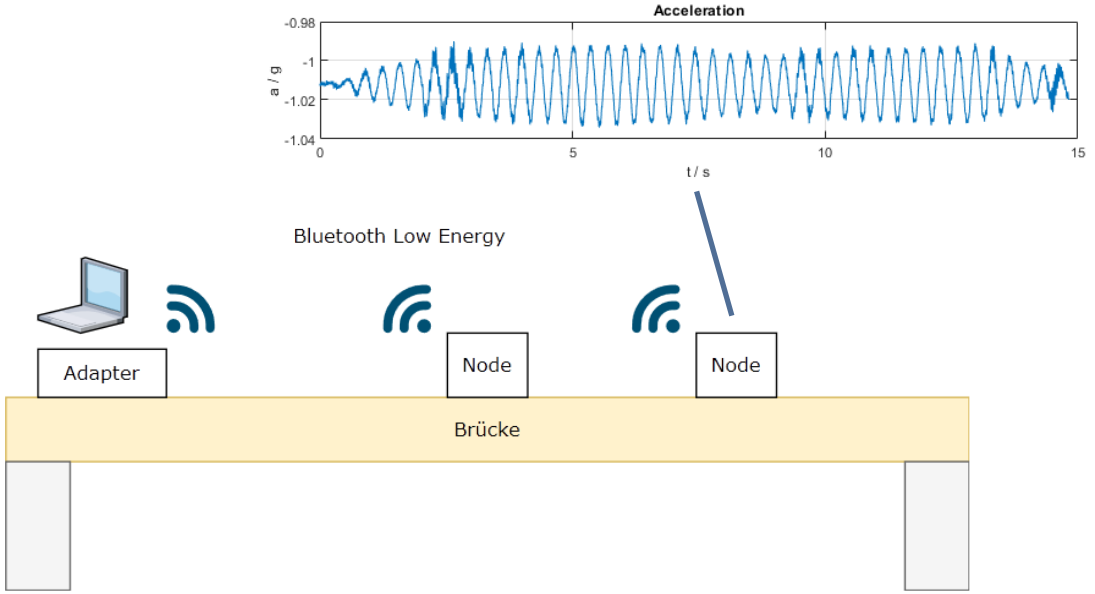


Ziel

- Einfache Montage und Bedienung
- Keine Kabel
- Live Aufnahmen und Langzeitmonitoring

Ziel: Anwendungsfälle





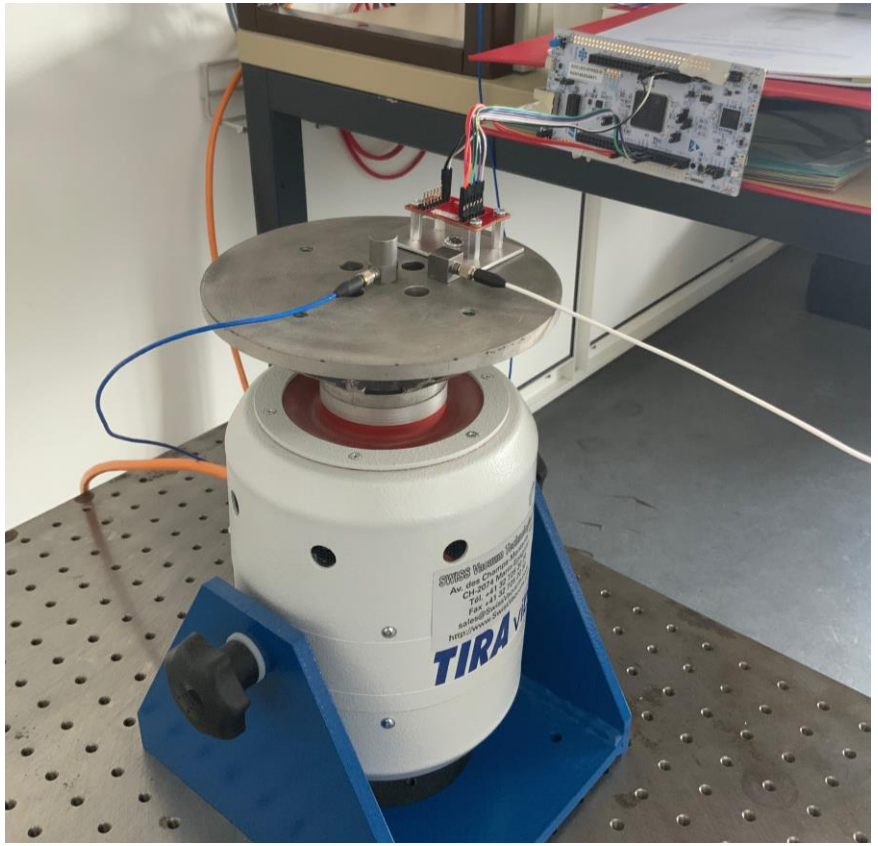
Langzeitüberwachung (Monitoring)

