

HAMRAN

Die letzte Meile

Roland OE1RSA
oe1rsa@oevsv.at

Ham Radio
Friedrichshafen 2024



Übersicht

1 Einleitung

2 Projektbeschreibung

- Vorüberlegungen
- Derzeitiger Stand
- Nächste Schritte

3 Schlussüberlegungen

Was ist HAMRAN?

Highspeed Amateur Multimedia Radio Access Network



■ HAMNET

- Richtfunkstrecken
LOS: Line of Sight
- 13 cm und 6 cm

■ HAMRAN

- Letzte Meile
NLOS: Non Line of Sight
- 6 m, bis zu 2 MHz Bandbreite

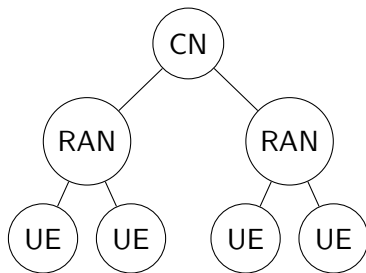
RAN

Radio Access Network - Funkzugangsnetz

CN Core Network
z.B. Telefonnetz

RAN Radio Acces Network
z.B. Basisstation

UE User Equipment
z.B. Smartphone



HAMNET

Warum überhaupt ein RAN?



LOS - NLOS

Viele, gerade im städtischen Gebiet haben keinen Zugang zum Dach.



Geschichte

Ein paar schnelle Fakten

- 1984** AX.25 Peter Loveall, AE5PL
- 2003** HSMM Radio (Hinternet), Kris I. Mraz, N5KM
- 2010** NE-BREZHIBNI PROTOKOL, Matja, S53MV
- 2010** 9 Mbit/s UHF modem, K8OCL und KD6OZH
- 2010** HAMNET Osterried, DL9SAU
- 2019** NPR, Guillaume, F4HDK
- 2022** NPR-H, Steffen, DO5DSH
- 2020** Meshcom, Kurt, OE1KBC
- 2021** WRAN, Berhard und Michael OE3BIA, OE1MCU
- 2023** HAMRAN, Roland, Chris, Willi, OE1RSA, OE1VMC, OE1DFS

OEVSV und ARDC Was bisher geschah.

- 2019** OE1MCU, Vorschlag Problem *Letzte Meile* zu lösen.
- 2020** OE3BIA & OE1VMC krempeln die Ärmel hoch.
- 2022** ARDC Förderung des WRAN projekts.
- 2022** OEVSV Treuhand für ARDC Förderung.
- 2023** Bernhard übergibt Projektleitung.
- 2024** Fortführung als HAMRAN Projekt mit tlw. neuen Teammitgliedern.

Übersicht

1 Einleitung

2 Projektbeschreibung

- Vorüberlegungen
- Derzeitiger Stand
- Nächste Schritte

3 Schlussüberlegungen

Was ist möglich?

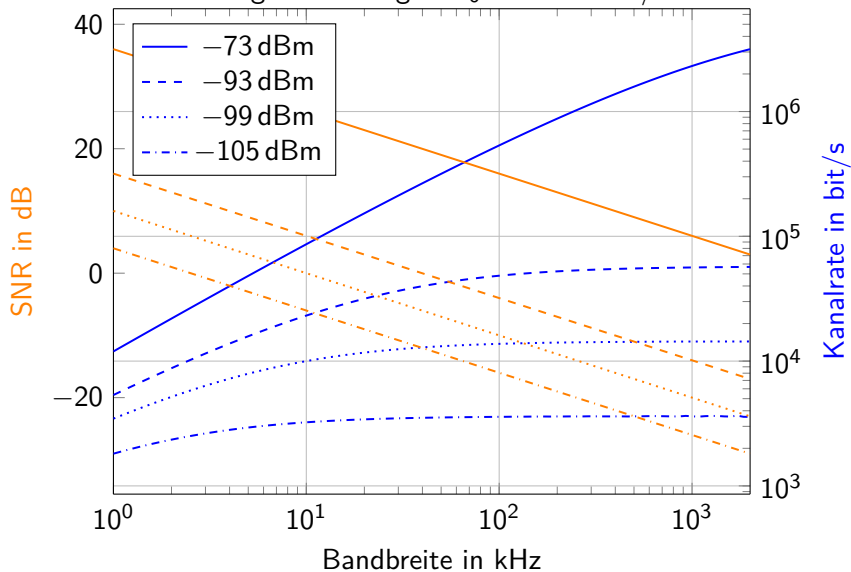
Orientierung gibt das Shannon-Hartley Theorem

