

# Zwischenpräsentation

Demodulation von LoRa-Signalen mit LimeSDR Mini

# Inhaltsangabe

- Aufgabenstellung
- Hardware & Software
- LoRa
- LoRaWAN
- Resultate
- Ausblick

# Motivation der Arbeit & Aufgabenstellung

## **Motivation**

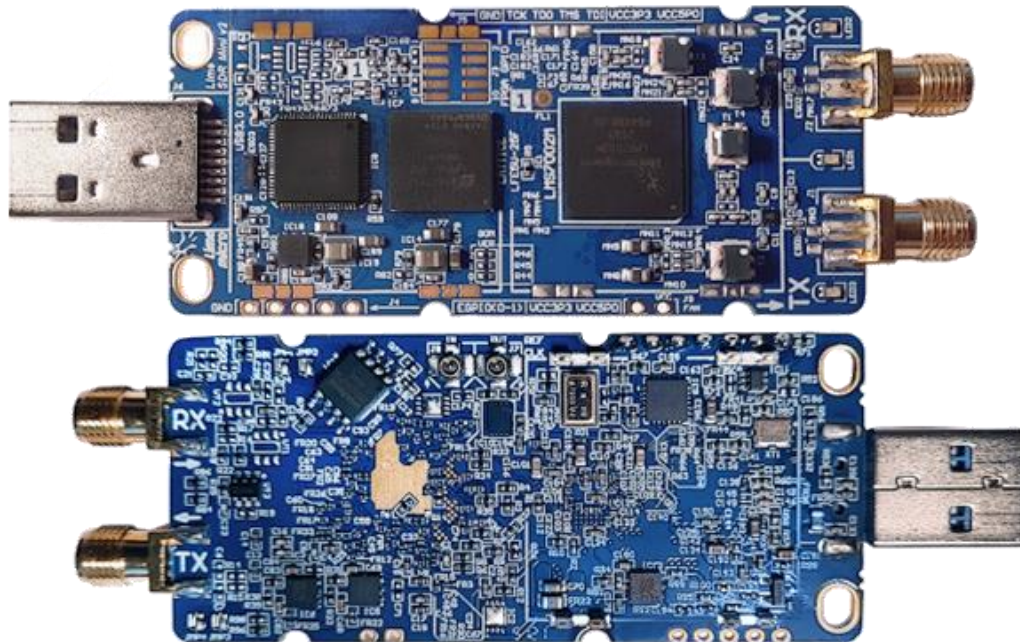
- Erhöhtes Interesse an IoT
- Steigender Effizienzgedanke
- Begrenztes Frequenzspektrum
- Rekonstruktion von Symbolen unterhalb des Rauschpegels

## **Aufgaben**

- Verbindungsaufbau zu einem vorhandenen Endgerät
- Detektion von Paketen mittels der Preamble
- Synchronisation mithilfe der Preamble
- Datendekodierung

