

Zuverlässige funkbasierte Bereichsortung im Tunnelbau

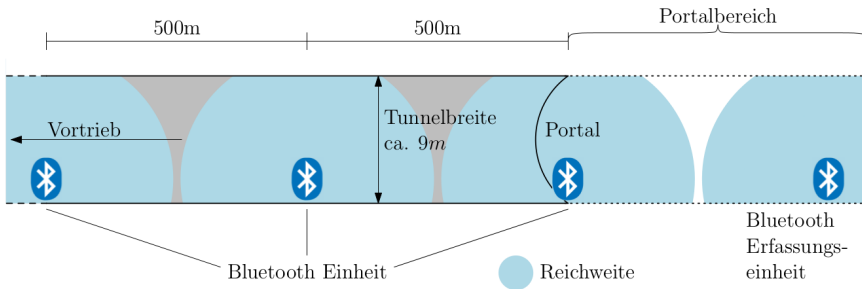
Masterarbeit von Marius Wodtke

Marius Wodtke | 19. Oktober 2017

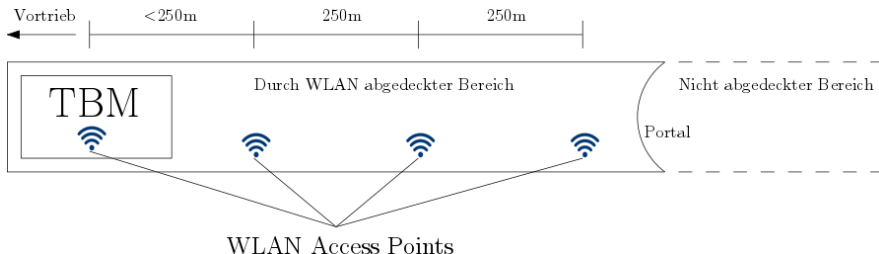
INSTITUT FÜR ANGEWANDTE INFORMATIK UND FORMALE BESCHREIBUNGSVERFAHREN



- 1 Motivation
- 2 Grundlagen & Analyse
- 3 Reichweiten
- 4 Implementierungen
 - WiFi-LLS
 - Assoziations-Lokalisierung
 - Probe-Request-Lokalisierung
 - Bluetooth Low Energy
 - Lokalisierung mit LoRa
- 5 Zusammenfassung
- 6 Fazit



[4]



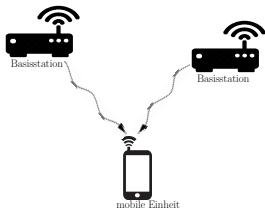
Zielsetzung

- Funkbasiertes Ortungssystem
- Bereichsortung (250m Abschnitte)

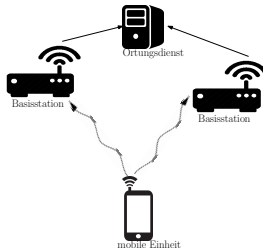
Anforderungen

- Nichtintrusiv (Keine Tore, Schranken, ...)
- Zuverlässige Erkennung von Abschnittswechseln
- Wenig Interaktion mit mobiler Einheit erforderlich

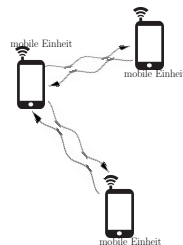
Topologien



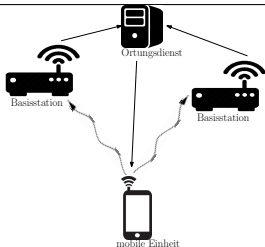
Direkte Selbstlokal.



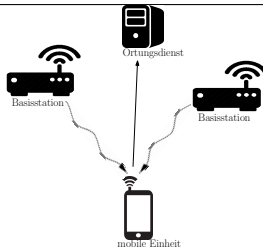
Direkte Fernlokal.



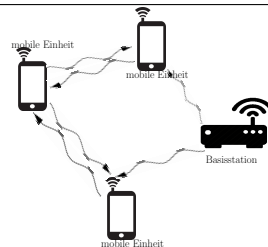
Ohne Basisstation



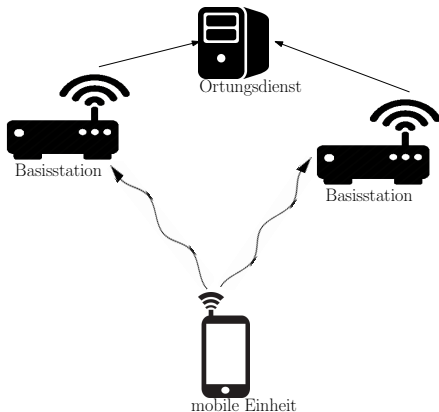
Indirekte Selbstlokal.