- Kanalkapazität C : Eigenschaft eines störbehafteten Kanals.
- Datenrate $R < C$: Fehlerfreie Kommunikation möglich.
- Datenrate $R > C$: Kommunikation nur mit Fehlern möglich.
- AWGN Kanal mit Bandbreite B , empfangene Signalleistung S und Rauschleistung N_0B :

Shannon-Hartley Theorem

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N_0 B} \right)$$

Hintergrundstörungen $N_0 = -139 \text{ dBm/Hz}$



Erwartbare Kanalraten Beispiele

- Senderleistung 46 dBm
- Bandbreite 2 MHz
- Antenne *Diamond CP-62*
- Beam am Dach, Distanz ca. 2 km:
 - $P_{\text{rcv}} = -65 \text{ dBm}$ $N_0 = -145 \text{ dBm/Hz}$
 - $\text{SNR} = 17 \text{ dB}$ $C = 11,3 \text{ Mbit/s}$
- Faltdipol Moonraker HLP-6 Indoor , Distanz ca. 4 km
 - $P_{\text{rcv}} = -82 \text{ dBm}$ $N_0 = -133 \text{ dBm/Hz}$
 - $\text{SNR} = -14 \text{ dB}$ $C = 17,6 \text{ kbit/s}$

Welche Modulation? Kriterien für die Auswahl

- Realisierbarkeit** des Verstärkers - Klasse C / Linear.
- Effizienz** der Bandbreitennutzung.
- Robustheit** gegenüber typischen Störungen.

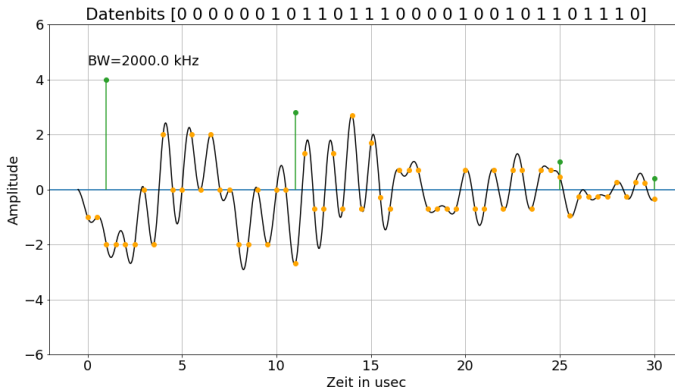
OFDM

Welche Modulation? Kriterien für die Auswahl

- Realisierbarkeit** des Verstärkers - Klasse/C / Linear.
- Effizienz** der Bandbreitennutzung.
- Robustheit** gegenüber typischen Störungen.

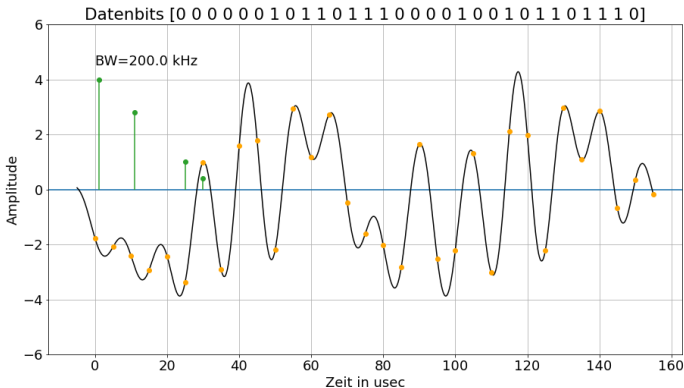
OFDM

ISI durch Mehrwegausbreitung Inter Symbol Interferenz



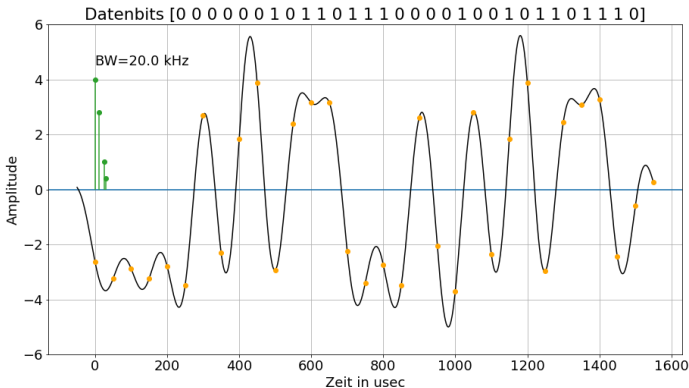
Mehrwegausbreitung ist ein Grund für ISI. Grüne Marker symbolisieren z.B. Gebäudepositionen die Echos verursachen.