# Hardware

## Lime SDR mini

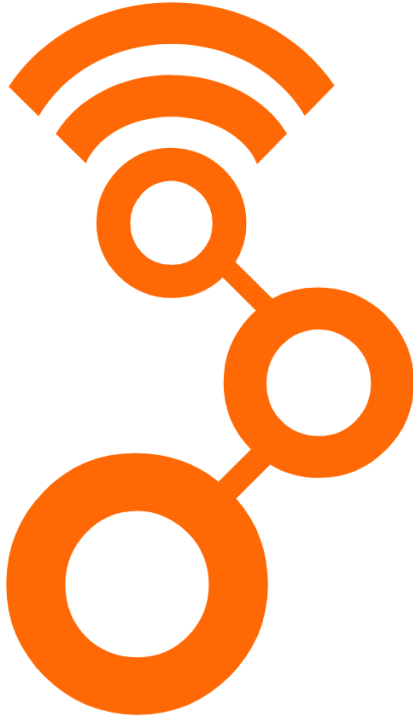


## The Things Node

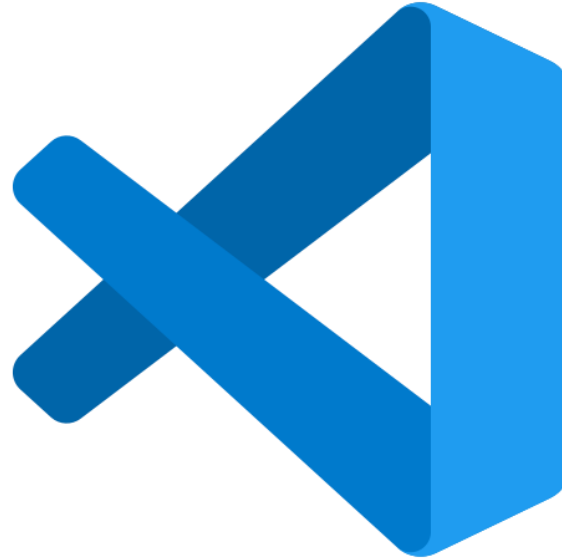


# Software

## GNURadio Companion



## VS-Code für Python



# Technologie

## **LoRa**

- Übertragungsprotokoll
- Punkt zu Punkt Verbindung
- Low Power und hohe Reichweite

## **LoRaWAN / LPWAN**

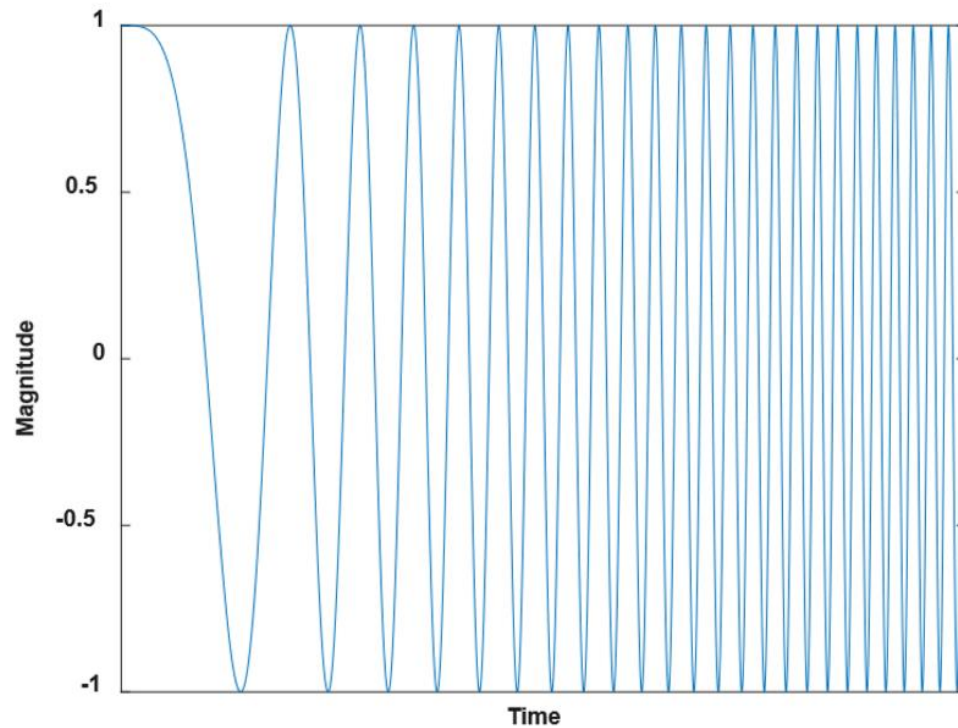
- Netzprotokoll
- Sternförmige Struktur
- Verbindung mit dem Internet

