

LoRa / LoRaWAN

Sensornetze

Salaml <75790708+Salaml@users.noreply.github.com>



LoRa

vs.

LoRaWAN

- „Long Range“
- Physical Layer
- Funktechnologie

- „Long Range Wide Area Network“
- Network Layer, vernetzt LoRa-Geräte
- Systemarchitektur und Protokoll

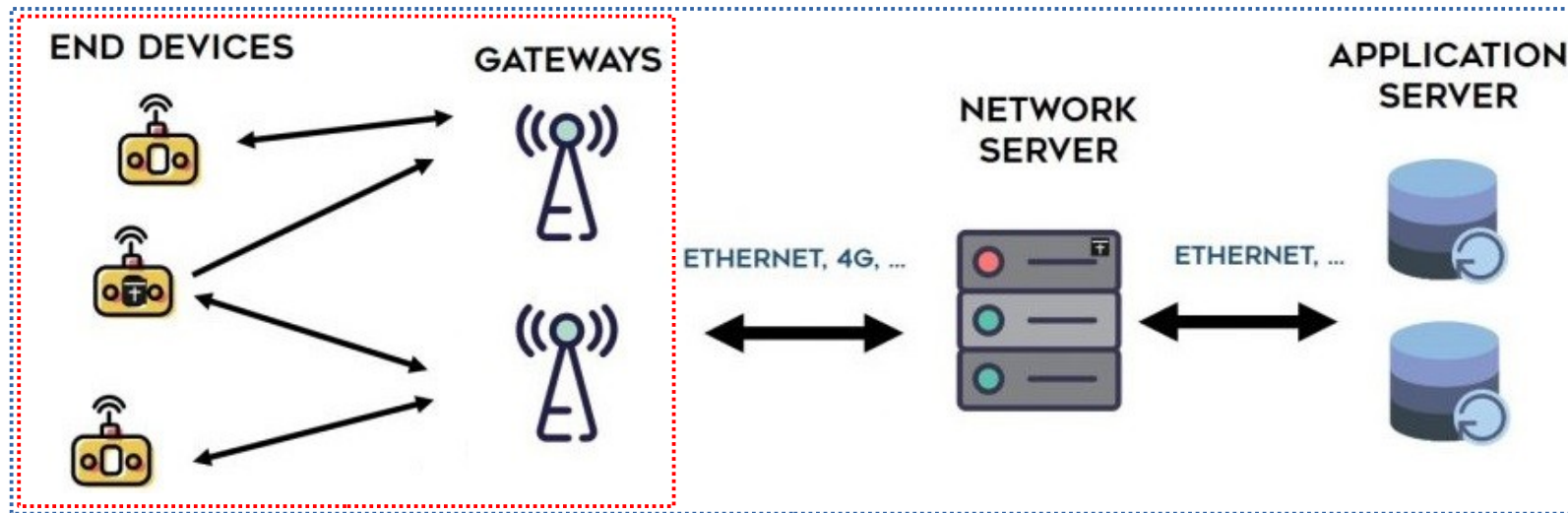


Bild bearbeitet aus: Zerynth srl, <https://www.zerynth.com/wp-content/uploads/2017/05/lorawan-architecture.jpg>

Grundlagen LoRa

- SRD-/ISM-Band:
 - 868 MHz in Europa
 - Duty Cycle beschränkt
- hohe Reichweite
- geringer Energiebedarf
- spezielle Modulation

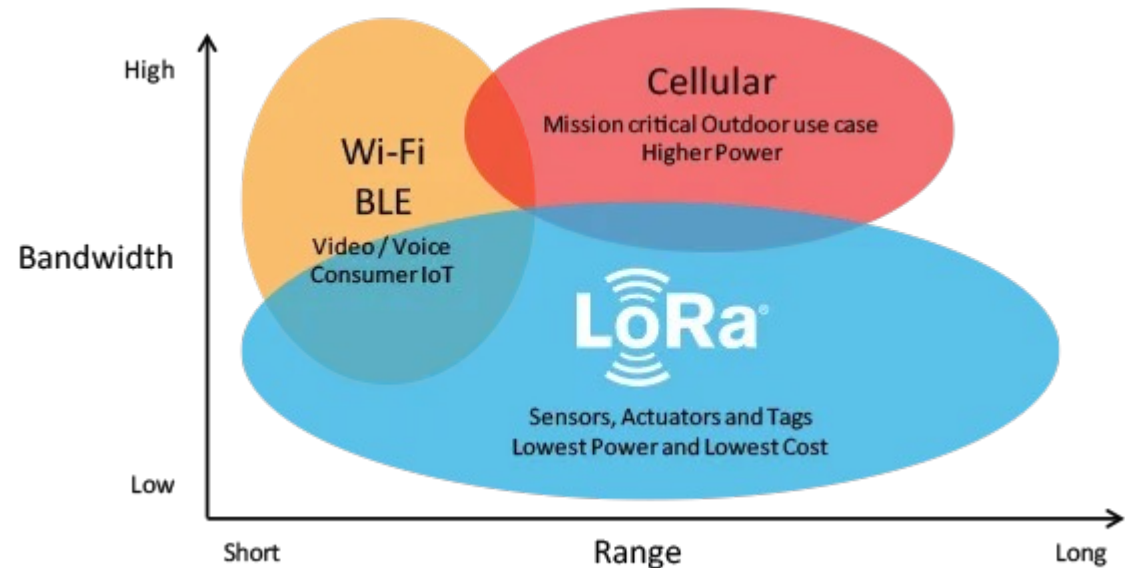


Bild: The Things Industries,
<https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/what-is-lorawan/bandwidth-vs-range.png>