Zustandserfassung

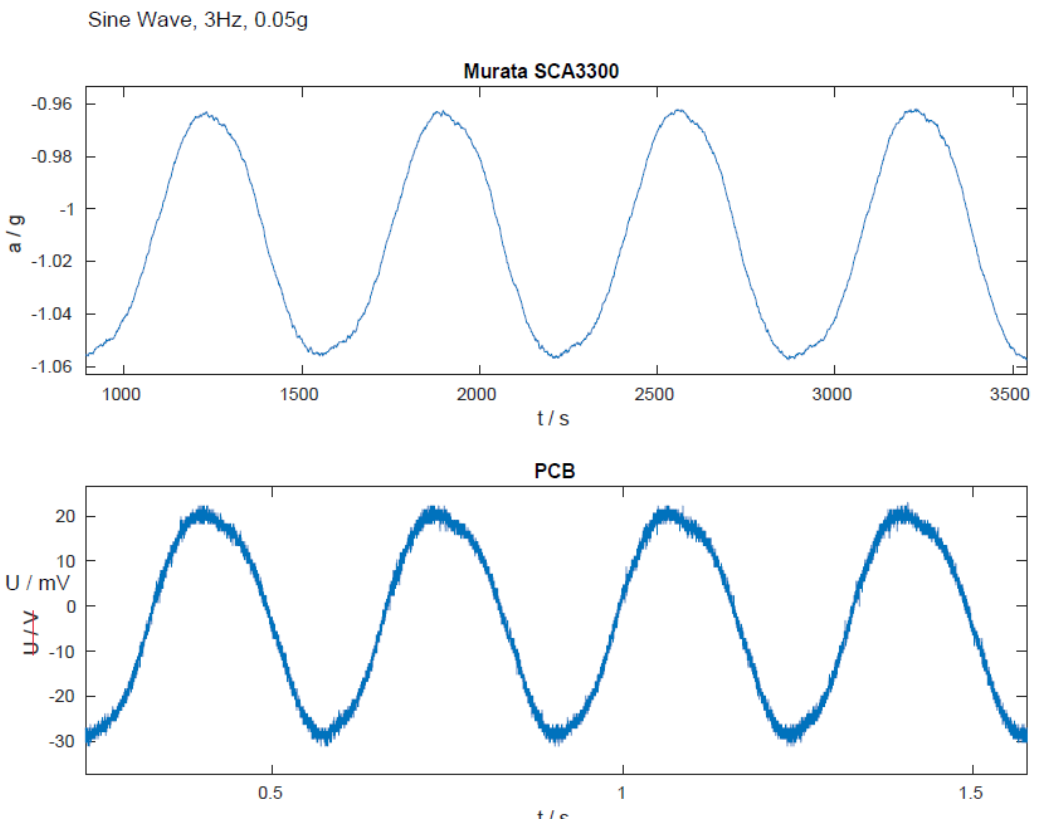
Evaluation & Entwicklung

Beschleunigungssensoren

Rüttelplatte

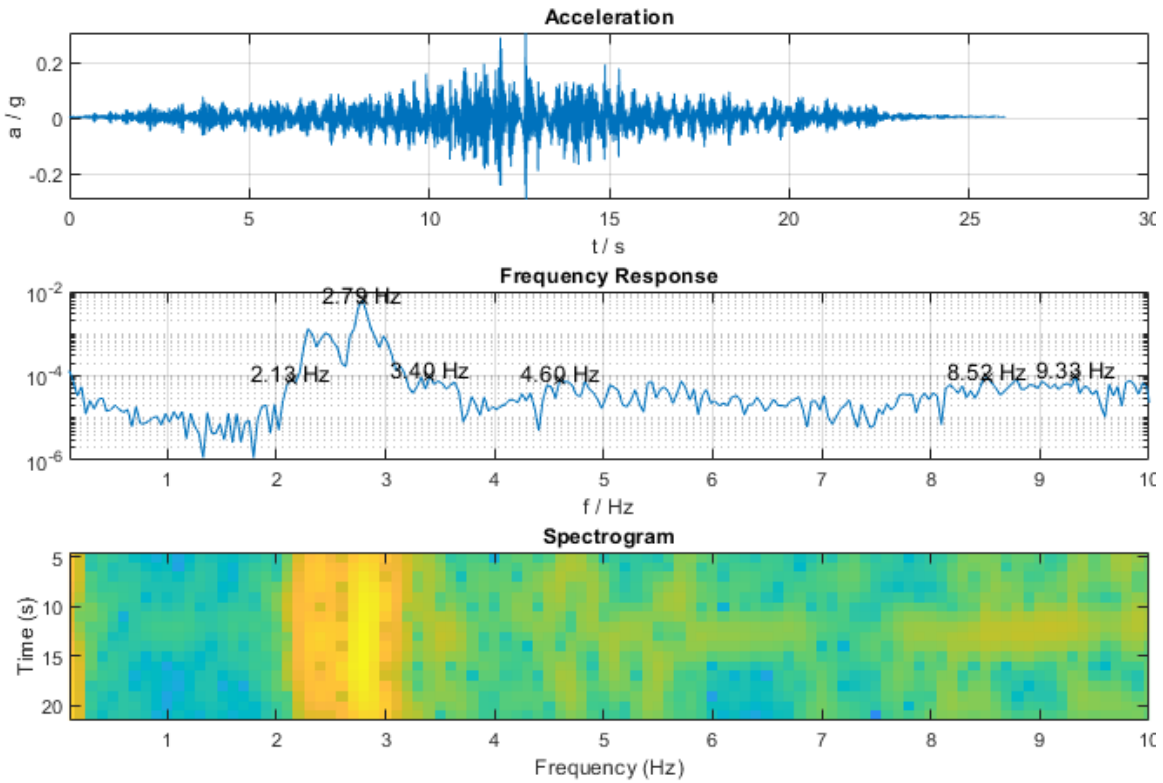


Auswertung Zeitbereich

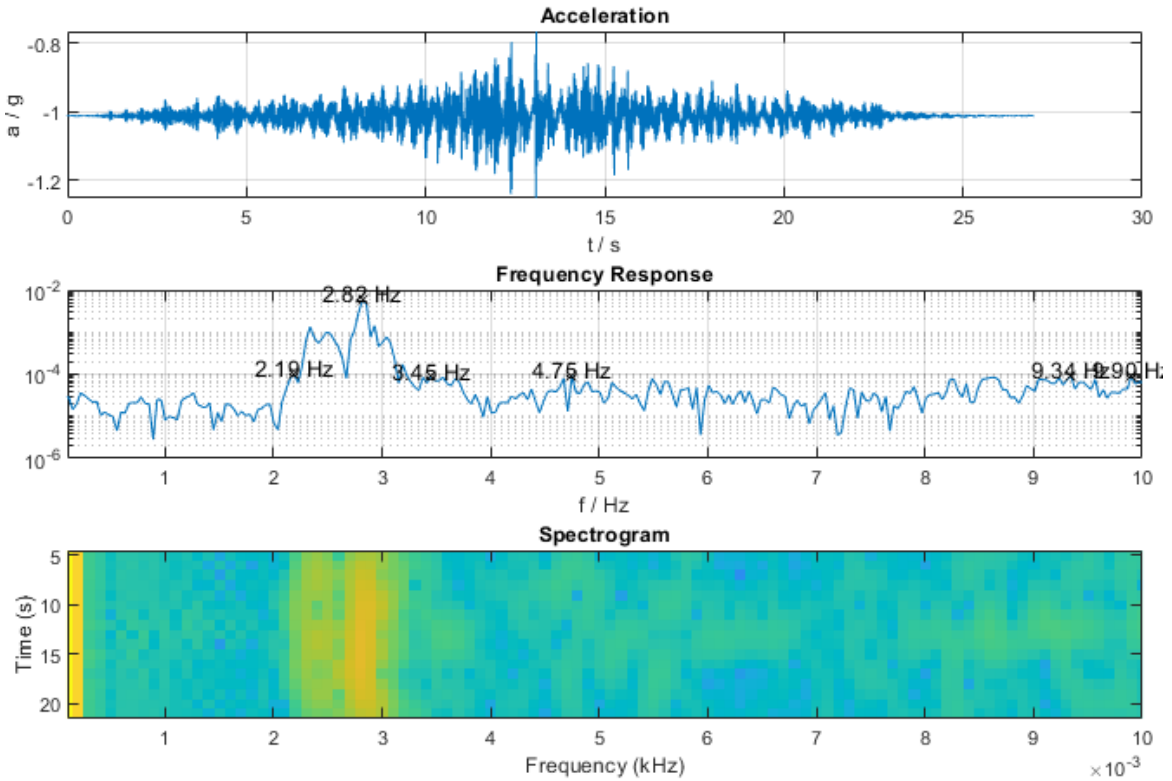


Beschleunigungssensoren

Piezoelektrischer Sensor