# Long Range

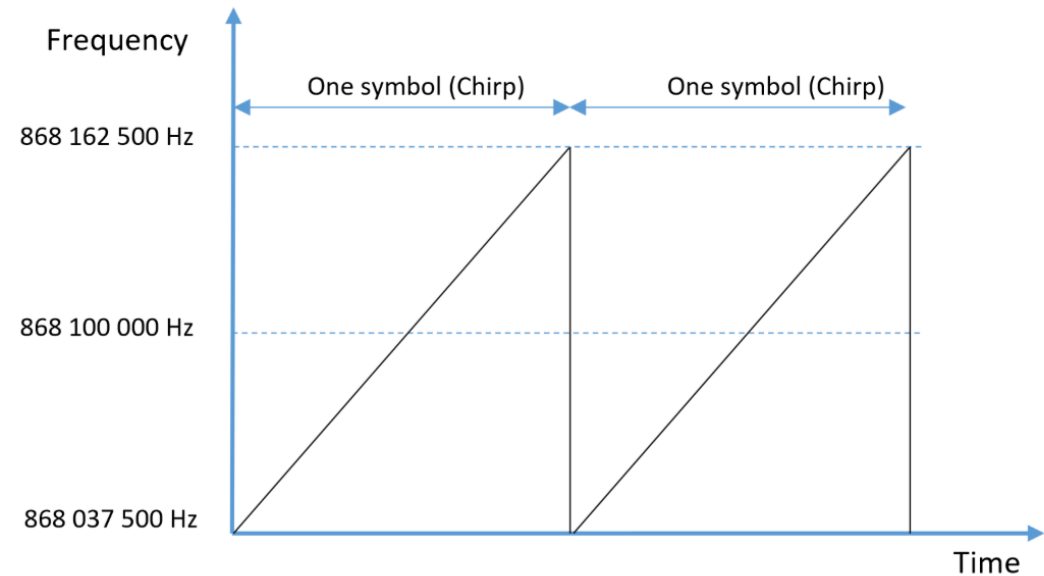
Wie funktioniert diese Technologie auf dem physikalischen Layer?