Chirp Spread Spectrum

Impulse steigender
/ fallender Frequenz

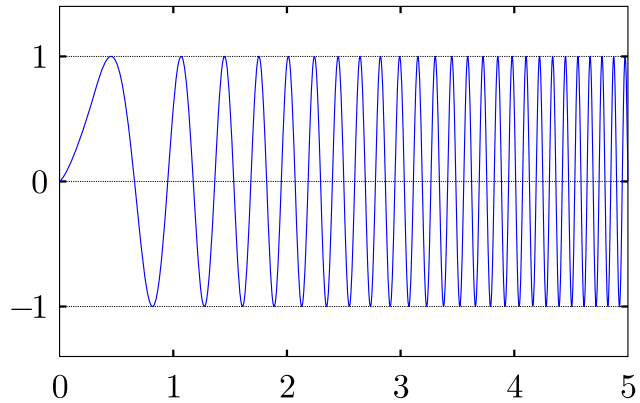


Bild: Georg-Johann, [CC BY-SA 3.0](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linear-chirp.svg),
via Wikimedia Commons,
[https://commons.wikimedia.org/wiki/
File:Linear-chirp.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linear-chirp.svg)

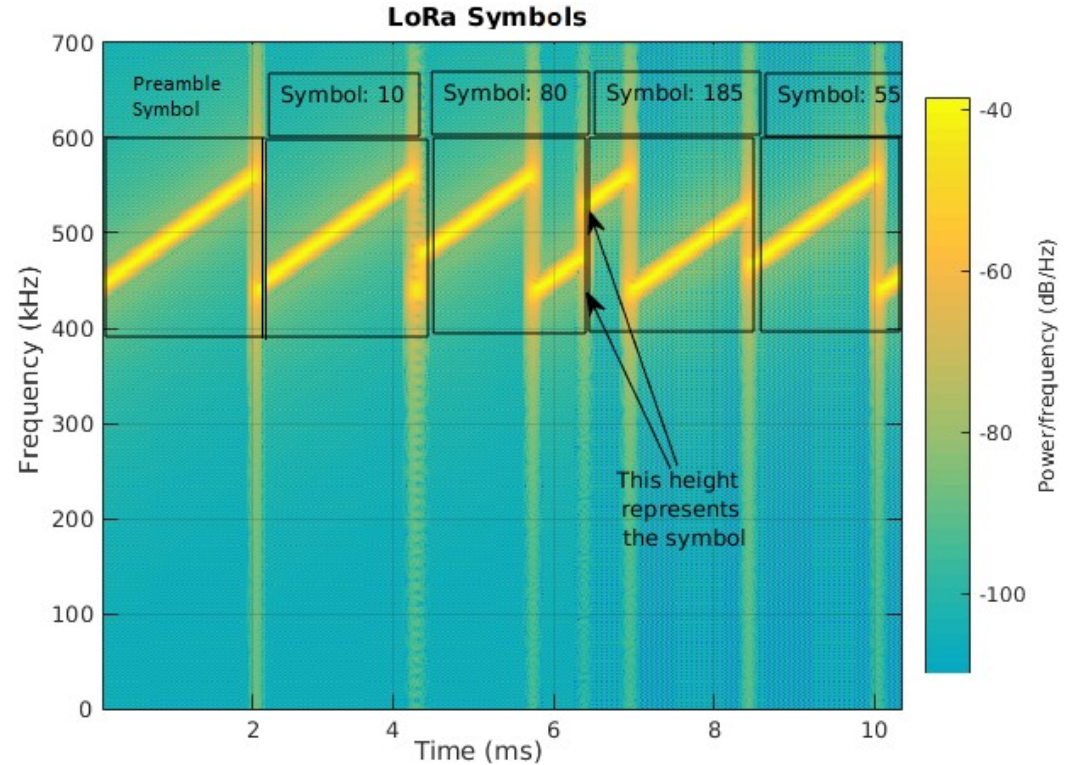


Bild bearbeitet aus Sakshama Ghoslya,
http://www.sghoslya.com/p/lora_9.html

Datenraten

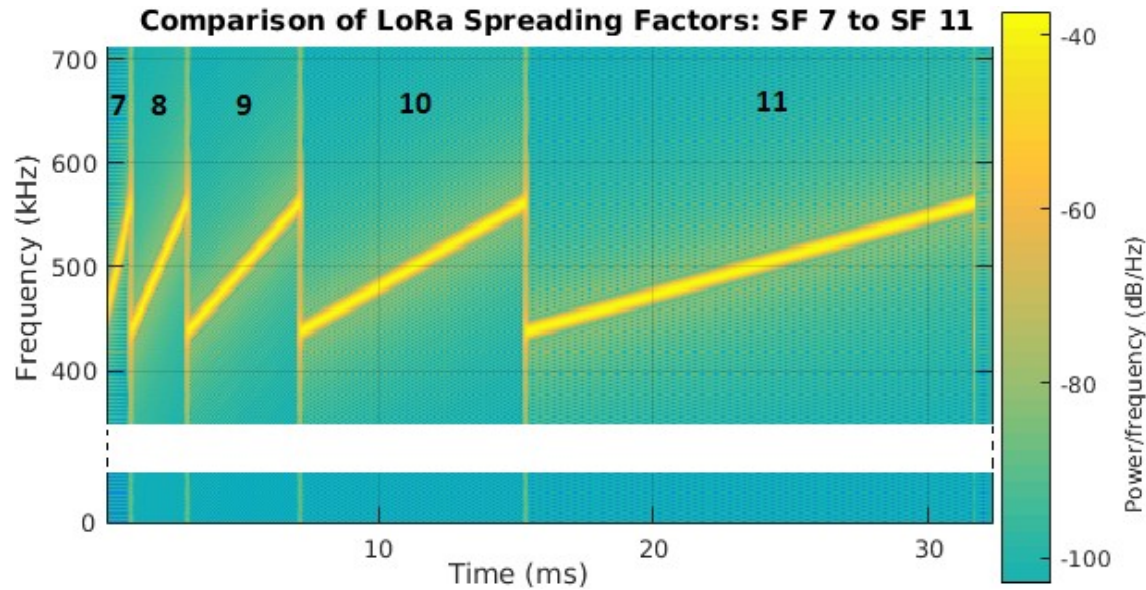
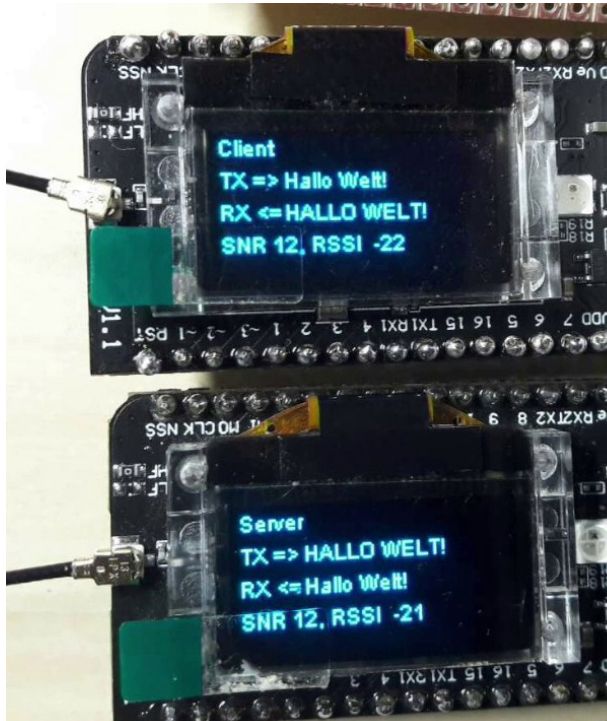


Bild bearbeitet aus: Sakshama Ghosly, <https://www.sgghosly.com/p/lora-is-chirp-spread-spectrum.html>

Spreading Factor	Empfindlichkeit	Airtime
SF7	-123,0 dBm	41 ms
SF8	-126,0 dBm	72 ms
SF9	-129,0 dBm	144 ms
SF10	-132,0 dBm	288 ms
SF11	-134,5 dBm	577 ms
SF12	-137,0 dBm	991 ms

Tabelle: Semtech, <https://lora-developers.semtech.com/documentation/tech-papers-and-guides/understanding-adr>

Demo LoRa



```
TX: "Hallo Welt!"
TX done.....into RX mode
RX "HALLO WELT!" with SNR 12 and Rssi -22 , length 11

TX: "Moin"
TX done.....into RX mode
RX "MOIN" with SNR 12 and Rssi -24 , length 4

TX: "1. Antenne weg"
TX done.....into RX mode
RX "1. ANTENNE WEG" with SNR 11 and Rssi -62 , length 14

TX: "..."
TX done.....into RX mode
RX "..." with SNR 12 and Rssi -63 , length 3

TX: "Antennen weg"
TX done.....into RX mode
RX "ANTENNEN WEG" with SNR 11 and Rssi -95 , length 12

TX: "Keller?"
TX done.....into RX mode
Copyright ©2019-2020 Heltec Automation.All rights reserved.

TX: "Keller?"
TX done.....into RX mode
RX "KELLER?" with SNR 1 and Rssi -100 , length 7
```

Video: https://www.youtube.com/watch?v=YyFAu_R3ZoA
Code: <https://github.com/SalamI/sensor-networks>