ISI durch Mehrwegausbreitung Inter Symbol Interferenz



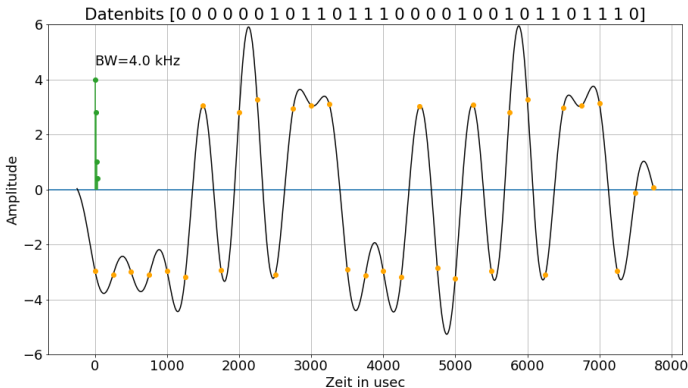
Lansameres Senden benötigt kleinere Bandbreite und reduziert ISI.

ISI durch Mehrwegausbreitung Inter Symbol Interferenz



In der ursprünglichen Bandbreite haben aber mehrere schmalbandige Kanäle platz.

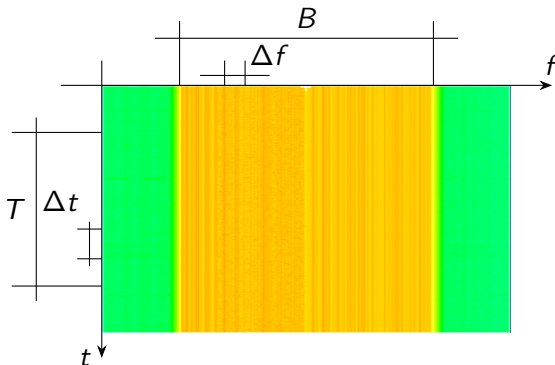
ISI durch Mehrwegausbreitung Inter Symbol Interferenz



Hohe Packungsdichte der Kanäle ist möglich mit OFDM.

FFT

Zusammenhang Zeit-Frequenz



$$B = N\Delta f \quad T = N\Delta t \quad B = \frac{1}{\Delta t} \quad T = \frac{1}{\Delta f}$$

OFDM Abwägung



- + Sehr gute Bandbreitennutzung
- + Robust gegenüber Multipath Störungen
- + Effiziente Implementierung durch FFT
- Empfindlich für Doppler Verschiebung
- Hoher Crest Faktor

Übersicht

1 Einleitung

2 Projektbeschreibung

- Vorüberlegungen
- Derzeitiger Stand
- Nächste Schritte

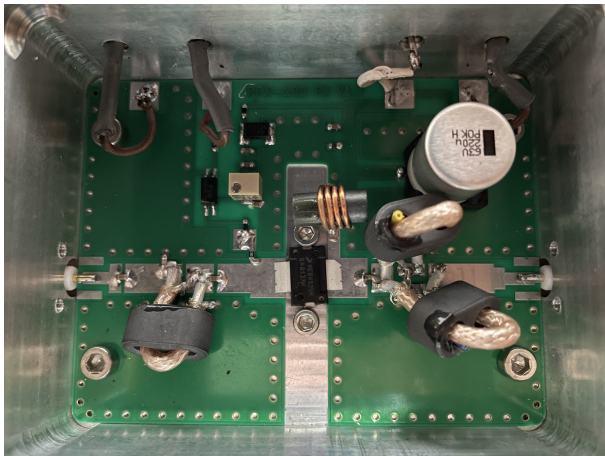
3 Schlussüberlegungen

Hardware

Der derzeitige Stand

- Priorität: Ausbreitungsmessungen
- *Hands on* Erfahrungen mit OFDM sammeln
- Möglichst vorhandenes Equipment verwenden
- Bakenbetrieb, CW und OFDM
- Zunächst Beschränkung auf 6 m Band
- Leicht und kostengünstig nachbaubarer Testempfänger