# Das Signal: Chirp

## Zeitbereich

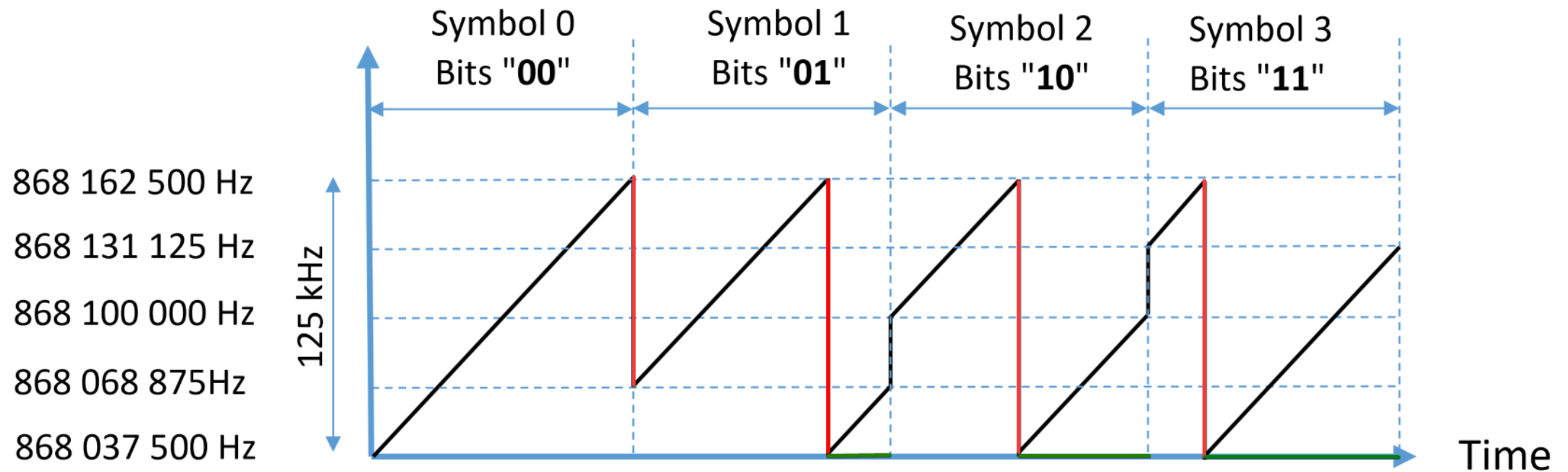


## Frequenzbereich





# Symbole

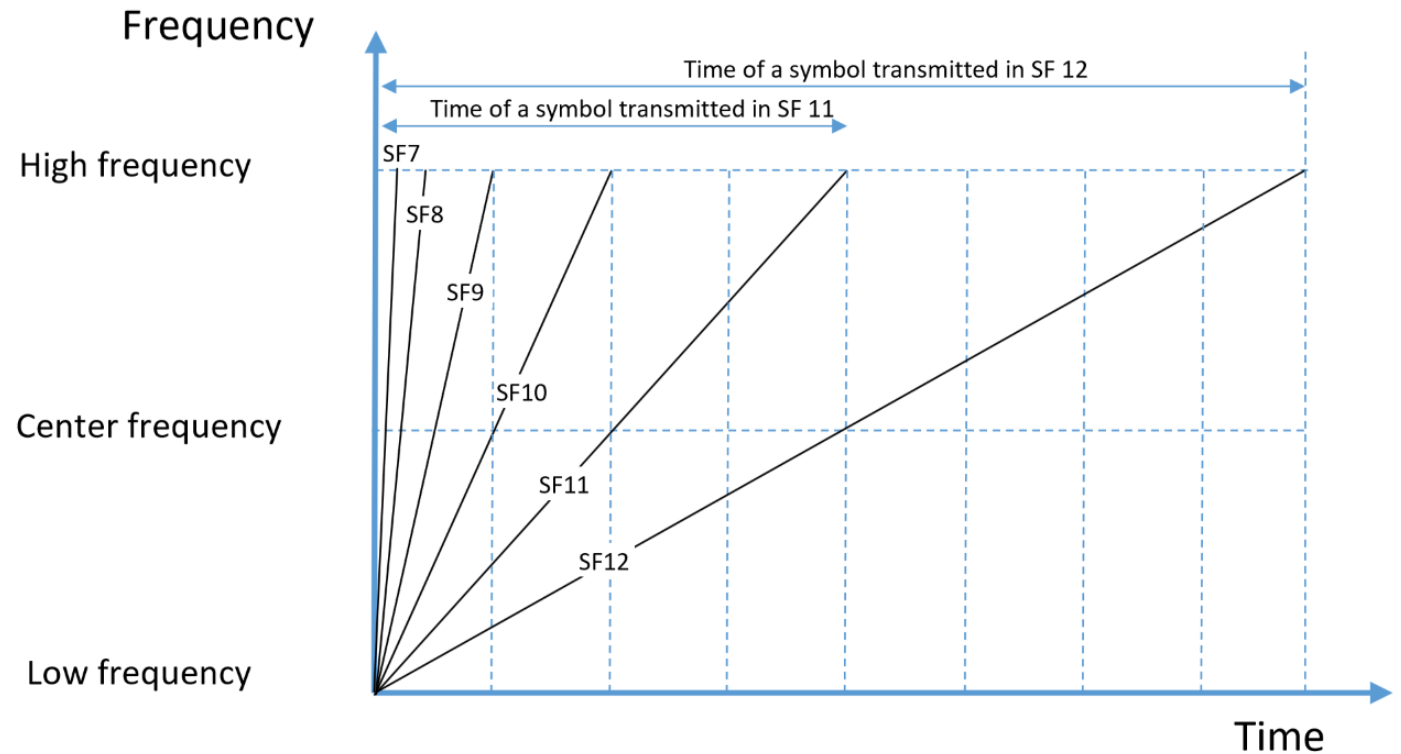


