



Freie Long Range Sensornetze

Achim Friedland <achim@offenes-jena.de>
CC0

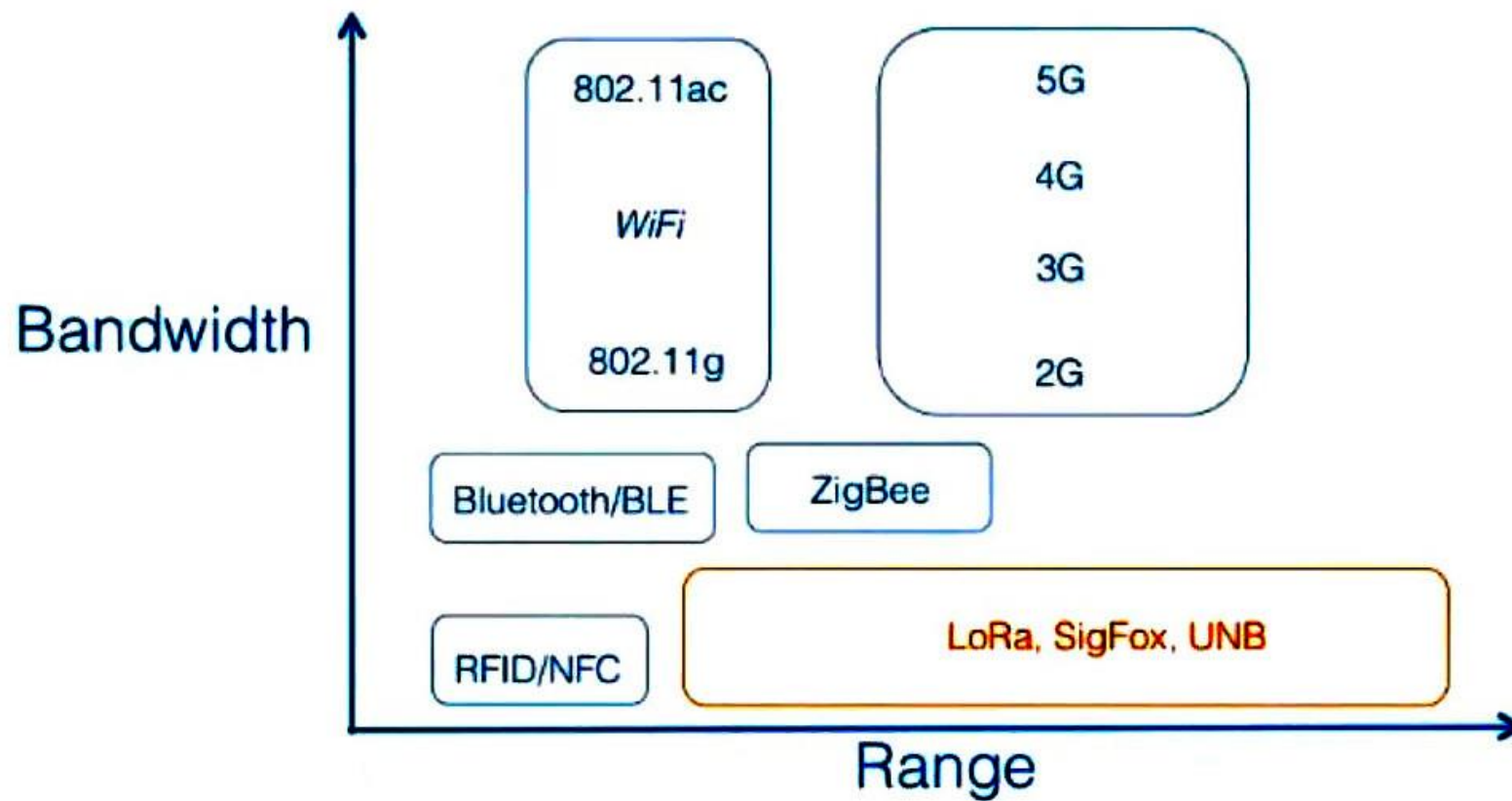
LoRa

- Frequenz: 868 MHz (Europa)
- Modulation: Chirp Spread Spectrum (CSS)
- Duty Cycle: 1% (~36 Sek/Stunde)
- Datenrate: 250bps – 11 kbps
- Reichweite
 - Urbanes Umfeld: ~2.5km
 - Land: >15km