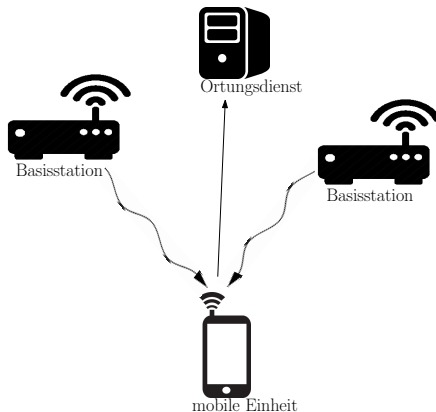
Indirekte Fernlokal.



Hybride Topologie



Direkte Fernlokalisierung



Indirekte Fernlokalisierung

Messgrößen

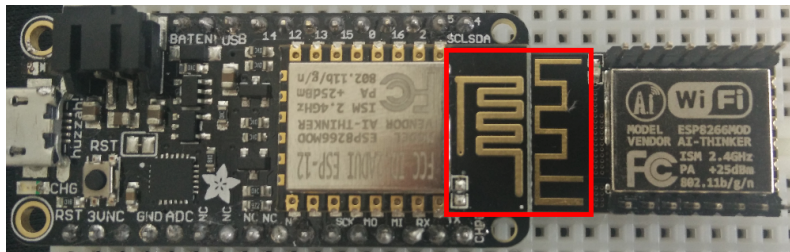
- Time of Arrival
- Time Difference of Arrival
- (Roundtrip) Time of Flight
- Received Signal Strength (Indicator)
- Heartbeat

Lokalisierungsprinzip

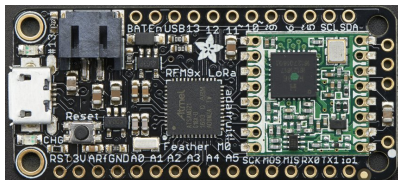
- Umgebungsprinzip
- Geometrische Bestimmung
- Szenenanalyse

Protokolle

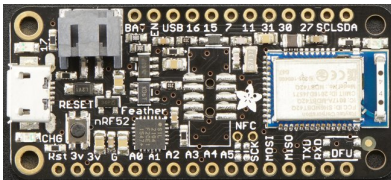
- IEEE 802.11
- Bluetooth (Low Energy)
- Long Range



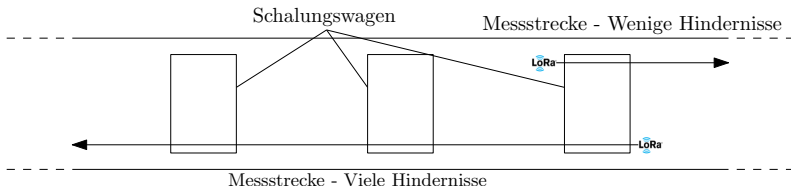
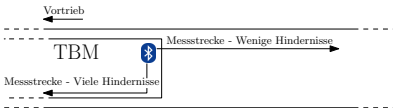
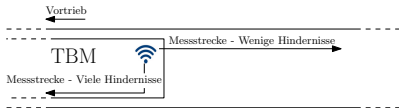
Adafruit Feather HUZZAH ESP8266



Feather M0 RFM95 LoRa Radio



Feather nRF52 Bluefruit

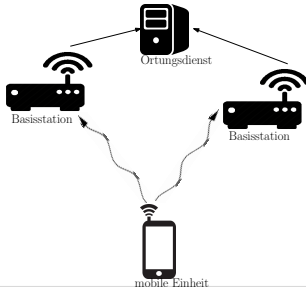


Protokoll	Strecke	Reichweite
BLE	Wenige Hindernisse	32 m
802.11b	Wenige Hindernisse	88 m
LoRa 5 dBm	Wenige Hindernisse	250 m
LoRa 23 dBm	Wenige Hindernisse	1250 m
BLE	Viele Hindernisse	14 m
802.11b	Viele Hindernisse	32 m
LoRa 5 dBm	Viele Hindernisse	100 m
LoRa 23 dBm	Viele Hindernisse	>350 m

Protokoll	Strecke	Reichweite
BLE	Wenige Hindernisse	32 m
802.11b	Wenige Hindernisse	88 m
LoRa 5 dBm	Wenige Hindernisse	250 m
LoRa 23 dBm	Wenige Hindernisse	1250 m
BLE	Viele Hindernisse	14 m
802.11b	Viele Hindernisse	32 m
LoRa 5 dBm	Viele Hindernisse	100 m
LoRa 23 dBm	Viele Hindernisse	>350 m