LoRaWAN

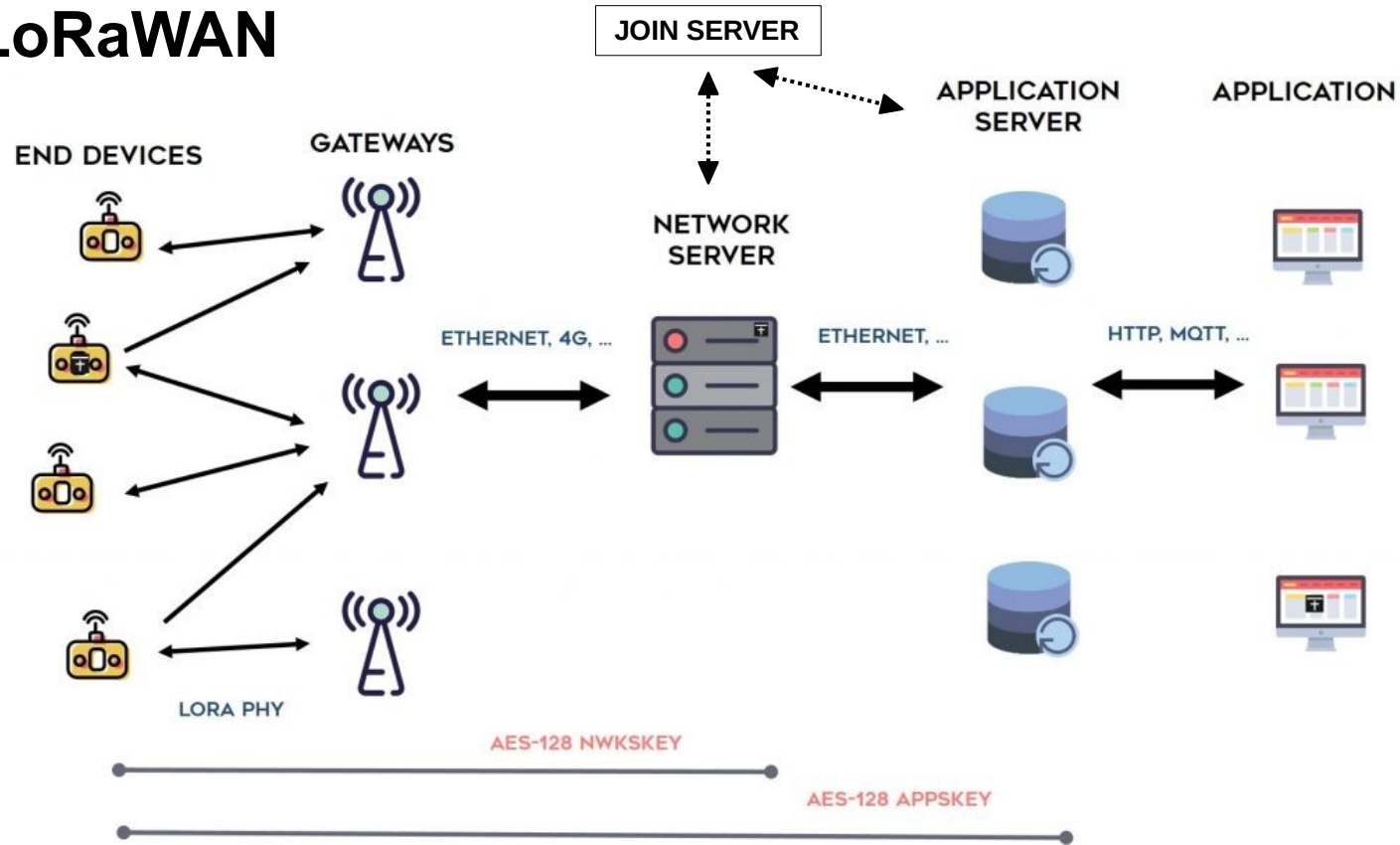


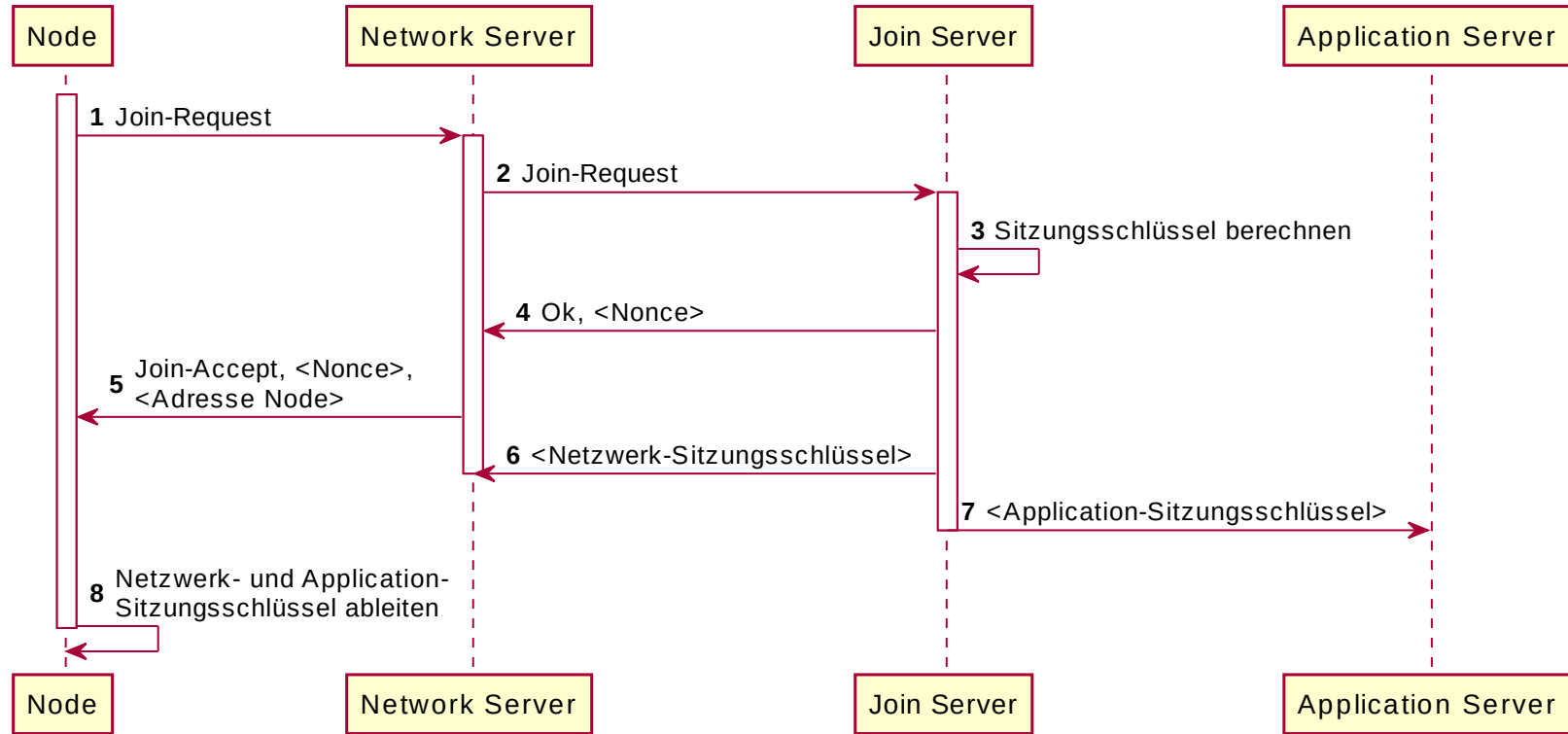
Bild: Zerynth srl,
<https://www.zerynth.com/wp-content/uploads/2017/05/lorawan-architecture.jpg>