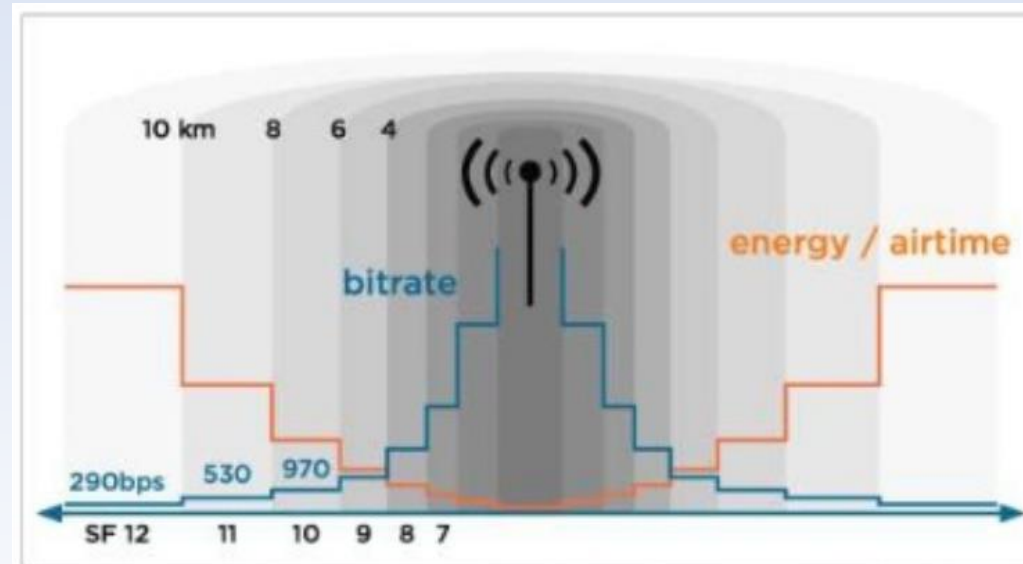
g	863.0 - 868.0 Mhz	1% duty-cycle	25 mW (= 14dBm)
g1	868.0 - 868.6 Mhz	1% duty-cycle	25 mW
g2	868.7 - 869.2 Mhz	0.1% duty-cycle	25 mW
g3	869.4 - 869.65 Mhz	10% duty-cycle	500 mW (= 27dBm)
g4	869.7 - 870.0 Mhz	1% duty-cycle	25 mW

