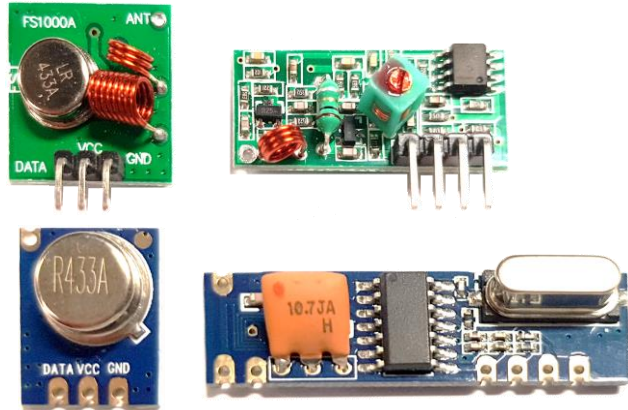


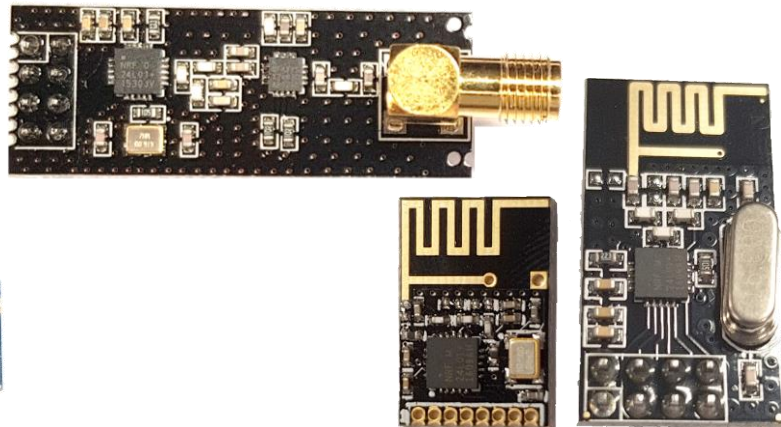
# Die lizenzfreie Übertragung kleiner Datenmengen per Funk

Dipl.-Ing. Lutz Lisseck | 2019

FS1000A (nicht gut, nicht kaufen!)  
433 MHz OOK Tx + Rx



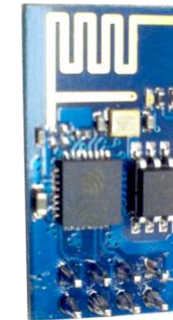
nRF24L01 + PA + LNA  
2.4 GHz GFSK Schmalband mit Booster



RF95/RF96  
868 MHz LoRa



ESP8266 (ESP-01)  
32bit CPU + WiFi

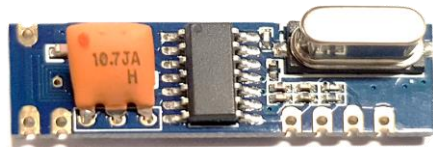


ESP32 (NodeMCU)  
Dual-Core 32bit CPU + WiFi + BT + BTLE



STX882  
433 MHz ASK Tx + Rx

SRX882 (Funksteckdosen steuern)