Registrierung & Aktivierung

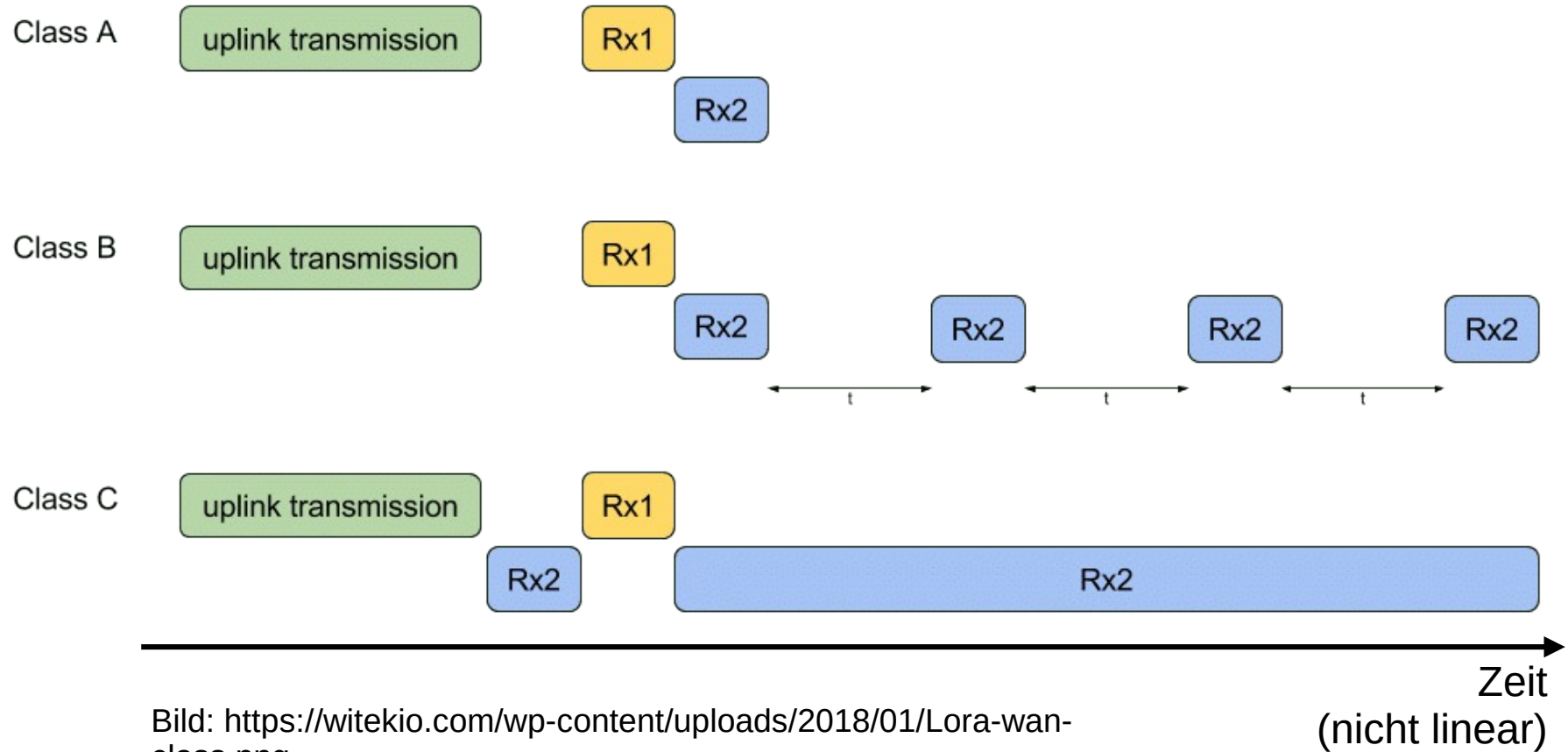
- einmalig Registrierung Endgerät im Netzwerk
→ Erzeugung/Hinterlegung IDs und Schlüssel
- unregistrierte Geräte blockiert