Table: Sub-bands in the European 863.0 - 870.0 Mhz band

Vergleich

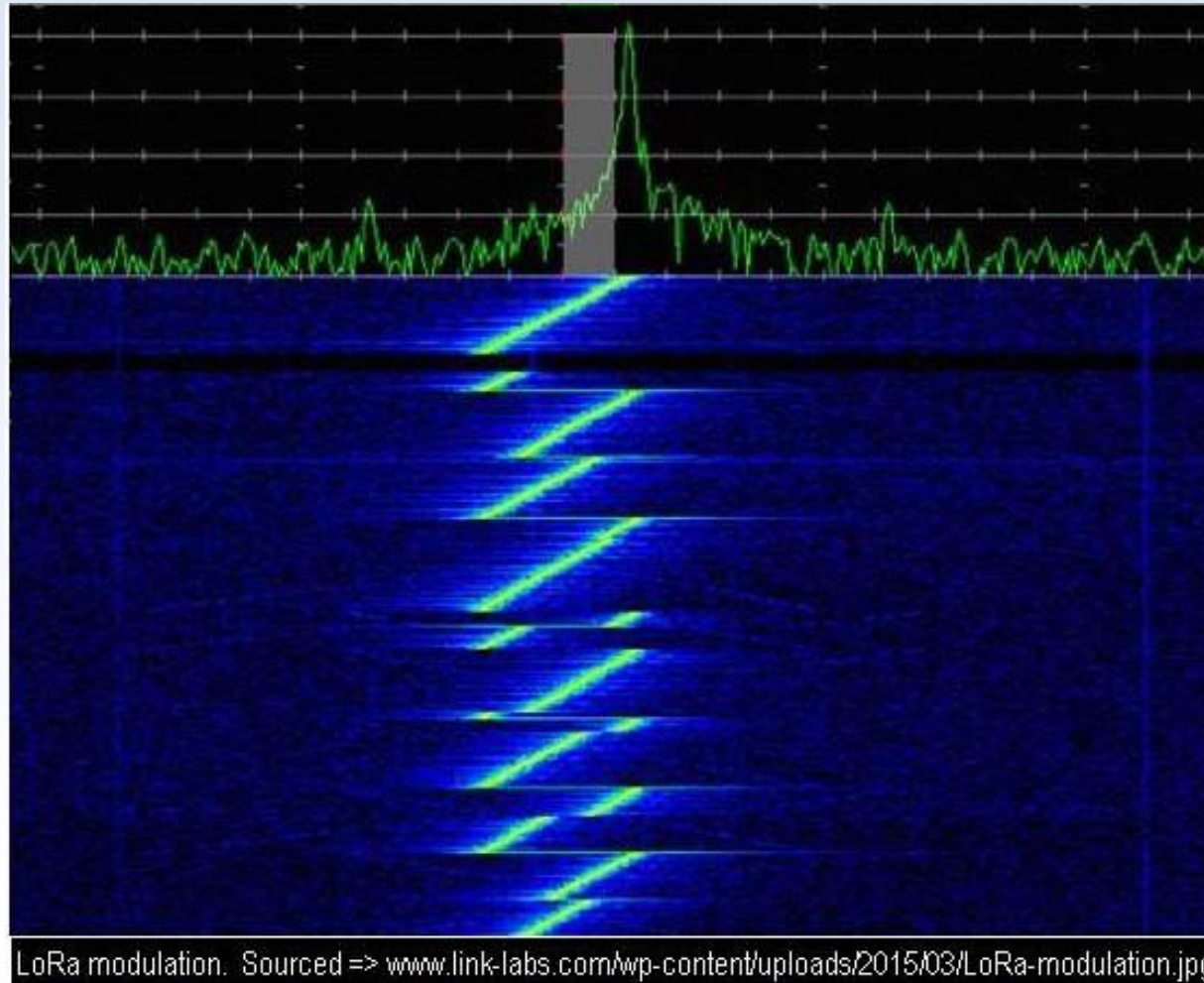


Datenraten



Spreading Factor	Data Rate (bit/s)	Time on Air (ms)	Gateway Sensitivity (dBm radiated)	End-device sensitivity
SF12	293	1400	-147	-138
SF11	540	740	-144.5	-135.5
SF10	980	370	-142	-133
SF9	1760	200	-139.5	-130.5
SF8	3125	100	-137	-128
SF7	11000	28	-131.5	-122.5