nRF24L01+ Mini  
nRF24L01+  
2.4GHz GFSK Schmalband, 250kbps/1Mbps/2Mbps

Ra-01  
433 MHz LoRa



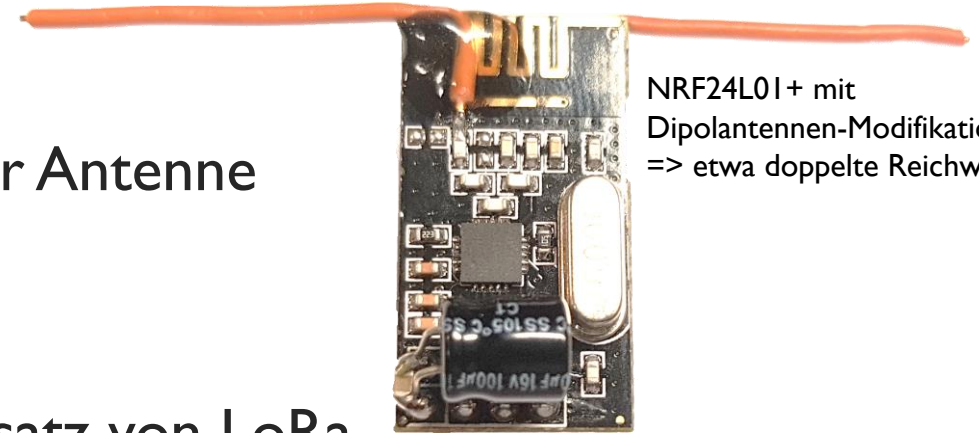
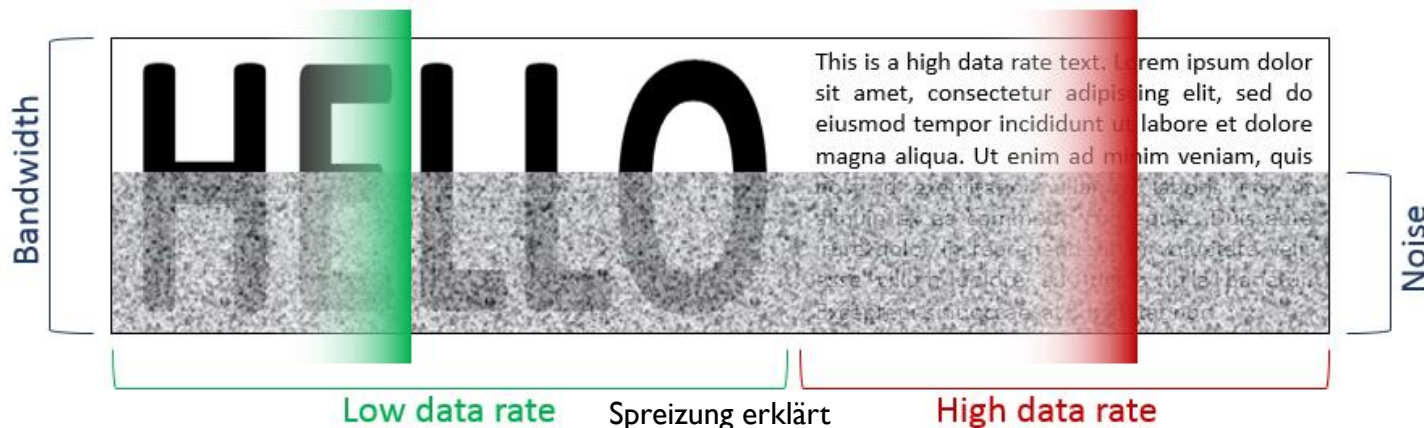
# Reichweite erhöhen

Sendeleistung erhöhen (oft nicht erlaubt)

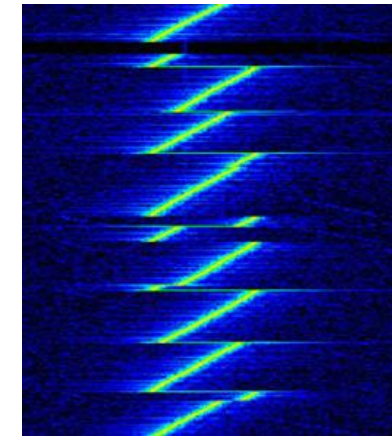
Abgestrahlte/Empfangene Leistung bündeln mit besserer Antenne

Empfangsleistung erhöhen

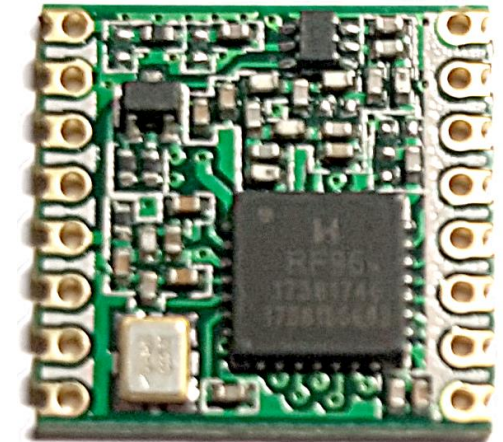
- Aufwändigere Modulationsarten verwenden
- Geschwindigkeit gegen Reichweite eintauschen: Ansatz von LoRa
  - Spreizfaktor 7...12 → je höher = mehr Reichweite & langsamer
  - LoRa-Modulation: Chirp-Modulation – Zick-zack im Wasserfall