	Activation by Personalization (ABP)	Over-the-Air Activation (OTAA)
Sitzung	eine statische Sitzung	dynamisch, beliebig oft neu
Schlüssel	Sitzungsschlüssel fest einprogrammiert	Aushandlung für Sitzung, Ableitung aus „Master-Key“
Beitritt	Kommunikation direkt möglich	Beitrittsprozess nötig

Beitrittsprozess OTAA

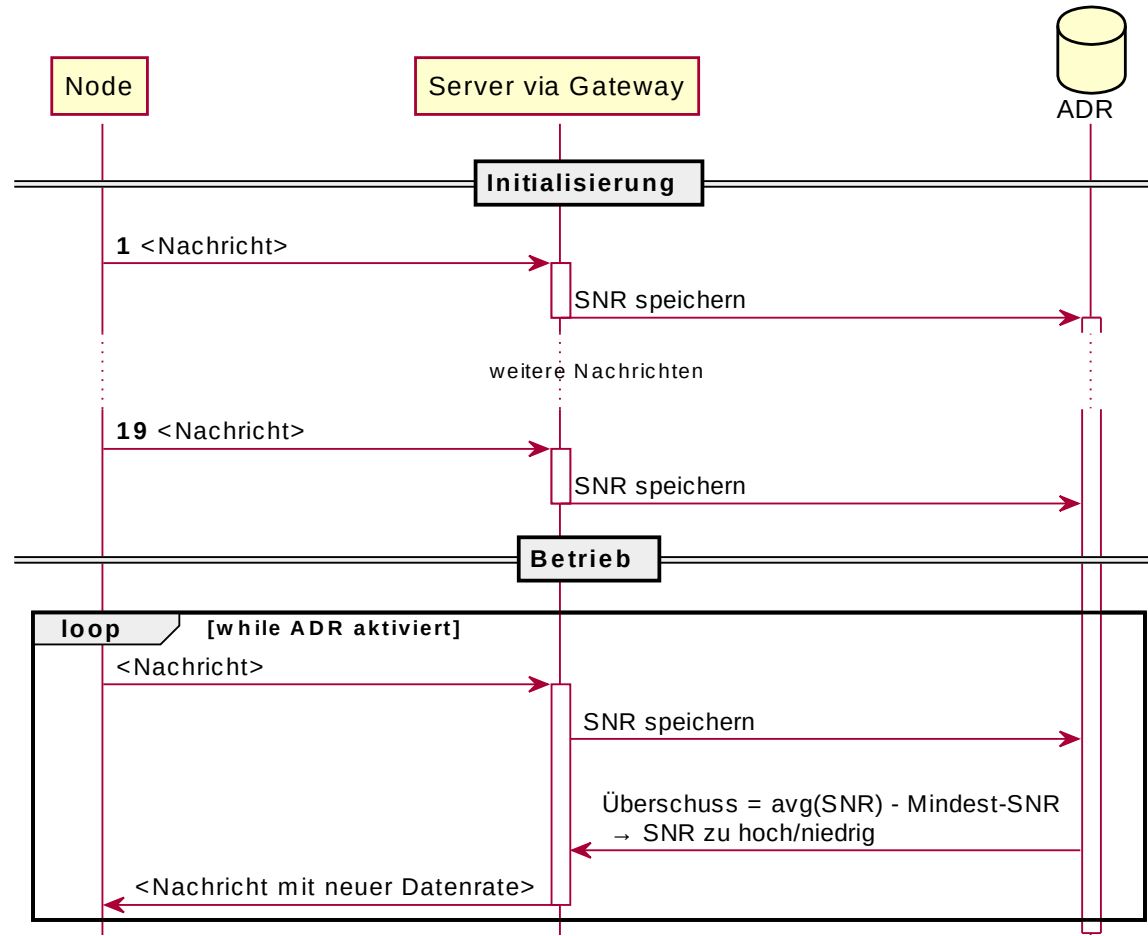


Geräteklassen



Adaptive Data Rate

- automatische Optimierung Funkparameter
- Anpassung von:
 - Spreading Factor
 - Sendeleistung
 - Bandbreite
- (De-)Aktivierung durch Endgerät