MEMS Sensor



Beschleunigungssensoren

Piezoelektrischer Sensor

+

- Messgenauigkeit

−

- Kosten (>100 CHF)
- Stromverbrauch (10mA @ 10V)
- Aufwändige Elektronik

MEMS Sensor

+

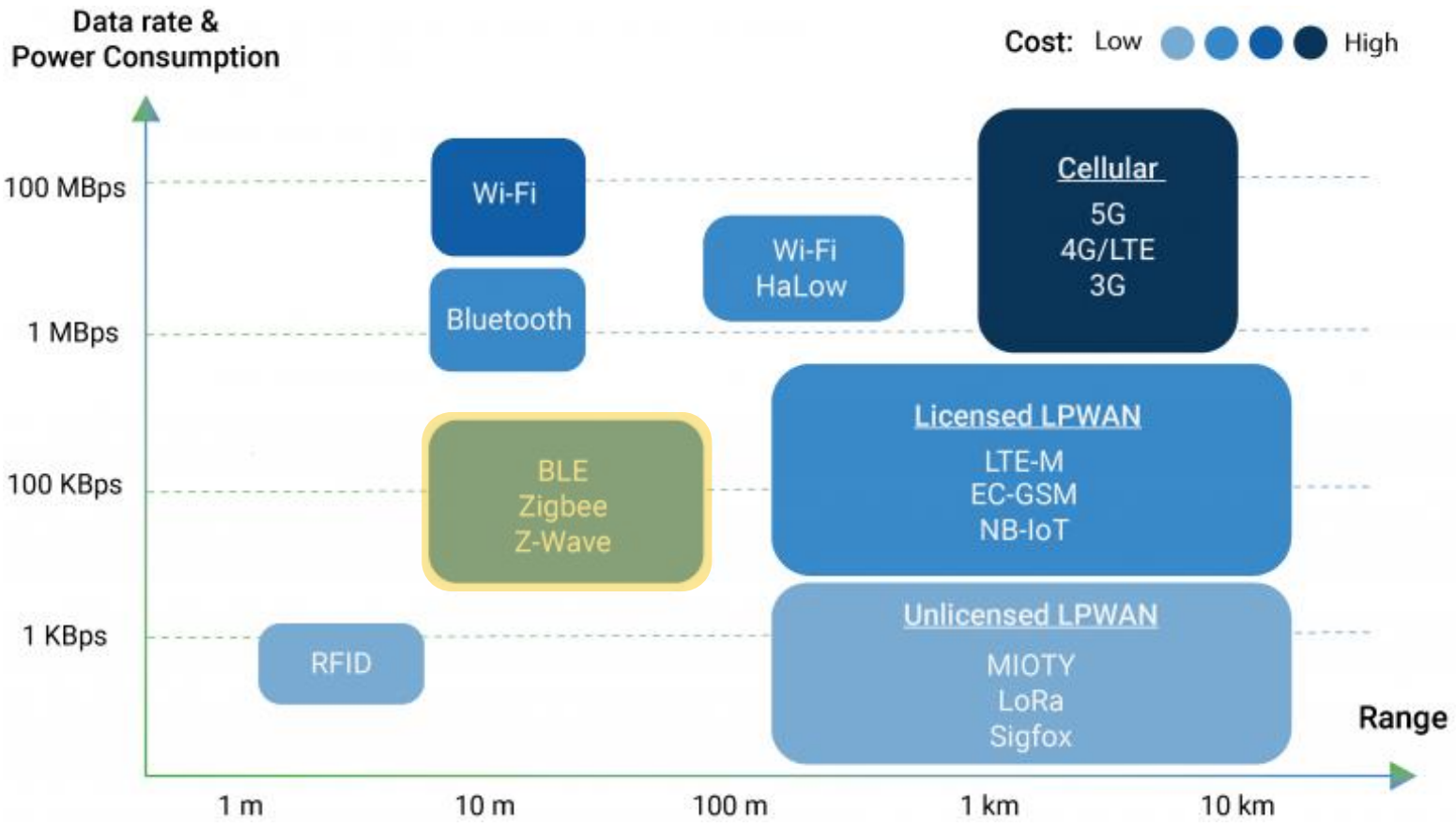
- Kosten (30 CHF)
- 3 Achsen
- Stromverbrauch (1.2mA @ 3.3V)