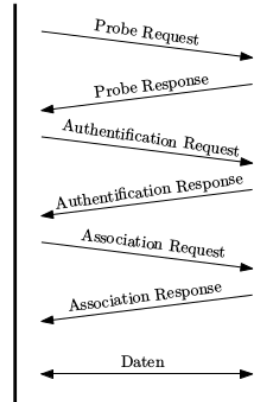
RADAR

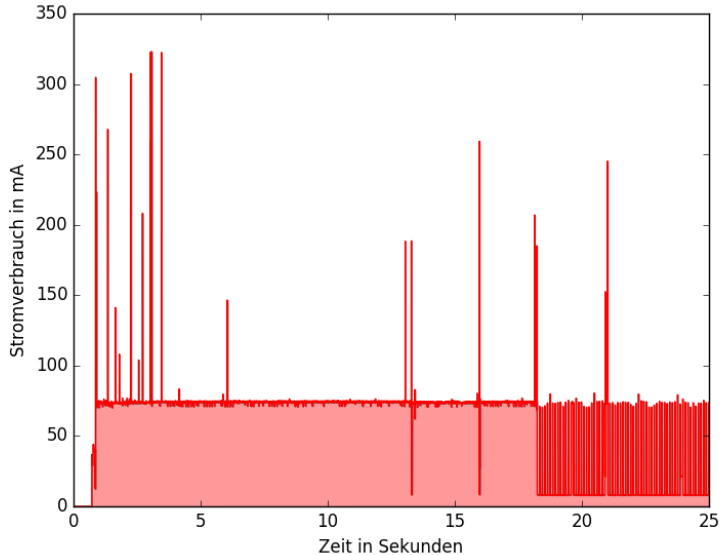
- Bahl et al. [1]
- Direkte Fernlokalisierung
- 6 Byte mit UDP
- RSSI an Basisstation messen
- Szenenanalyse

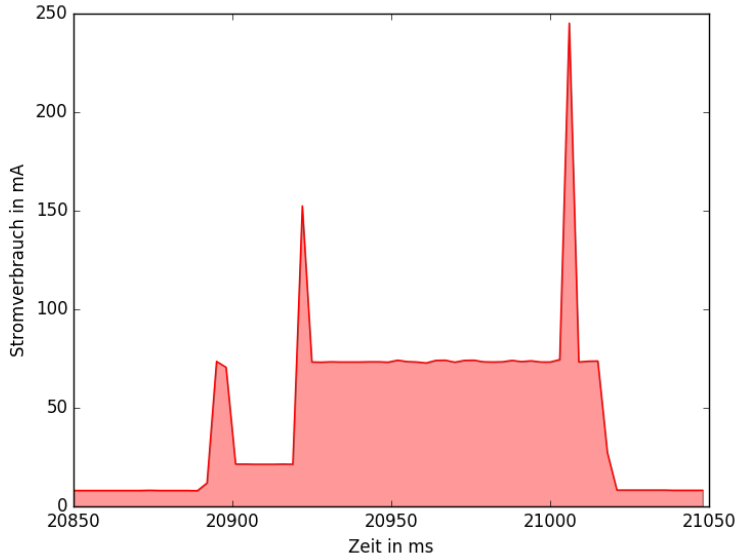


mobile Einheit

Access Point 1

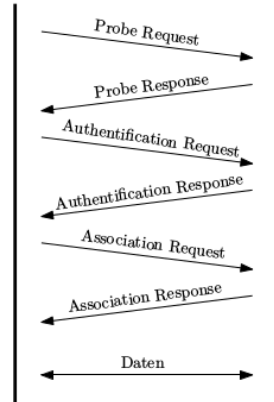
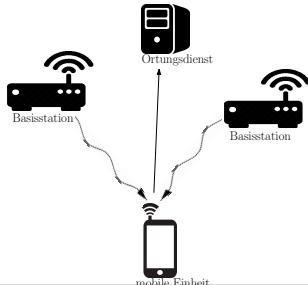