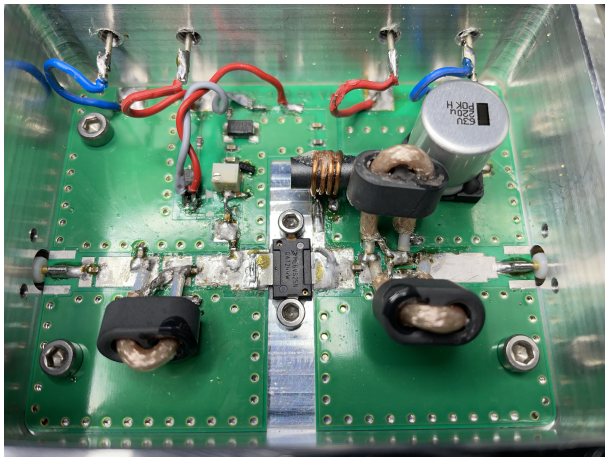
Endstufe Innenansicht



- Design von OE3BIA
- Klasse A
- Leistung < Specs.
- Div. Messungen
- Kühlung ausreichend?
- 2. & 3. Harmonische?

Endstufe

... nach einigen Umbauten durch OE1DFS



- Thermische Robustheit erhöht
- Ruhestromstabilisierung
- Optokoppler entfernt aus Gatekreis
- Leistung passt nun

Endstufe Vorher - Nachher

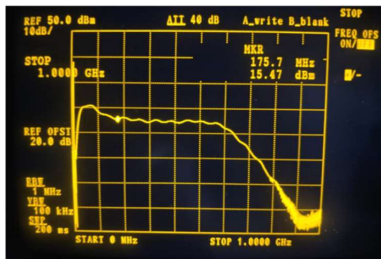


Abbildung: Ausgangsleistung hinter Erwartungen und Abfall nach 70 MHz.



Abbildung: Leistungsdaten und Frequenzbereich passen zu Datenblatt.

Treiber

Leistungsanhebung und besserer Bandfilter

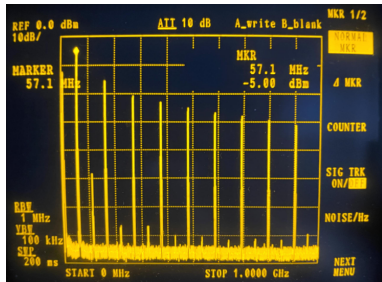


Abbildung: Ausgangssignal hat durch Rechteckträger viele Harmonische.

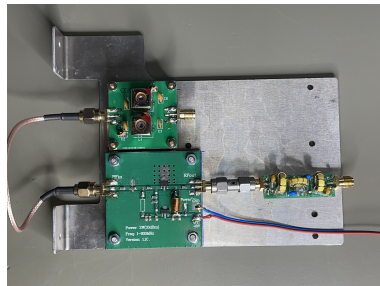


Abbildung: Originaler Treiber und Bandfilter wurden durch Module von Funkamateurl Shop und QRP-Labs ersetzt.

Ausgangsfilter

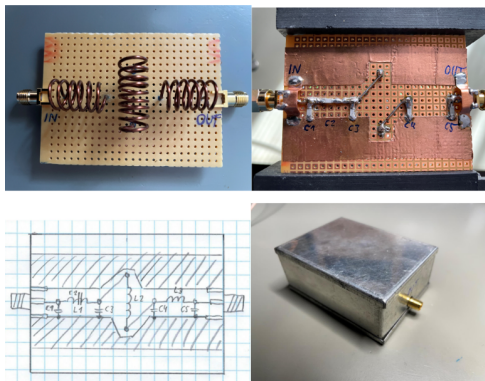


Abbildung: Auch ein Klasse A Verstärker benötigt ein Filter für die Harmonischen am Ausgang.

Die Bake I

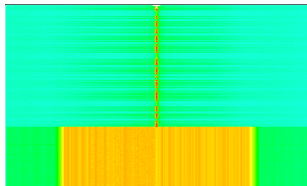


Abbildung:

Wasserfalldiagramm mit
CW und OFDM Signal.