−

- Frequenzbereich (<70Hz)
- Erdbeschleunigung

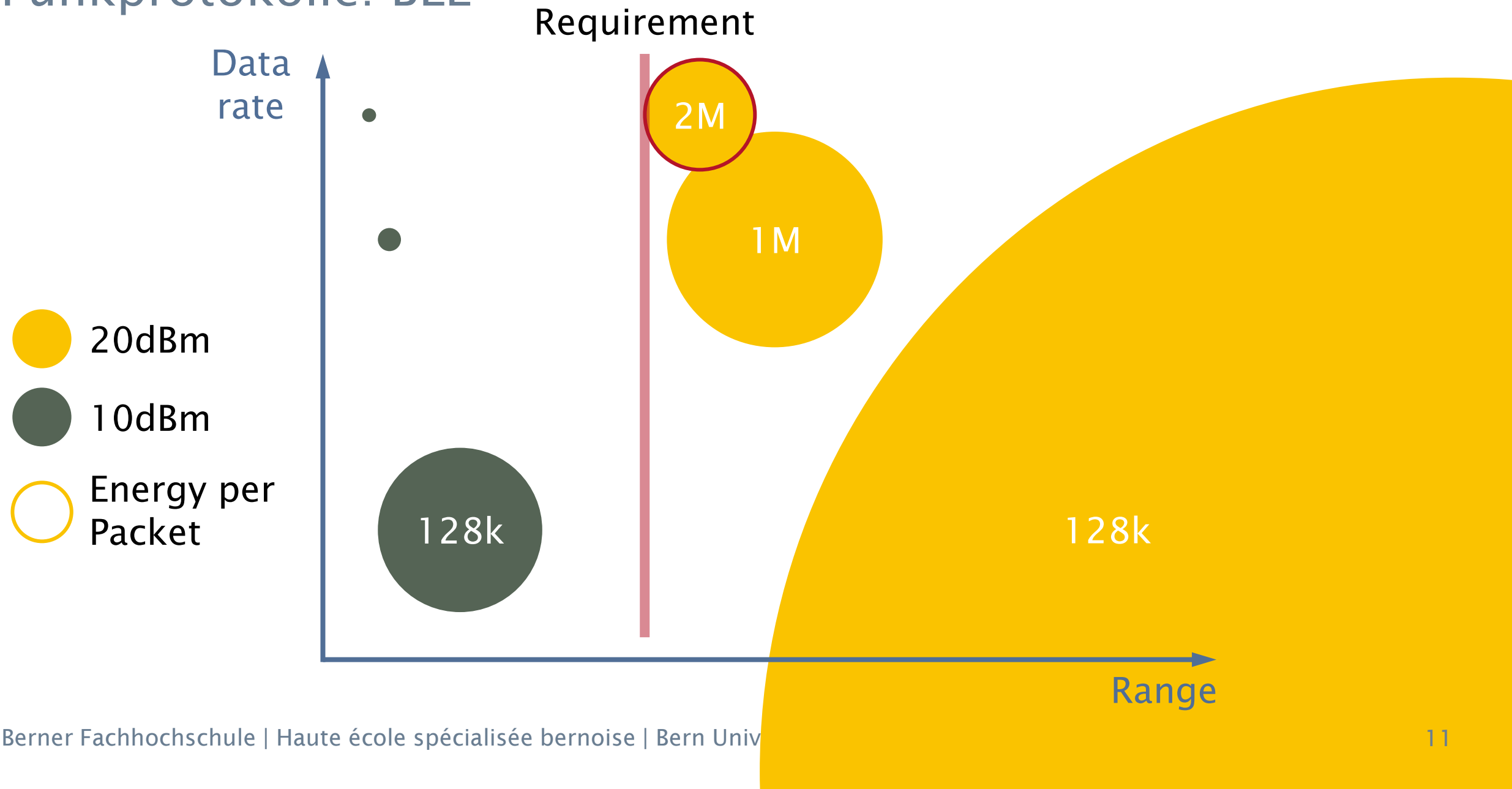
Funkprotokolle

- Anforderung: $N_{axis} \cdot N_{bit} \cdot f_s = 3 \cdot 16\ \text{bit} \cdot 100\ \text{Hz} = 4800\ \text{bps}$