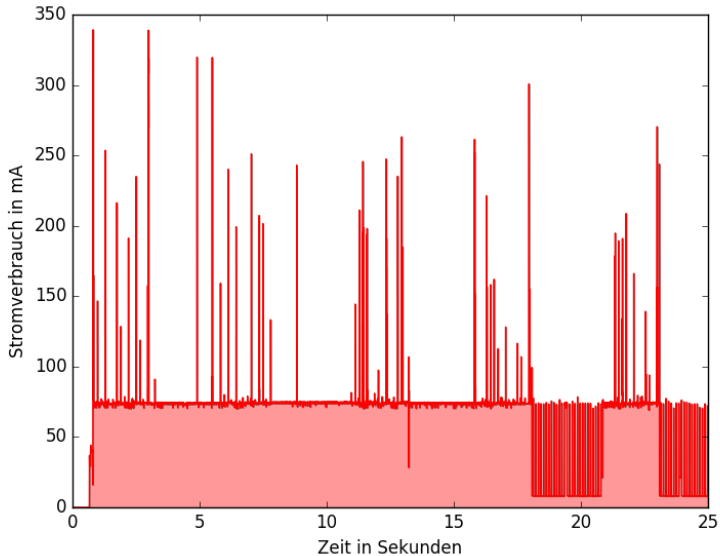


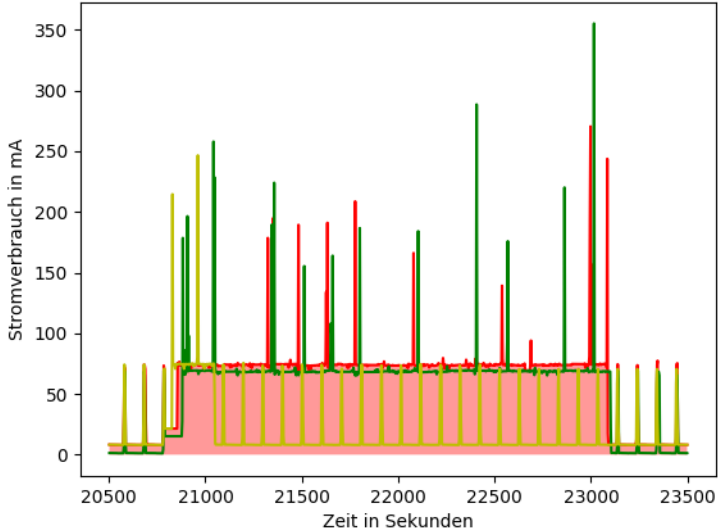


WiFi-LLS

- Chen et al. [2]
- Indirekte Fernlokalisierung
- RSSI der Probe Responses
- An mobiler Einheit gemessen
- Geometrische Bestimmung

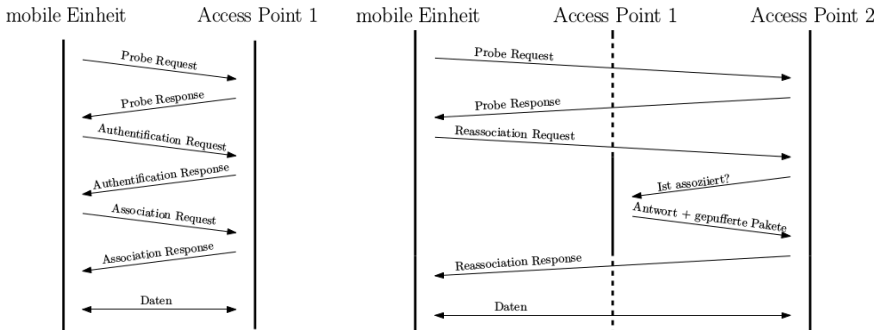






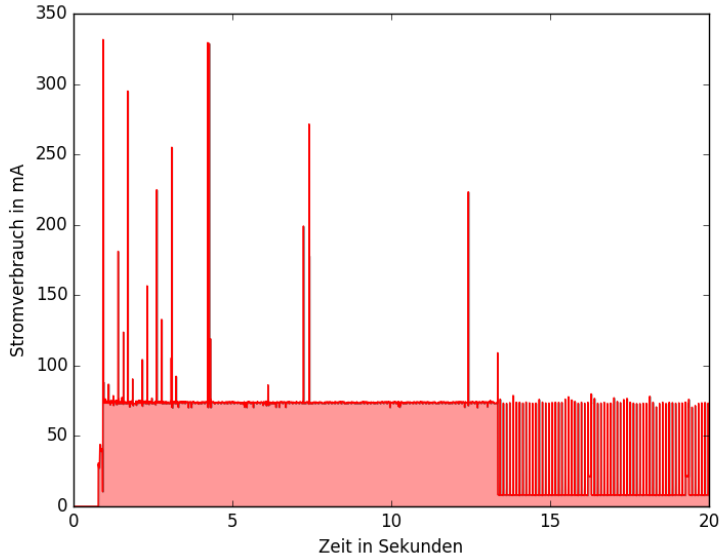
Protokoll	Modul	Programm	Ø Verbrauch (normalisiert)
IEEE 802.11	<i>ESP8266 Feather</i>	<i>RADAR</i>	16,70 (8,60)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>RADAR</i>	10,10 (8,80)
IEEE 802.11	<i>ESP8266 Feather</i>	<i>WiFi-LLS</i>	42,20 (34,10)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>WiFi-LLS</i>	36,50 (35,20)

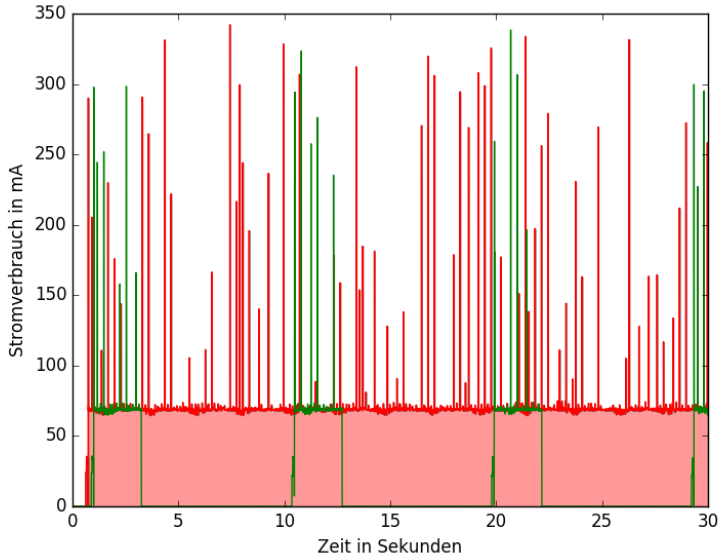
Assoziations-Lokalisierung



Assoziations-Lokalisierung

- Indirekte Fernlokalisierung
- Erfolgreiche (Re-)Assoziation, implizit RSSI der Probe Responses
- Umgebungsprinzip
- Für Bereichsortung geeignet