NRF24L01+ mit Dipolantennen-Modifikation => etwa doppelte Reichweite



LoRa Spektrum im Wasserfalldiagramm



LoRa Modul RFM95



# Arduino mit RFM95 LoRa Modul

Controller sollte mit 3.3V Pegeln arbeiten:

- Nicht ok: Standard Arduinos wie Uno / Nano
- OK: 3.3V Versionen von Arduino, 3.3V Boards wie Feather, Teensy 3.x, ESP32 ...

LoRa-Module:

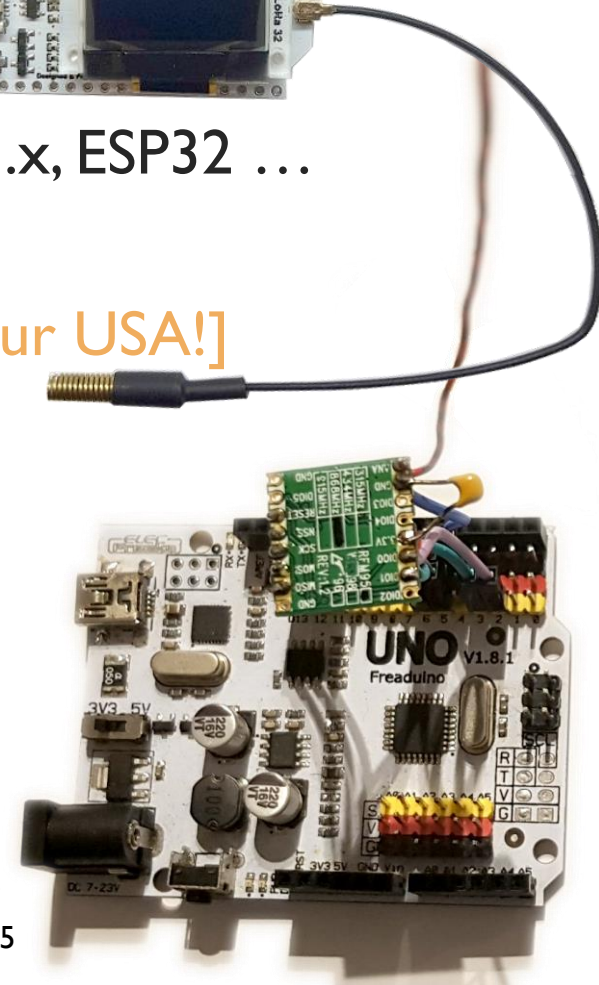
- RFM95 / SX1276 (868/915 MHz) Duty-Cycle limitiert! [915 MHz nur USA!]
- RFM96 / SX1278 (433 MHz) kein Duty-Limit

Anschluss des Moduls bevorzugt an SPI + ein paar Ports

Draht-Antenne: 868 MHz = 8.4 cm, 433 MHz = 16.9cm



ESP32 mit LoRa  
und OLED



Freaduino auf  
3.3V mit RFM95



# The Things Network (TTN)

TheThingsNetwork.org baut basierend auf LoRaWAN ein freies, offenes Netzwerk:

- Sensor Nodes funken via LoRa zum nächstgelegenen LoRa Gateway
- LoRa Gateways leiten die Daten an den TheThingsNetwork-Server weiter
- Über sog. Applications kann übers Internet auf die Daten zugegriffen werden
- Mit eigenen LoRa Gateways kann jeder die Abdeckung des TTN erweitern
- Zwiebelartig verschlüsselte Kommunikation von Node zur Endapplikation
- Große Reichweiten (~10km), kleine Datenmengen (12 Byte Nutzdaten), wenige mal pro Tag