Gateway an der HTW

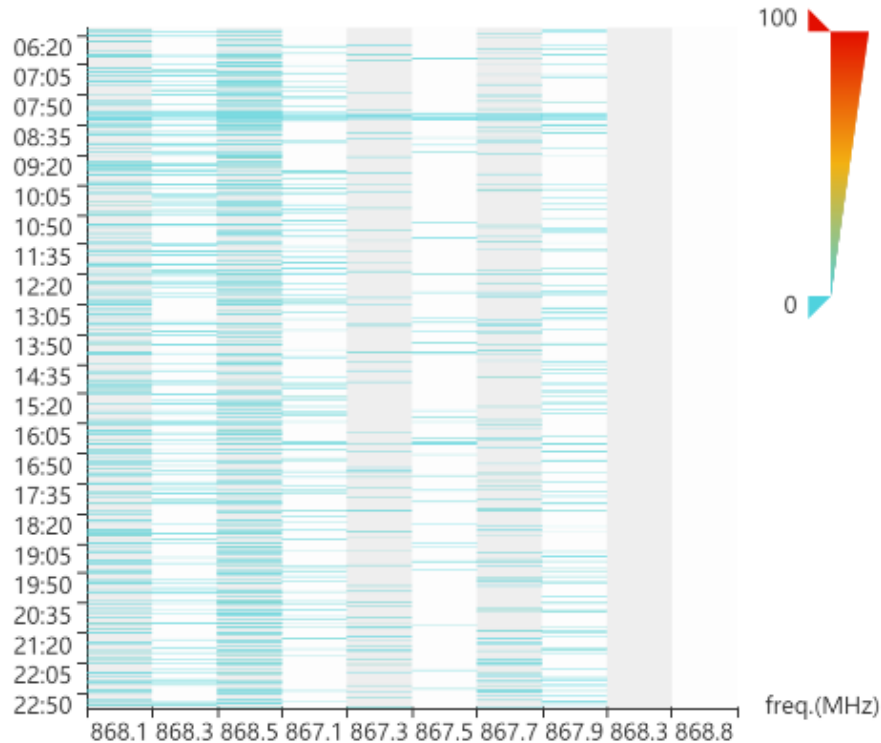
- Antenne auf S-Gebäude
- TTN-Anbindung
→ frei für jeden nutzbar
- Pakete empfangen: ca. 120 / h
- Pakete gesendet: ca. 5 / h



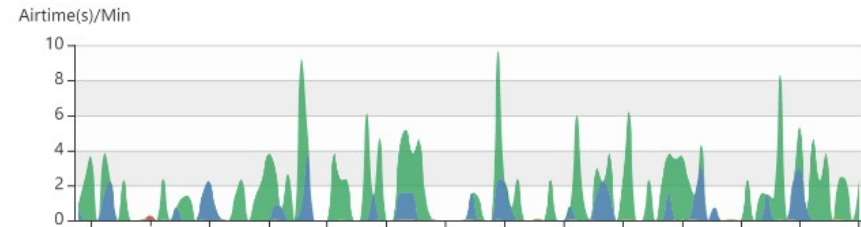
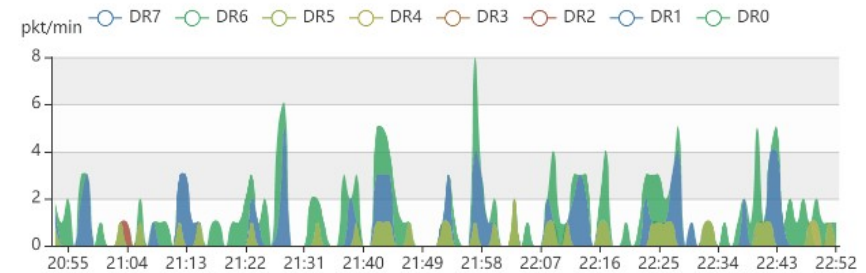
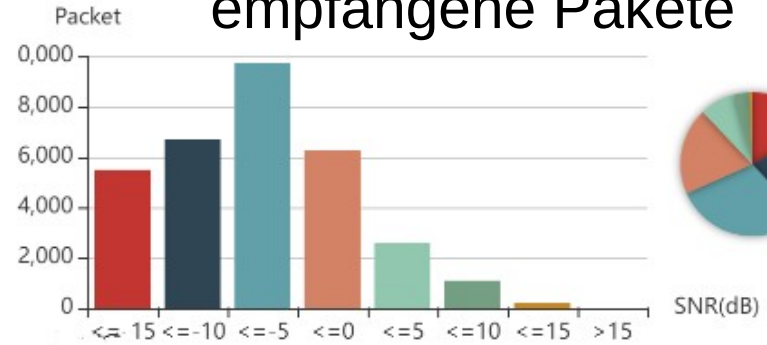
```
↑ 22:51:05 Receive uplink DevAddr: 48 00 01 D0 FCnt: 17912 FPort: 2 Data rate: SF7BW125 SNR: -4.75 RSSI: -112
↑ 22:50:19 Receive uplink DevAddr: 01 00 DA 30 FCnt: 17798 FPort: 103 Data rate: SF12BW125 SNR: 8.25 RSSI: -99
↓ 22:49:26 Send downlink r Rx1 Delay: 5 Rx1 Frequency: 867700000 Rx2 Frequency: 869525000
↑ 22:49:26 Receive uplink DevAddr: 26 0B F0 94 FCnt: 665 FPort: 1 Confirmed uplink Data rate: SF8BW125 SNR: 6.5 RSSI: -106
```