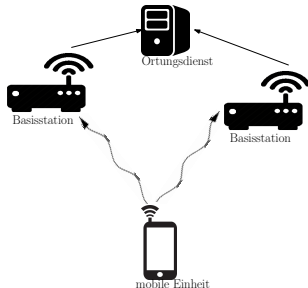




Protokoll	Modul	Programm	Ø Verbrauch (normalisiert)
IEEE 802.11	ESP8266 Feather	<i>RADAR</i>	16,70 (8,60)
IEEE 802.11	ESP-12F	<i>RADAR</i>	10,10 (8,80)
IEEE 802.11	ESP8266 Feather	<i>WiFi-LLS</i>	42,20 (34,10)
IEEE 802.11	ESP-12F	<i>WiFi-LLS</i>	36,50 (35,20)
IEEE 802.11	ESP-12F	<i>Assoziations- Lokalisierung</i>	8,80 (7,50)
IEEE 802.11	ESP-12F	<i>Assoziations- Lokalisierung (kein Access Point)</i>	17,10 (17,10)

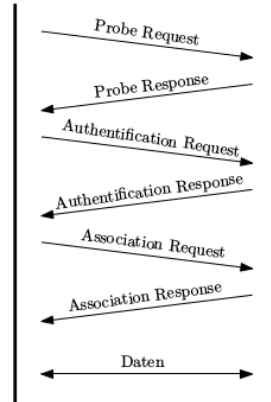
Probe-Request-Lokalisierung

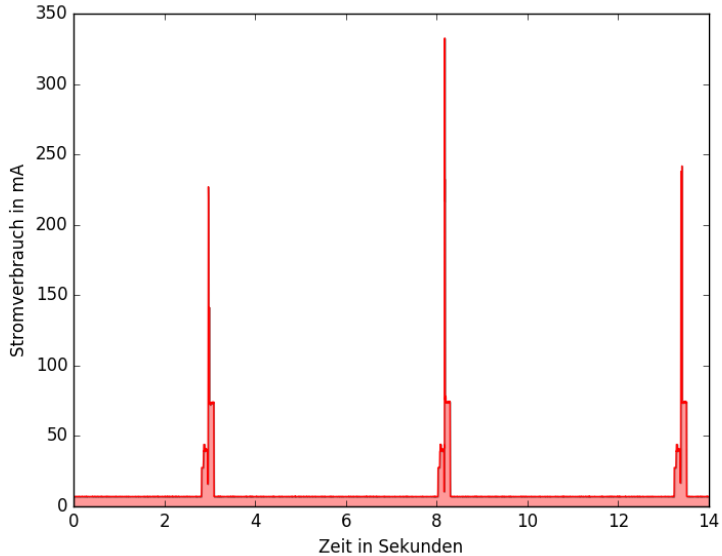
- Direkte Fernlokalisierung
- RSSI der Probe Requests
- An Access Point gemessen
- Umgebungsprinzip