# Der Spreading Faktor

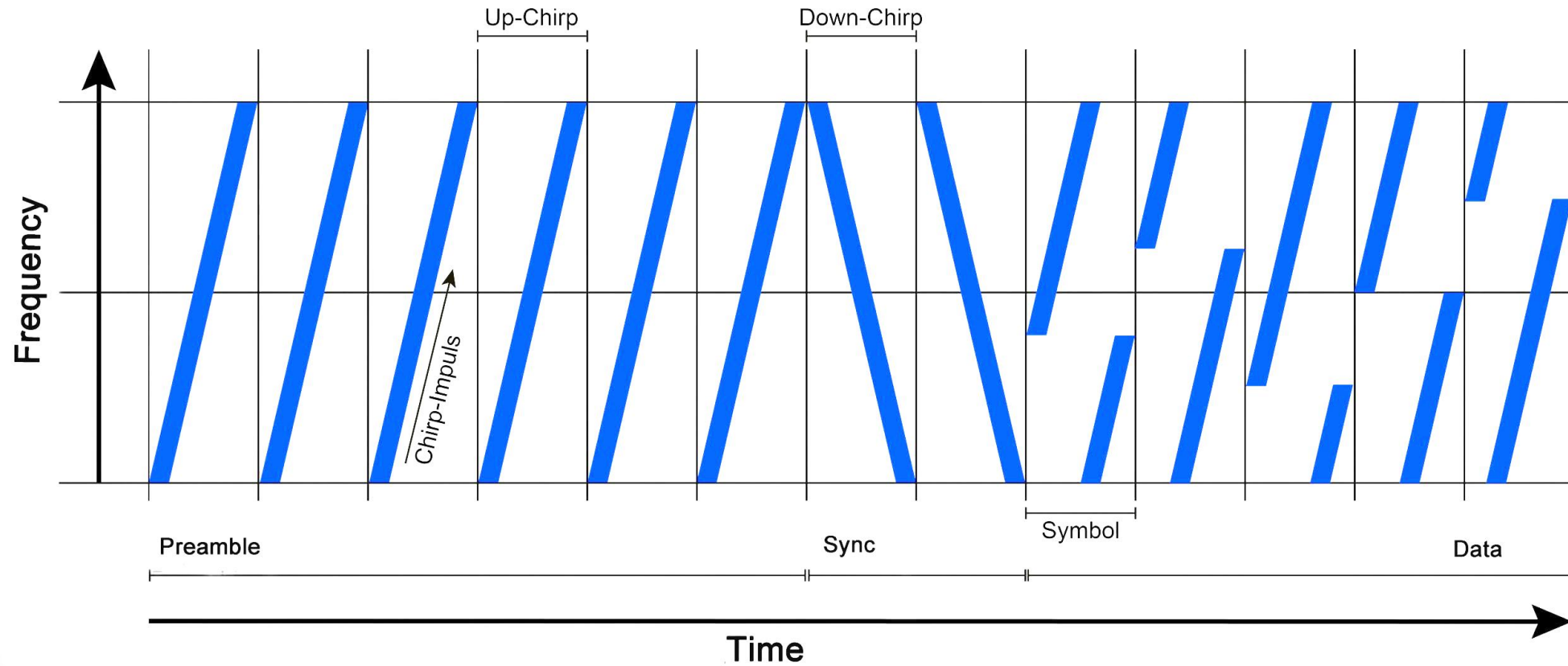
- Anzahl Bits pro Symbol:  $SF$
- Anzahl Symbole :  $2^{SF}$
- Übertragungszeit:

$$T_{symbol} = \frac{2^{SF}}{Bandbreite}$$

- Limitierungen des Frequenzbands
- Kleinster möglicher Spreading Faktor



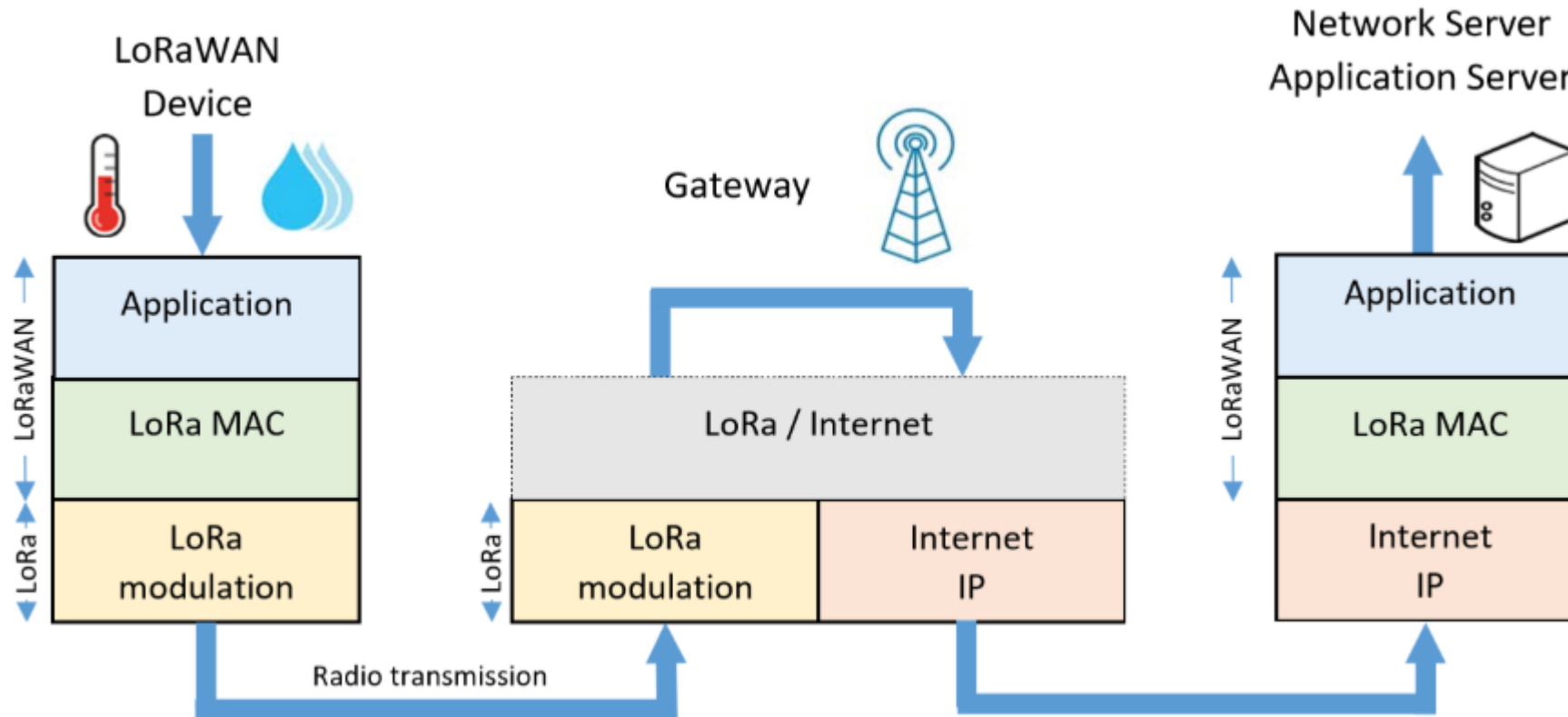
# Struktur eines Datenpakets



# Long Range Wide Area Network

Wozu dient das Netzwerk und wie wird LoRa dabei verwendet?