- Senderleistung:
38 dBm Sinus, 46 dBm OFDM
- Antenne:
Vertical Diamond CP-2
- CallID: OE1XDU
als Teil des TUWien Packet
Radio Knotens
- OnAir seit: 2024-05-17
- Befristung: 2030-12-31

Die Bake II

- Empfangspegel:
–68 dBm Sinus Referenz
- Störungen:
–139 dBm/Hz
Background Noise
- Antenne:
Mosley Trapmaster, nicht
resonant auf 6 m.
- Operator: OE1DFS und
OE1RSA im Shack des LV
Wien
- Datum: 2024-06-20

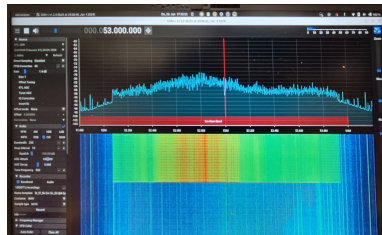


Abbildung: HAMRAN Bake empfangen mit RTL-Stick und SDR++.

Übersicht

1 Einleitung

2 Projektbeschreibung

- Vorüberlegungen
- Derzeitiger Stand
- Nächste Schritte

3 Schlussüberlegungen

Protokolldesign

Was ist zu überlegen?

- Warum nicht exakt an IEEE 802.22 halten?
- HAMRAN braucht Afu spezifische Abwandlung und Anpassung (vergleiche X.25 und AX25).
- Erzielbare Raten unterliegen großer Schwankungsbreite.
- Freiraumdämpfungsformel zu optimistisch im Stadtgebiet.
- Wie groß soll die Funkzelle sein?
- Mit welcher Übertragungsrate kann / soll gerechnet werden?
- Ergebnis des HAMRAN Projektes nicht ein fertiges Modem, sondern ein Mitmachprojekt.
- Was kann ich also konkret tun?

Ausbreitungsmessungen In Vorbereitung

- Erstempfang und Dekodierung des OFDM Signals über eine Distanz von 2 km am 2024-06-20 17:30.
- Wer will - und kann - ist eingeladen schon jetzt am Code zu *hacken* und bei der weiteren Planung mitzuhelfen.

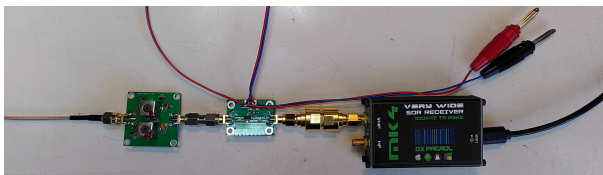


Abbildung: Einfacher SDR Receiver af RTL-Dongle Basis.

Adressen

- Blog: <https://hamran.oevsv.at>
- Code: <https://github.com/oevsv/hamran-tools>
- Mail: [oe1rsa,oe1vmc,oe1dfs,oe1mcu]@oevsv.at

Übersicht

1 Einleitung

2 Projektbeschreibung

- Vorüberlegungen
- Derzeitiger Stand
- Nächste Schritte

3 Schlussüberlegungen

Übersicht

1 Einleitung

2 Projektbeschreibung

- Vorüberlegungen
- Derzeitiger Stand
- Nächste Schritte

3 Schlussüberlegungen

Schlussüberlegungen

- Es gibt im Afu wenig Erfahrung mit dem Selbstbau von Geräten die auf digitaler Breitband Modulation beruhen.
- LoRa und WLAN sind zwar Breitband, basieren aber praktisch ausschließlich auf kommerzieller (und patentierter) Technologie.
- LoRa ist ein potentieller Kandidat für das *letzte Meile* Problem, wäre aber für höhere Geschwindigkeiten nicht einsetzbar und das Schreiben von Software bliebe mit Rücksicht auf die Patentlage ein rechtlicher Graubereich.

Schlussüberlegungen

- HAMRAN ist ein komplexes HW & SW Projekt.
- Das Tx/Rx Switching wird z.B. noch Herausforderungen bieten.
- Die Implementierung von effizienten Codes ist ein interessantes Betätigungsfeld.
- Hohes Lernpotential für alle Mitmacher*innen ist garantiert!

Lizenz

HAMRAN Die letzte Meile ©2024 Roland Schwarz OE1RSA
ist lizenziert unter

 CC BY-NC-SA 4.0

**NAMENSNENNUNG - NICHT KOMMERZIELL -
WEITERGABE UNTER GLEICHEN BEDINGUNGEN
4.0 INTERNATIONAL**

Eine Kopie der Lizenz ist zu finden unter:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de>

Dokument zuletzt geändert am 23. Juni 2024 um 13:47.