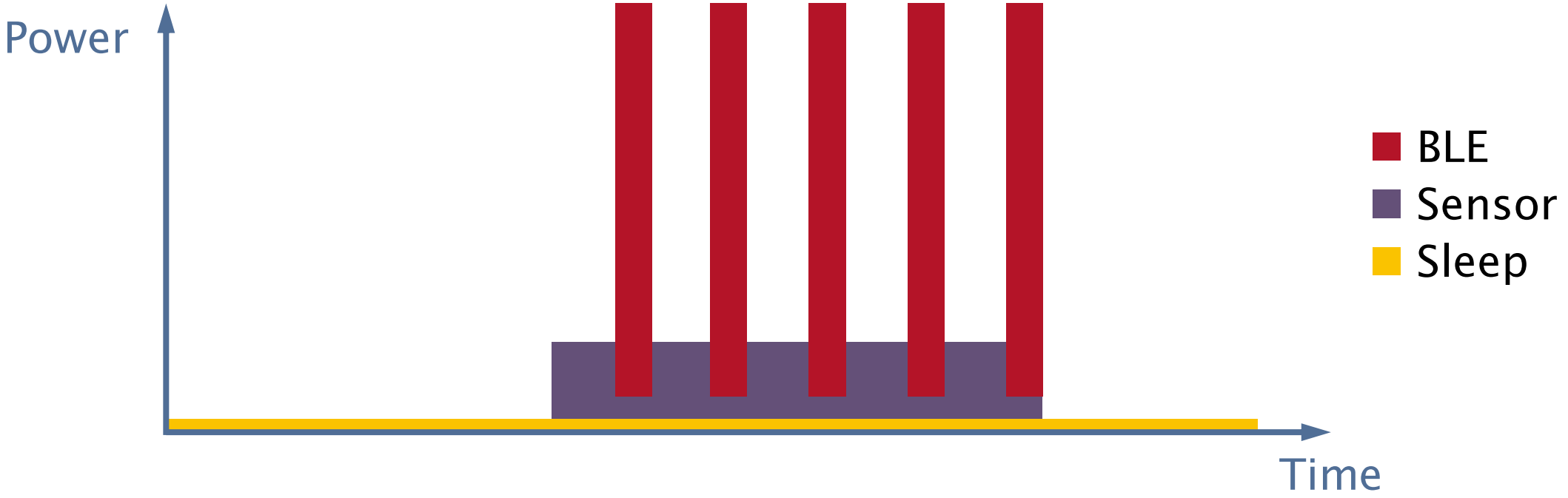


Source: behrtechnologies.com

Funkprotokolle: BLE



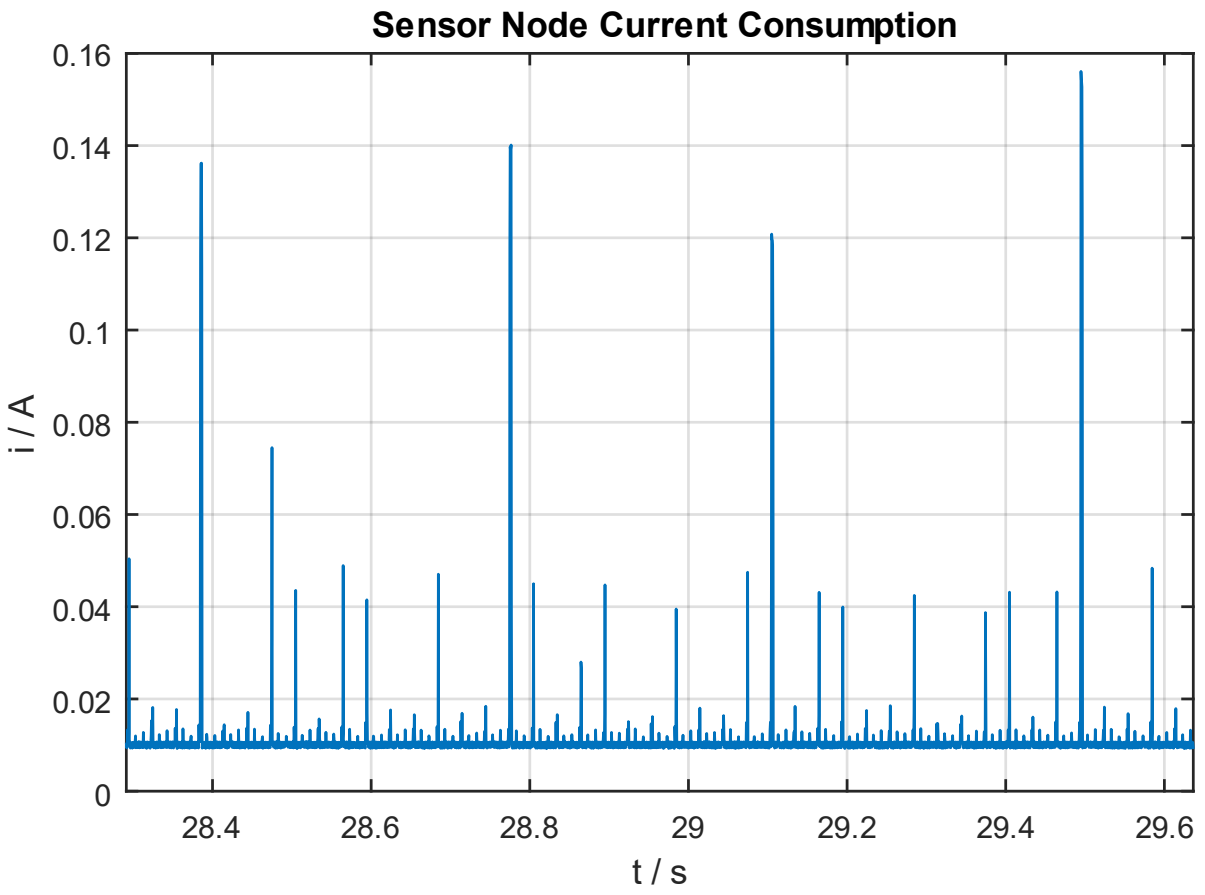
Optimierung Stromverbrauch



- Schaltung mit tiefem Sleep/Standby Strom
- Sensoren mit tiefer Stromaufnahme
- Funkprotokoll mit hoher Datenrate
- Downsampling der Daten (2kHz auf 100Hz)

Optimierung Stromverbrauch

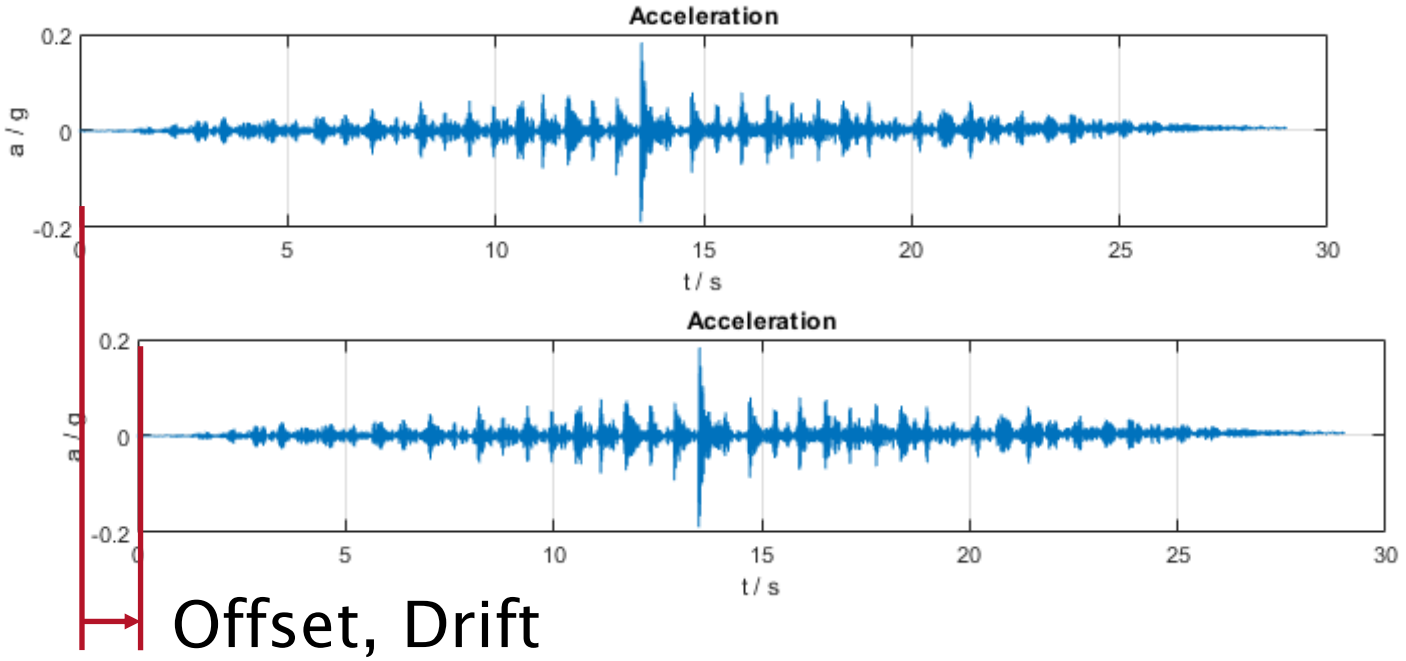
- Stromverbrauch Sensorknoten
  - Ready (connected): 7.4mA @ 3.3V
  - Messung aktiv: 11.3mA @ 3.3V