# LoRaWAN: Eine LPWAN-Funktechnologie

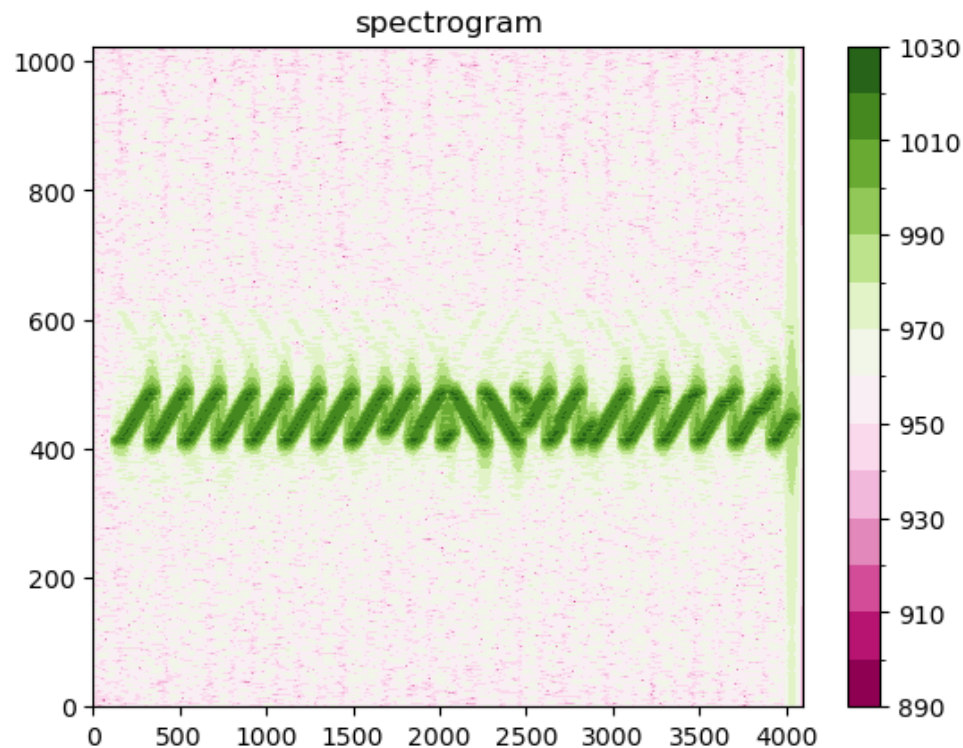


# Zwischenresultate

Was habe ich bereits erreicht?

# Signalbetrachtung

## LoRa-Signal im Frequenzbereich

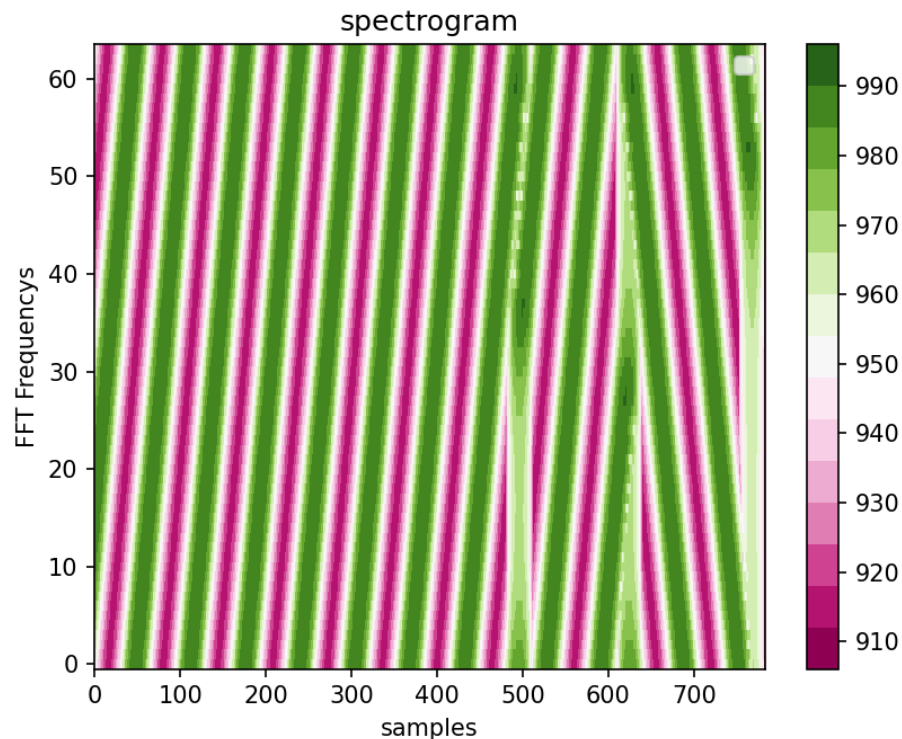


## Erledigte Arbeiten

- Inbetriebnahme des «The Things Node»
- Inbetriebnahme des «Lime SDR mini»
- Aufzeichnung eines Pakets mittels «GNURadio Companion»
- Visuelle Betrachtung des Signals im Frequenzbereich