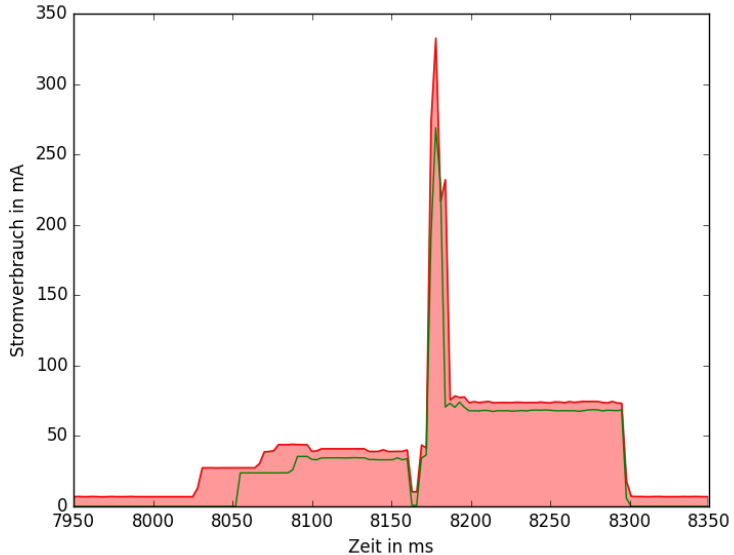


mobile Einheit

Access Point 1



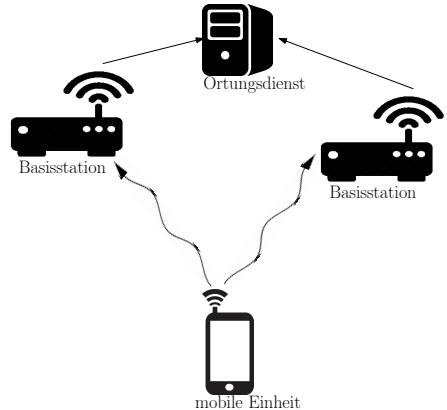


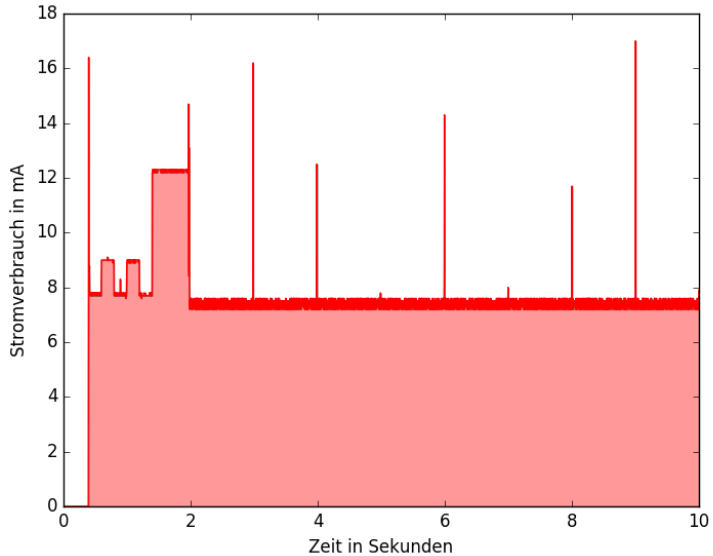


Protokoll	Modul	Programm	Ø Verbrauch (normalisiert)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>Assoziations- Lokalisierung</i>	8,80 (7,50)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>Assoziations- Lokalisierung (kein Access Point)</i>	17,10 (17,10)
IEEE 802.11	<i>ESP8266 Feather</i>	<i>Probe-Request- Lokalisierung</i>	9,70 (2,70)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>Probe-Request- Lokalisierung</i>	1,80 (1,80)

BLE-Advertising

- Jianyong et al. [3]
- Direkte Fernlokalisierung
- RSSI von Advertising Paketen
- An Basisstation gemessen
- Umgebungsprinzip