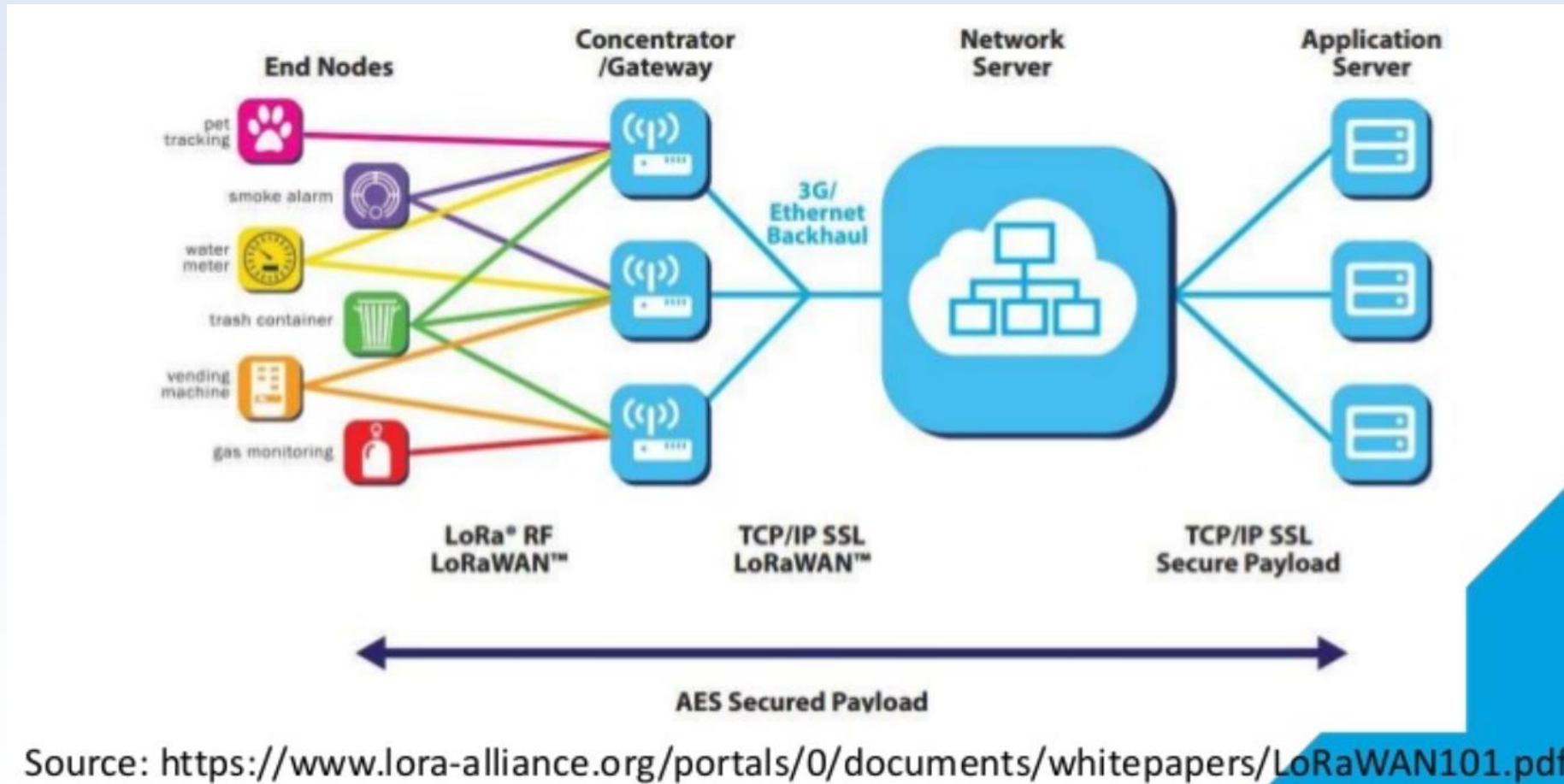
Modulation



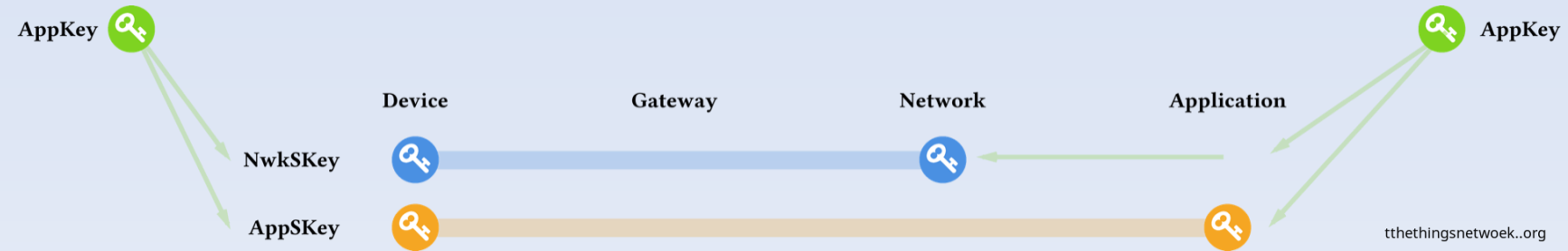
Geräte Klassen

- Class A
 - Sensor darf nach Bedarf senden. Zwei Empfangsfenster für einen Sensor nach dem Senden (z.B. Anwendungs-ACKs).
Ansonsten: Schlafen! ~5-10 Jahre Akkubetrieb.
- Class B
 - Gateway sendet Beacons. Regelmässige Empfangfenster.
Zwischendurch: Schlafen
- Class C
 - Dauerhafter Empfang: Sensor == Aktor