# Signalrekonstruktion

## Eine Preamble im Frequenzbereich



## Erledigte Arbeiten

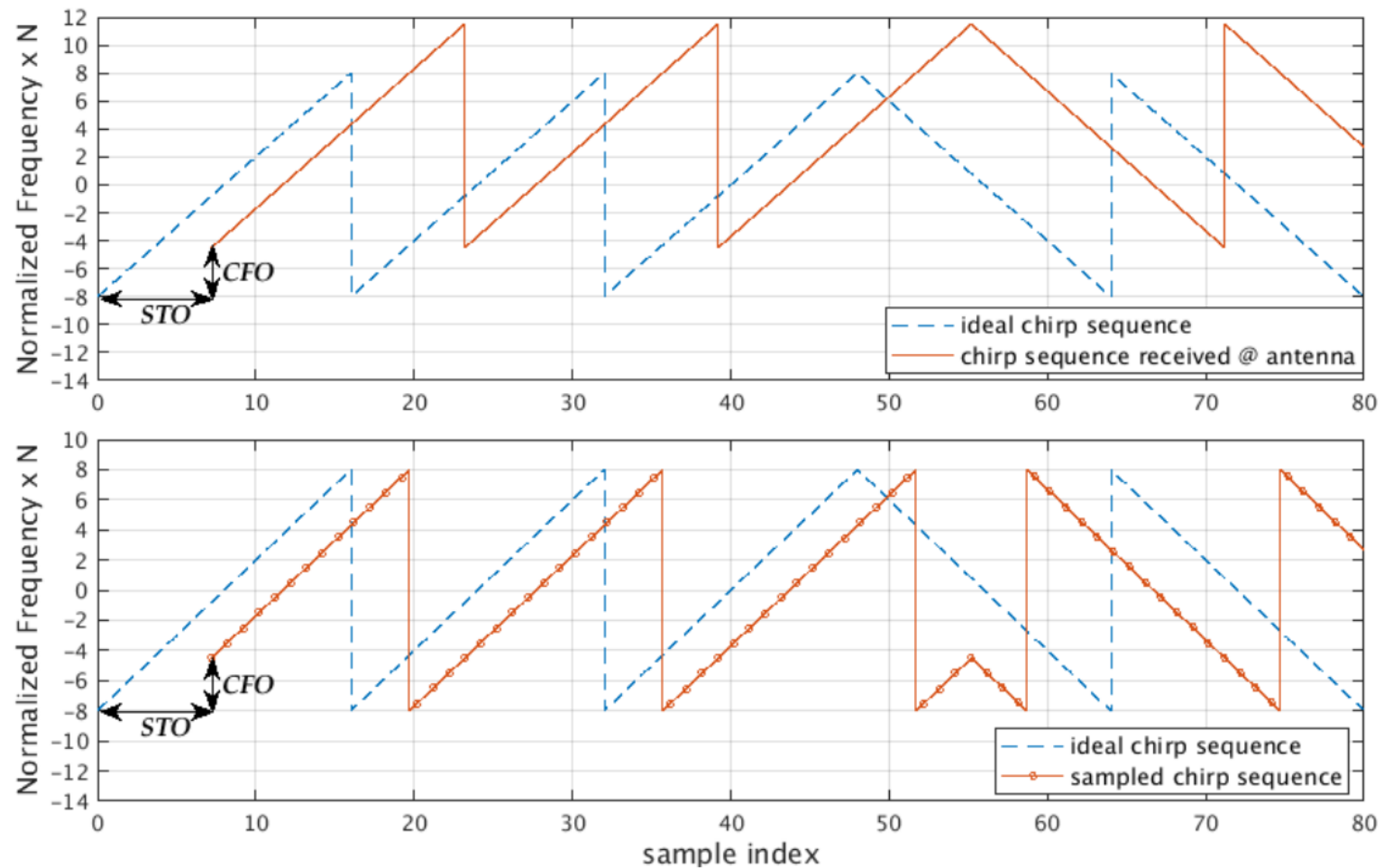
- Recherche zum generellen Funktionsprinzip
- Funktionsentwicklung für die synthetische Erstellung von Symbolen
- Zusammenbau von Symbolen zu einer Preamble
- Entwicklung von synthetischem Frequenz- & Zeitoffset



# Ausblick

Welche weiteren Arbeitsschritte stehen noch bevor?

# Zeit- und Frequenzoffset



# Zwischenfazit und Abschluss

- Verständiss rund um LoRa und LoRaWAN erlernt
- Vertiefte Kenntnisse in Python
- Erste praktische Erfahrung mit GNURadio Companion
- Erste Berührungspunkte mit Quarto und technischem Dokumentieren