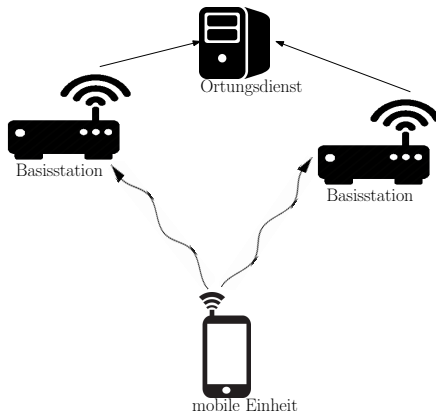


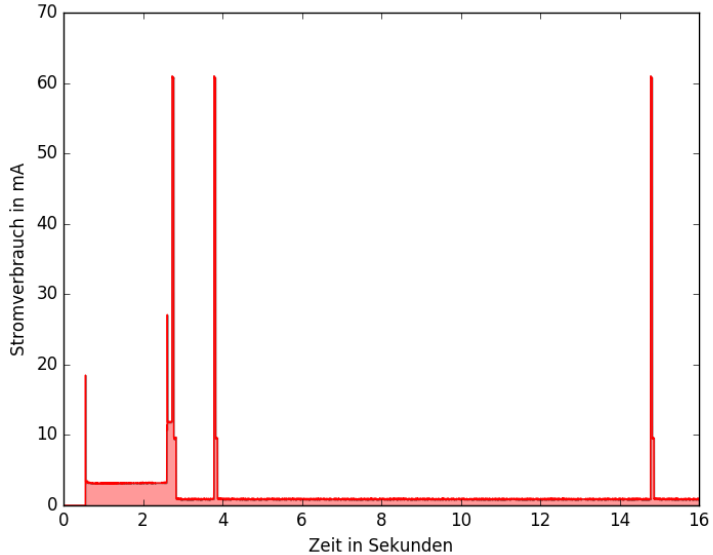


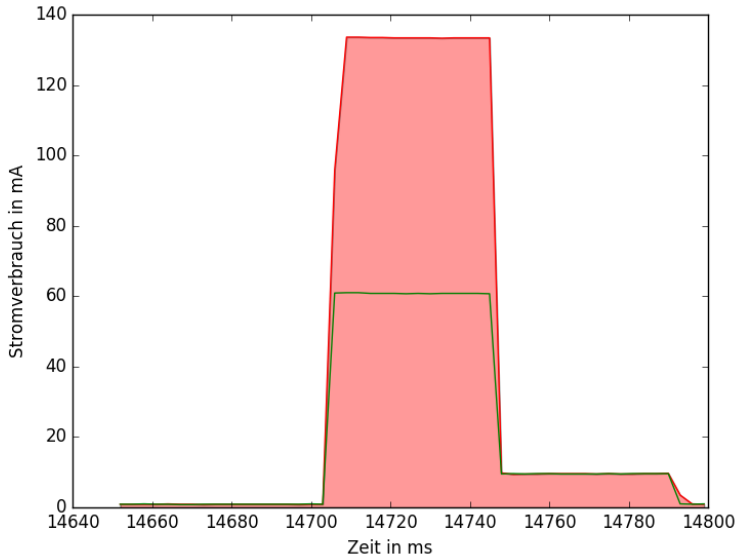
Protokoll	Modul	Programm	Ø Verbrauch (normalisiert)
IEEE 802.11	<i>ESP8266 Feather</i>	<i>Probe-Request- Lokalisierung</i>	9,70 (2,70)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>Probe-Request- Lokalisierung</i>	1,80 (1,80)
BLE	<i>nRF52 Feather</i>	Ortung mit <i>BLE- Advertising</i>	7,37 (0,04)

Lokalisierung mit LoRa

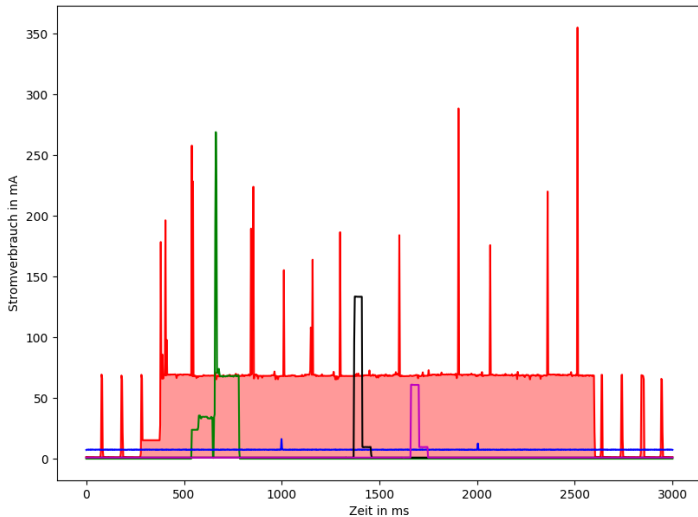
- Direkte Fernlokalisierung
- RSSI an Basisstation gemessen
- Geometrische Bestimmung