Statistiken Gateway

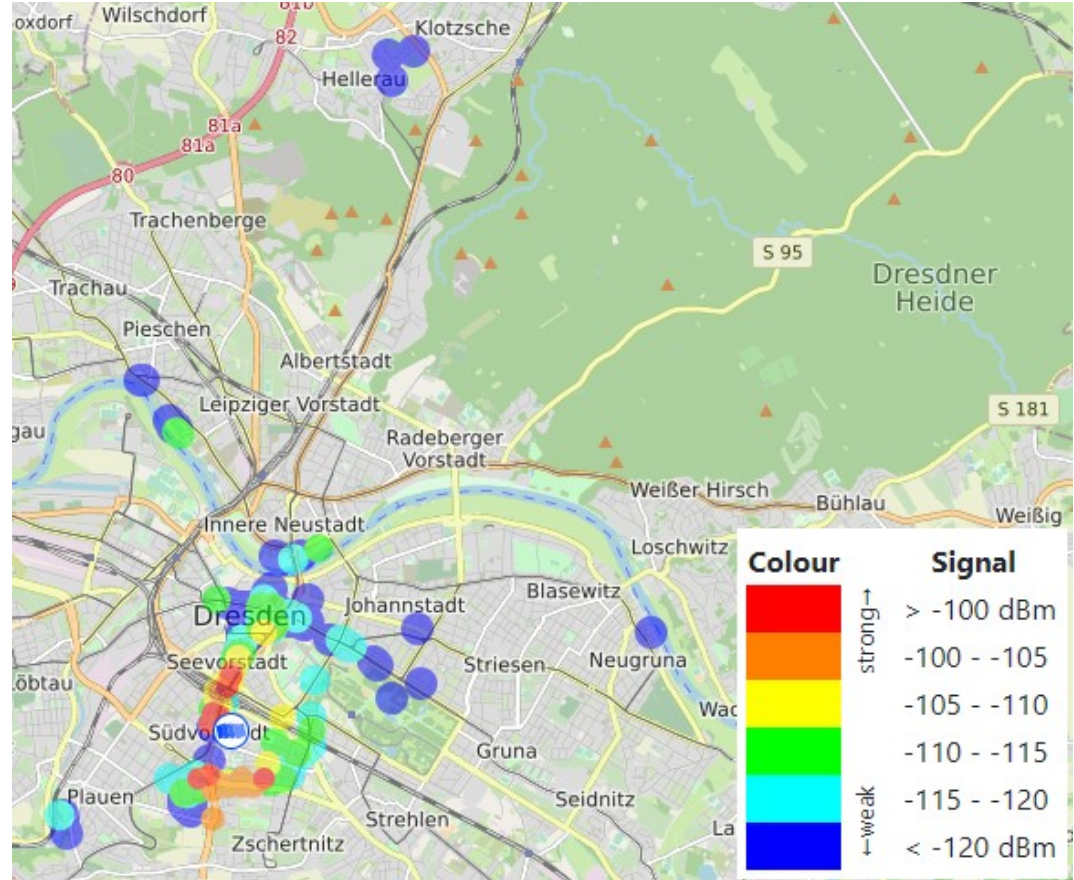
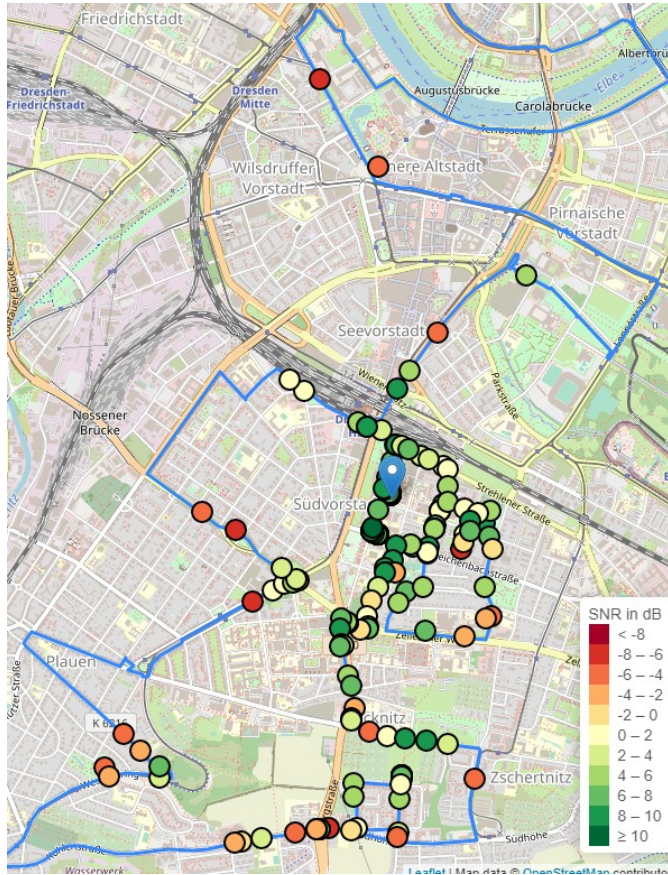
Duty Cycle je Kanal



empfangene Pakete



Reichweite Gateway





Fazit

- Reichweite hoch
- Energiebedarf gering
- Datenrate gering
- Latenz hoch
- Kommunikation sicher
- Kosten gering
- Einsatzgebiet: Übertragung Sensorwerte über weite Strecken