Netzarchitektur



Sicherheit

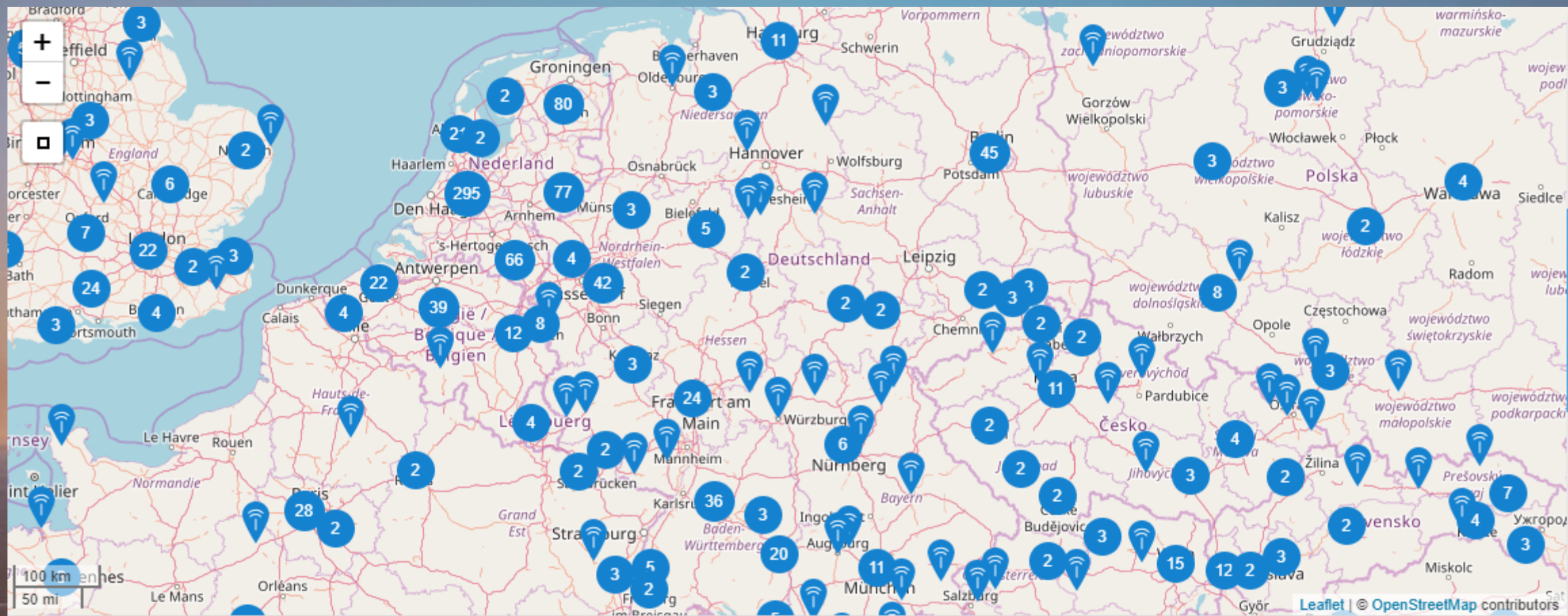


- Netzwerkschlüssel
 - Sicherheit auf der Luftschnittstelle (AES-128)
- Anwendungsschlüssel
 - Ende-zu-Ende Sicherheit zwischen Sensor und Anwendung (AES-128)
- Optionale ACKs auf der Luftschnittstelle
- Adaptive Datenraten