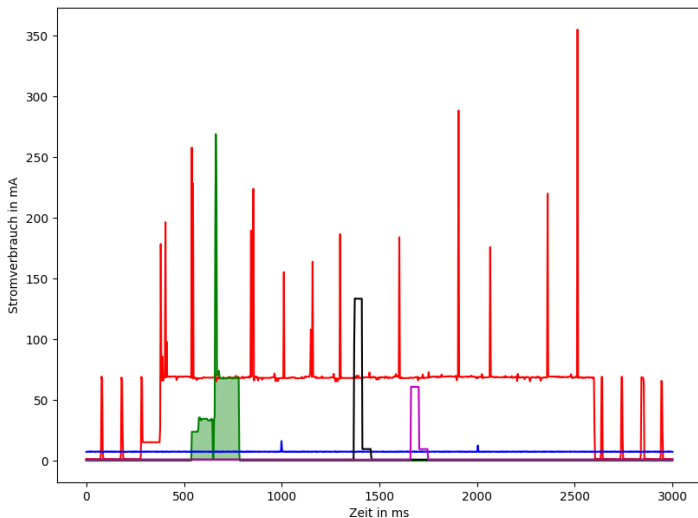


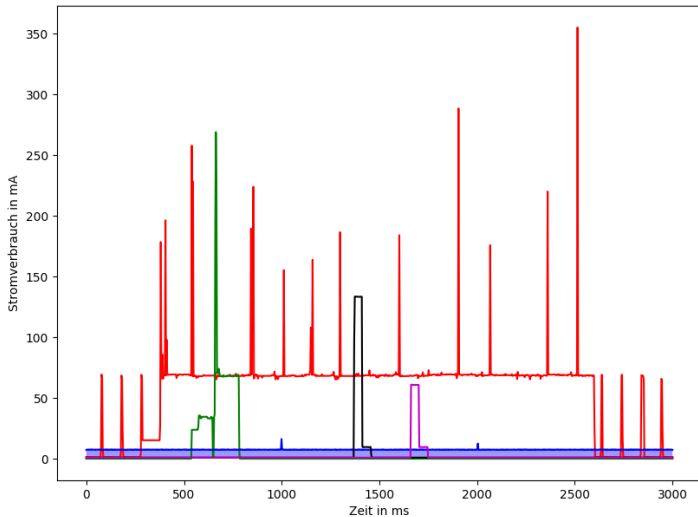


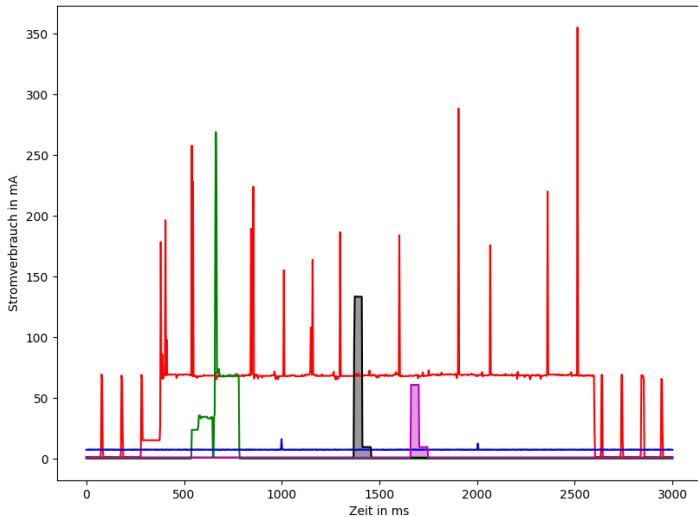


Protokoll	Modul	Programm	Ø Verbrauch (normalisiert)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>Probe-Request-Lokalisierung</i>	1,80 (1,80)
BLE	<i>nRF52 Feather</i>	Ortung mit <i>BLE-Advertising</i>	7,37 (0,04)
LoRa	<i>RFM95 Feather</i> 5 dBm	Ortung mit LoRa RSSI	1,20 (0,30)
LoRa	<i>RFM95 Feather</i> 23 dBm	Ortung mit LoRa RSSI	1,47 (0,57)

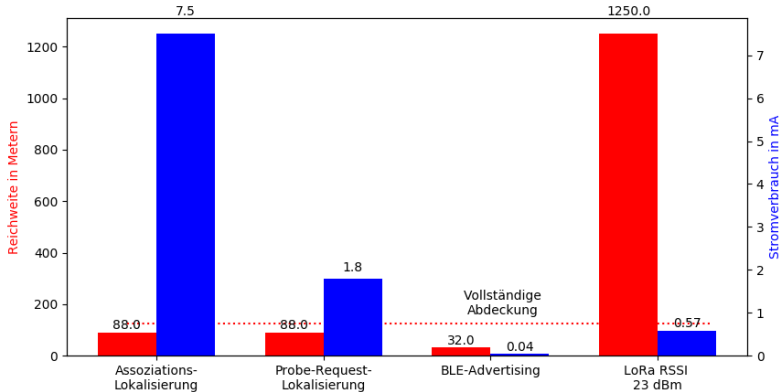








Protokoll	Modul	Programm	Ø Verbrauch (normalisiert)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>RADAR</i>	10,10 (8,80)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>WiFi-LLS</i>	36,50 (35,20)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>Assoziations-Lokalisierung</i>	8,80 (7,50)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>Assoziations-Lokalisierung</i> (kein Access Point)	17,10 (17,10)
IEEE 802.11	<i>ESP-12F</i>	<i>Probe-Request-Lokalisierung</i>	1,80 (1,80)
BLE	<i>nRF52 Feather</i>	Ortung mit <i>BLE-Advertising</i>	7,37 (0,04)
LoRa	<i>RFM95 Feather</i> 5 dBm	Ortung mit LoRa RSSI	1,20 (0,30)
LoRa	<i>RFM95 Feather</i> 23 dBm	Ortung mit LoRa RSSI	1,47 (0,57)



Fazit

- LoRa > 802.11
- LoRa ohne Erfassungslücken => Hohe Zuverlässigkeit
- BLE hat niedrigen Stromverbrauch => Wenig Interaktion notwendig

- [1] Paramvir Bahl und Venkata N Padmanabhan. “RADAR: An in-building RF-based user location and tracking system”. In: *INFOCOM 2000. Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE*. Bd. 2. Ieee. 2000, S. 775–784.
- [2] Yibo Chen und Rong Luo. “Design and implementation of a wifi-based local locating system”. In: *Portable Information Devices, 2007. PORTABLE07. IEEE International Conference on*. IEEE. 2007, S. 1–5.
- [3] Zhu Jianyong u. a. “RSSI based Bluetooth low energy indoor positioning”. In: *Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), 2014 International Conference on*. IEEE. 2014, S. 526–533.

- [4] Devorie Maurer. *Unterstützung der Sicherheitstechnik im Tunnelbau durch eine Applikation*. Karlsruher Institut für Technologie, 2016.