Synchronisation Sensorknoten

Sensorknoten 1

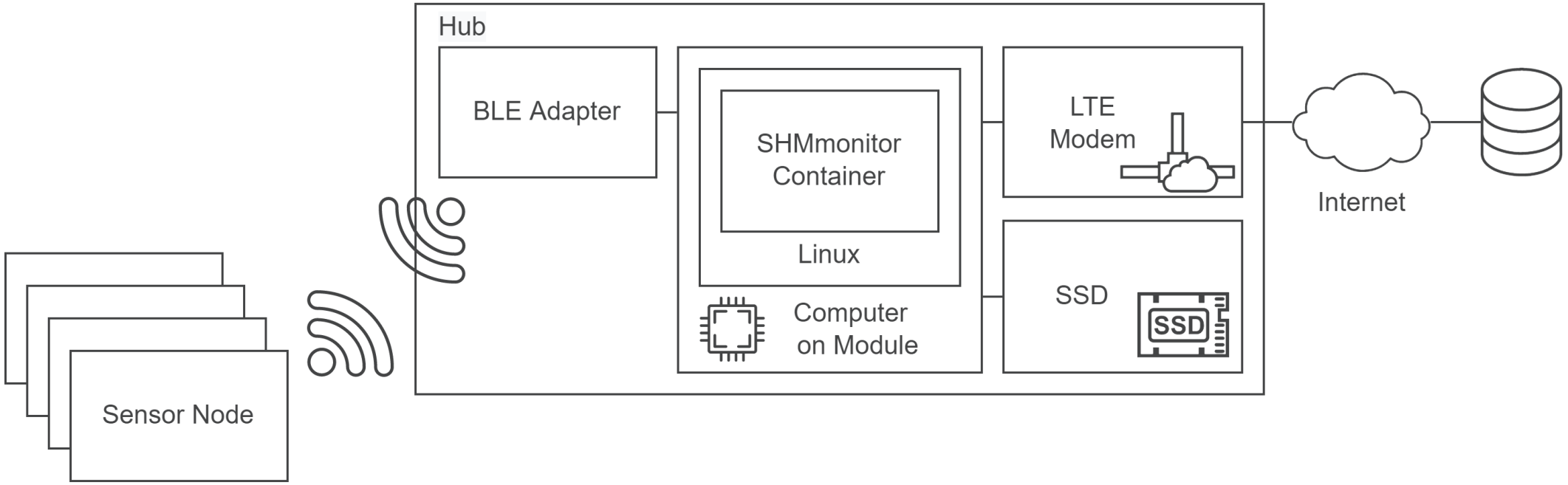
Sensorknoten 2



- Sync mit BLE SoC (nRF52840) auf ca. 400ns genau
- Instabile Software
- Für diese Anwendung nicht zwingend notwendig, daher nicht umgesetzt

Resultate

Übersicht Monitoring



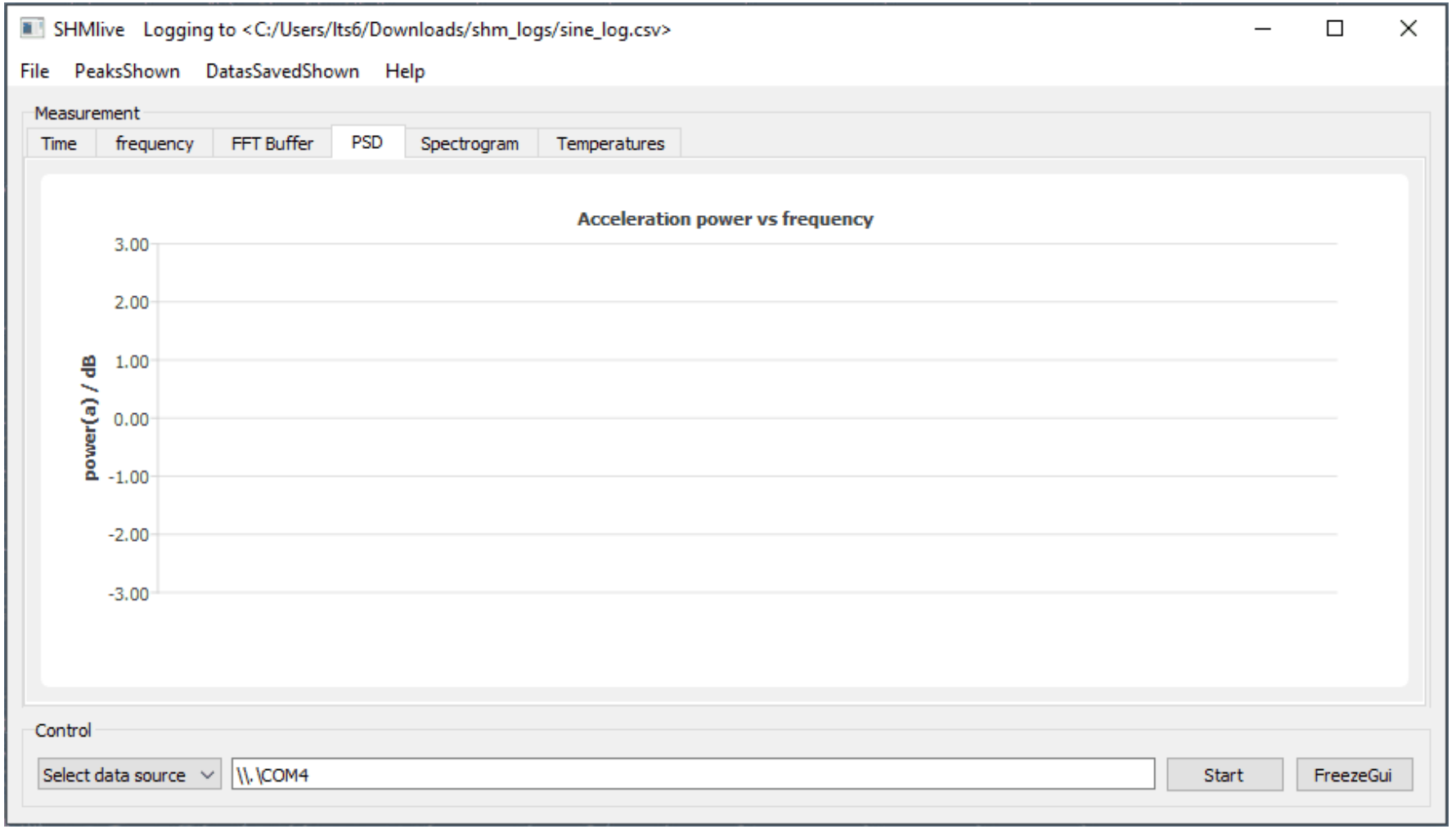
Sensorknoten

- Kommunikation
  - Bluetooth Low Energy
  - >30 m Reichweite (indoor)
- Beschleunigungssensor
  - Murata SCA3300
  - MEMS Technologie
  - 3 Achsen
  - 3x ±6g Messbereich
  - 0..45 Hz Frequenzbereich
- 1 Jahr Ziel Laufzeit (theoretisch)
- 260 CHF Materialkosten