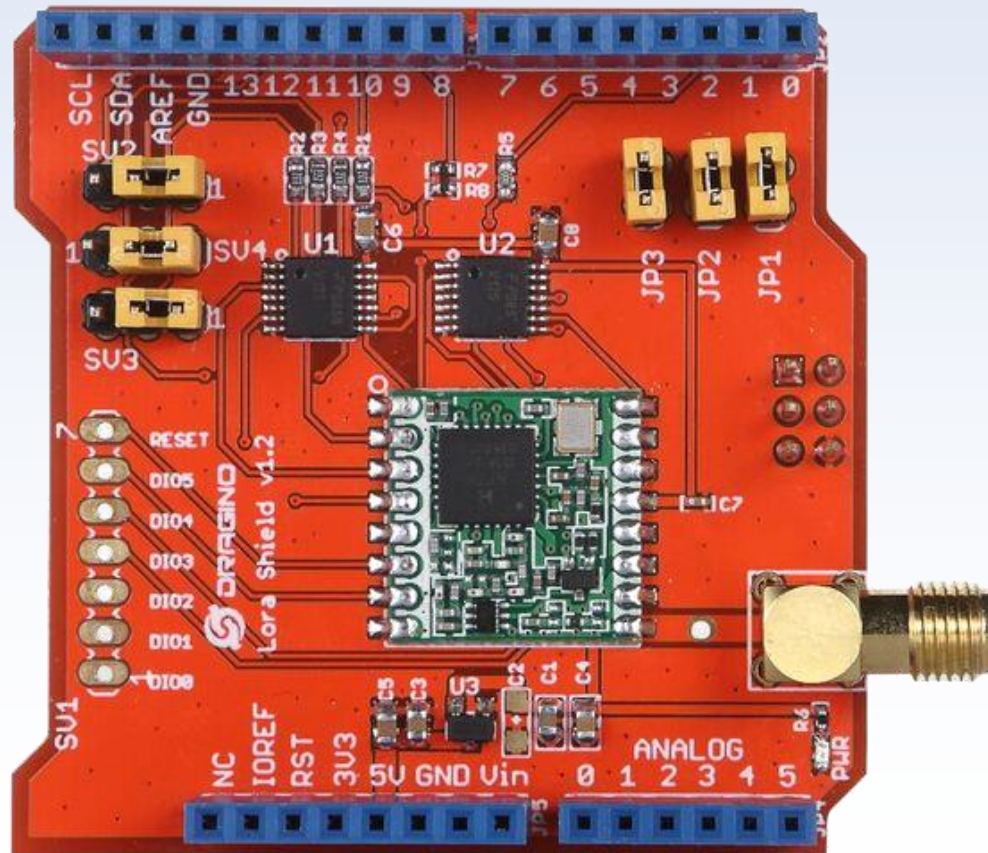
THE THINGS
N E T W O R K

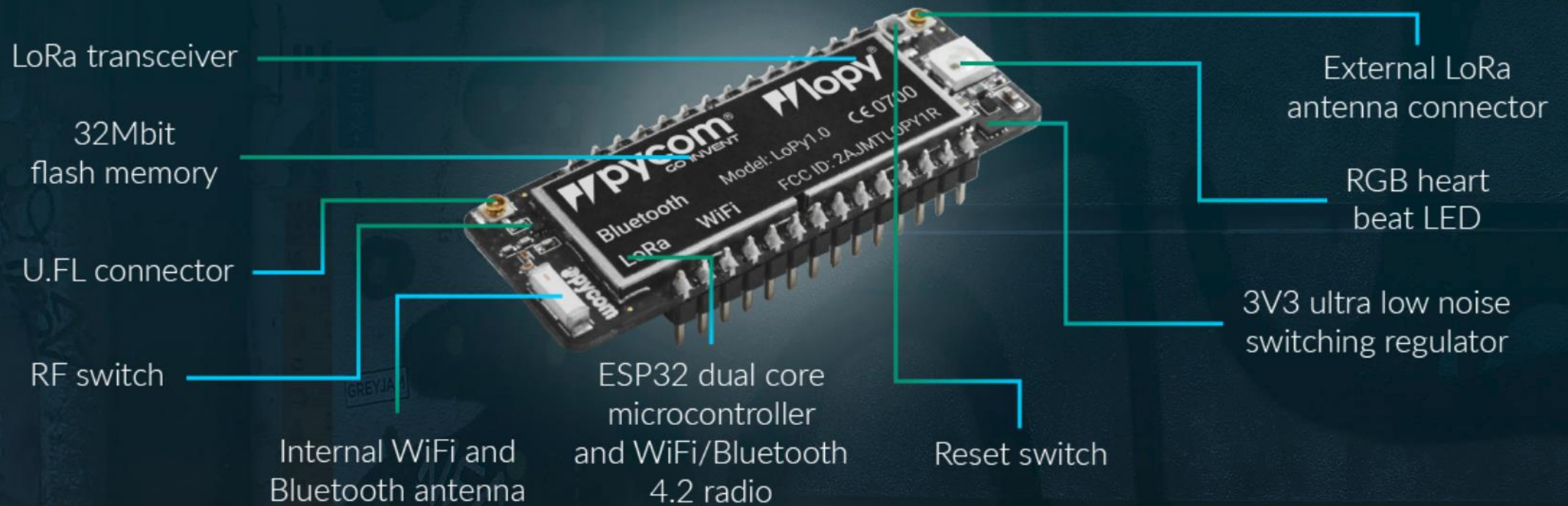




Dragino LoRa Shield

RFM95W/RFM98W





USB serial port

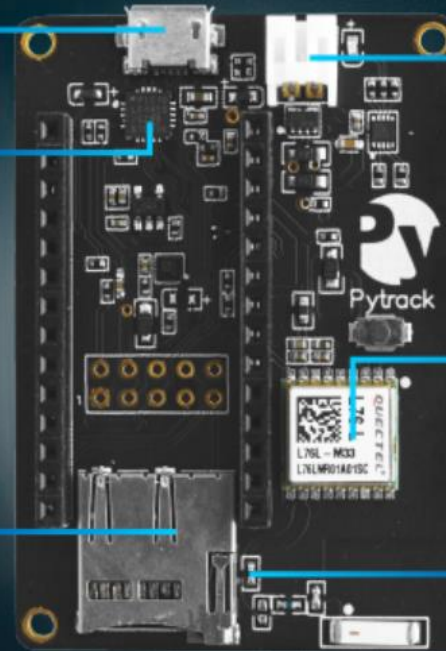
USB to serial converter

JST connector for
LiPo battery

GPS (GNSS + Glonass)

MicroSD card slot

Accelerometer



 pytrack

LoRa in Jena-Ost



LoRa in Jena