Hub

- Kommunikation
  - Bluetooth Low Energy
  - Mobilfunk (LTE)
- Computer on Module
  - Toradex Apalis i.MX8QM
  - Docker Container
- Wetterfest (IP67)
- Netzbetrieb
- Ca. 1’000 CHF Materialkosten

SHMlive

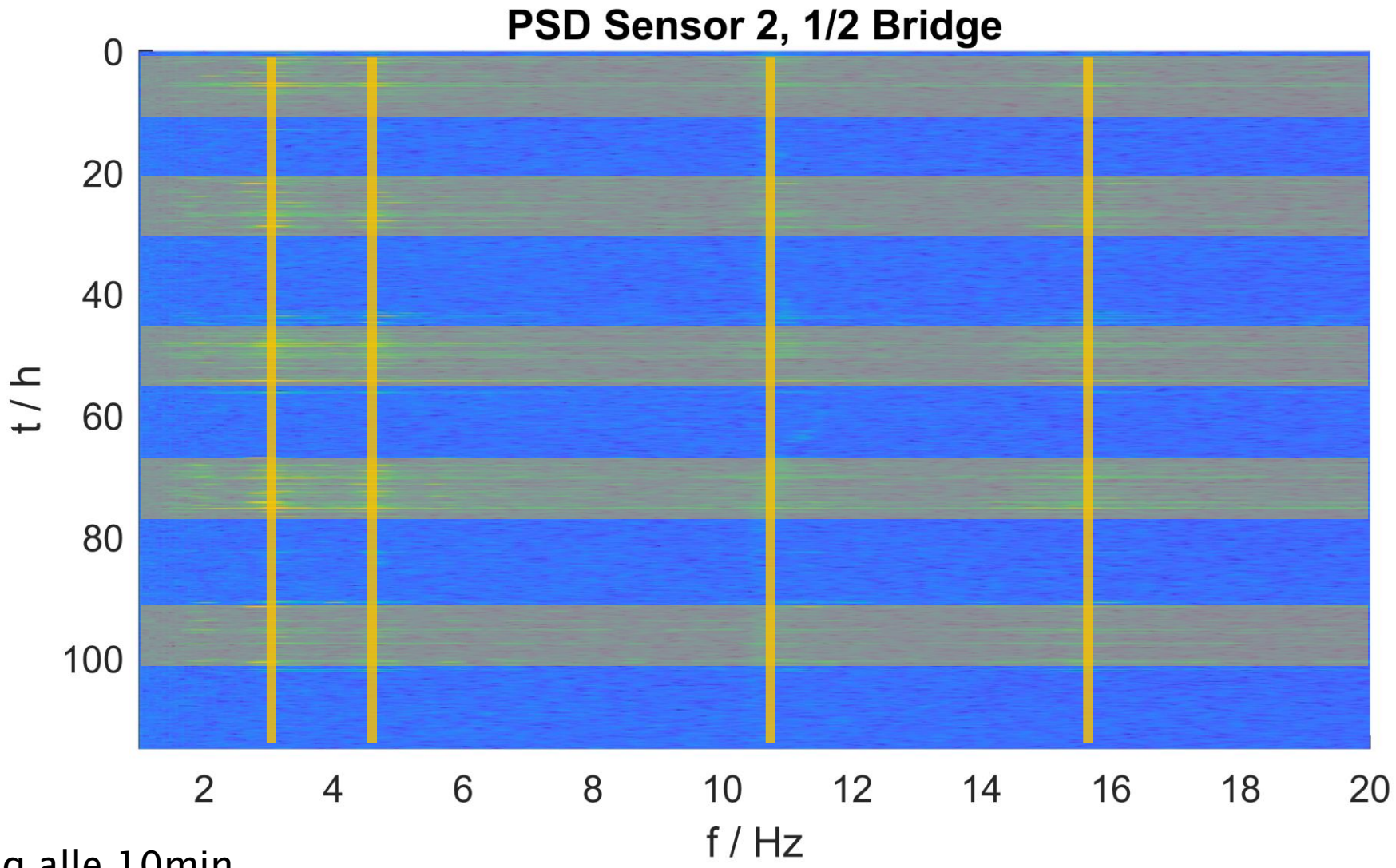

SHMlive Logging to <C:/Users/lts6/Downloads/shm_logs/sine_log.csv>
File
PeaksShown
DatasSavedShown
Help
Measurement
Time
frequency
FFT Buffer
PSD
Spectrogram
Temperatures
Acceleration power vs frequency
power(a) / dB
3.00
2.00
1.00
0.00
-1.00
-2.00
-3.00
Control
Select data source
\\.\COM4
Start
FreezeGui

Messungen Neumattbrücke, Burgdorf

- Messaufbau: Sensoren

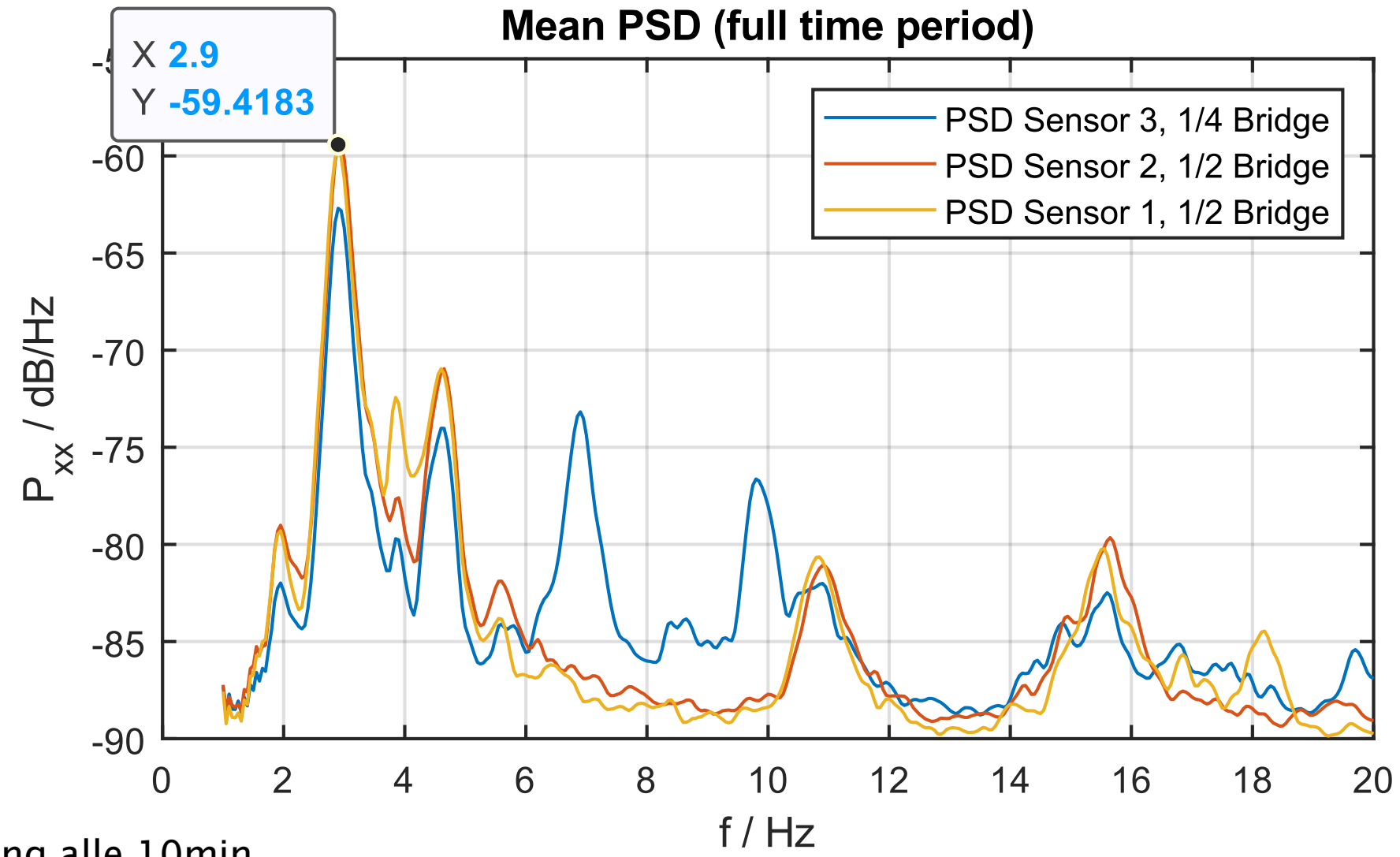
- Messaufbau: Hub

Resultat



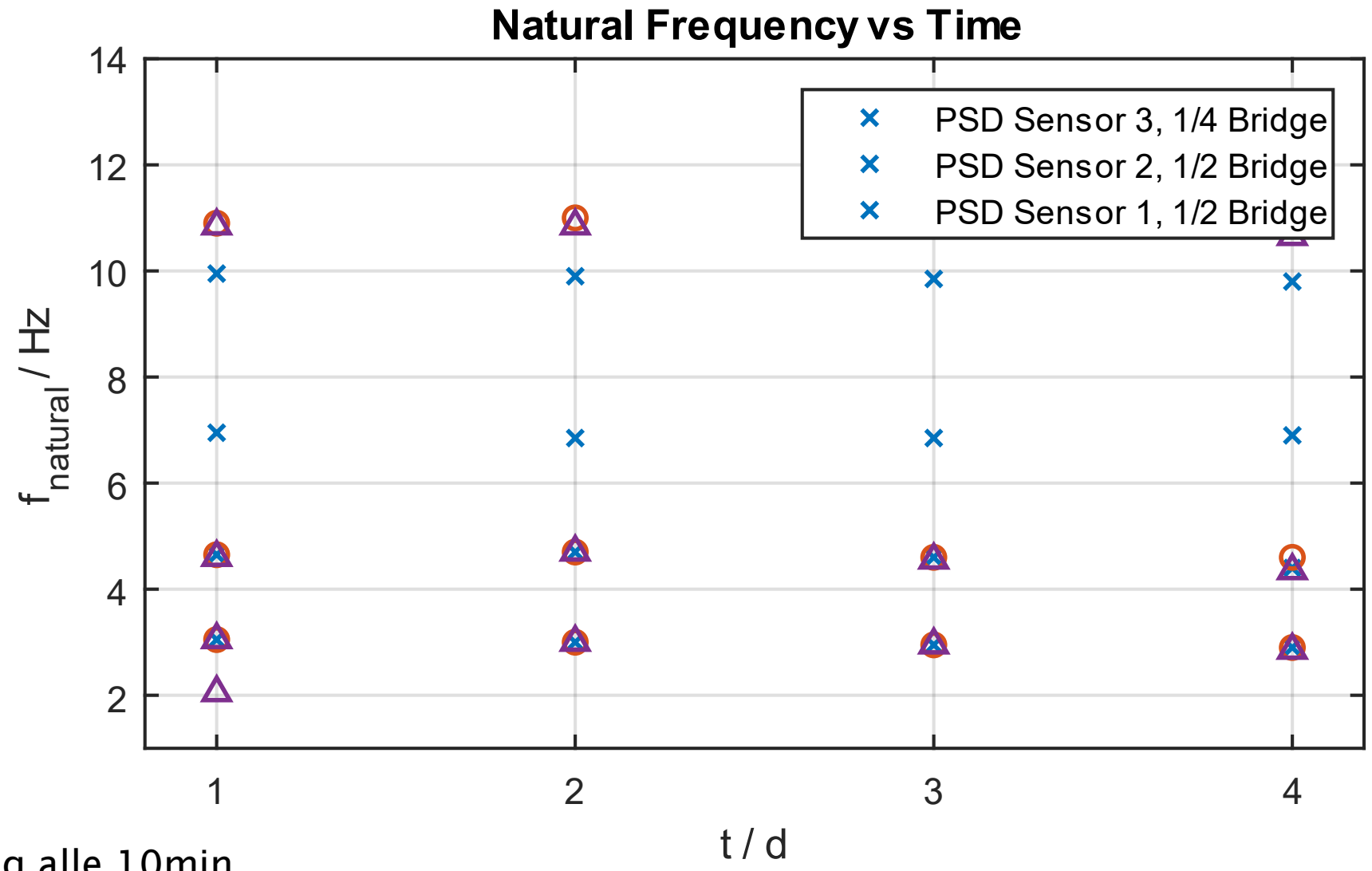
30s Messung alle 10min

Resultat



30s Messung alle 10min

Resultat



30s Messung alle 10min

Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen

Erfolge:

- Einfache live Messung
- Mittelfristiges Monitoring

Mögliche Weiterentwicklungen:

- Optimierung Energieverbrauch Sensorknoten
- Solarbetriebener Hub
- Auswertung und Visualisierung der Eigenfrequenz auf Webseite
- Evtl. Smartphone App für live Messungen
- Evtl. Synchronisation Sensorknoten

Kontakt

- AHB – Steffen Franke, steffen.franke@bfh.ch
- TI – Roger Weber, roger.weber@bfh.ch