

Open-Source-Tools für Funkamateure

Mario Haustein, DM5AHA

UNIX Stammtisch Sachsen

25. Oktober 2016

Fakten zum Amateurfunk

- ▶ Von der internationalen Fernmeldeverwaltung (ITU) geregelter Funkdienst, der durch nationales Recht umgesetzt wird.

Amateurfunkdienst (§ 2 Nr. 2 AFuG)

Ein Funkdienst der Funkamateure untereinander zu(r)

- ▶ technischen Studien
- ▶ eigenen Weiterbildung
- ▶ Völkerverständigung
- ▶ Unterstützung von Hilfsaktionen im Katastrophenfall

- ▶ Funkgeräte dürfen selbst gebaut bzw. modifiziert werden.
- ▶ **Keine** Kommunikation mit oder für Dritte (außer im Notfall)
- ▶ **Keine** gewerblichen Tätigkeiten

1. Amateurfunk allgemein

2. Programme

- Allgemeine Werkzeuge
- Digitale Betriebsarten, Bildfunk
- Relaisfunk
- Packet Radio, AX.25
- Satellitenfunk
- Software Defined Radios
- Simulation

3. Verschiedenes

- Weitere Tools
- Ausblick
- Stolperfallen

Teilnahme am Amateurfunk

Empfangen

- ▶ Der Amateurfunkdienst ist kein Sicherheitsfunkdienst
- ▶ Empfangen darf **jeder** ⇒ Empfangsamateur
- ▶ Jeder darf Amateurfunkgeräte erwerben, bauen und besitzen.

Senden

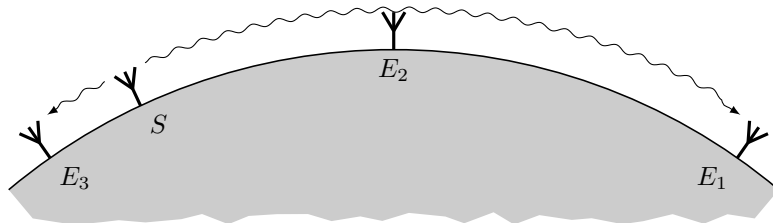
1. Erwerb eines Amateurfunkzeugnisses durch eine fachliche Prüfung zum Funkamateure bei der Bundesnetzagentur (BNetzA).
 2. Beantragung eines persönlichen, weltweit eindeutigen Amateurfunk**rufkennzeichens** bei der BNetzA.
- ▶ Frequenzen und Sendeleitung können je nach Zeugnisklasse beschränkt sein.

Frequenzen

- ▶ Die Wahl der Frequenz entscheidet über die erzielte Reichweite.
- ▶ Dem Amateurfunkdienst sind international auf allen relevanten Bändern z.T. exklusive Frequenzbereiche zugewiesen (**Amateurbänder**)

Wellenausbreitung

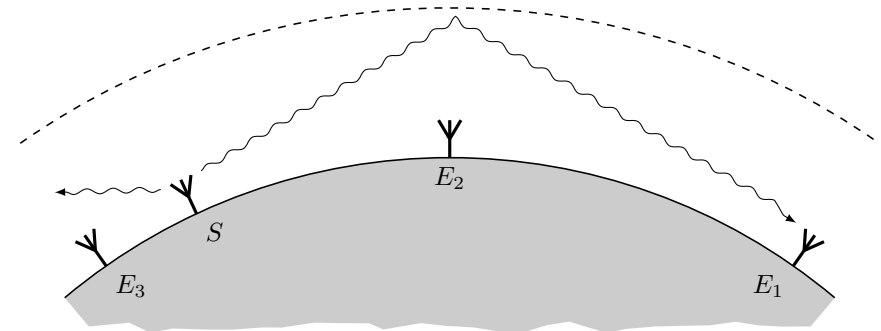
Lang- und Mittelwelle



- ▶ Nutzung durch überschaubare Anzahl von Spezialisten

Wellenausbreitung

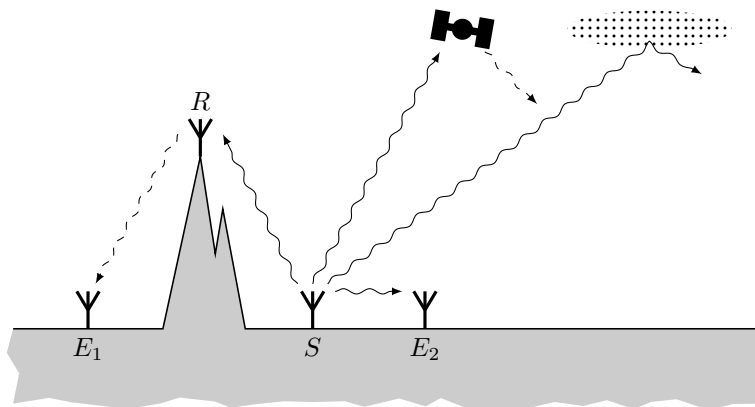
Kurzwelle



- ▶ Hauptarbeitsgebiet der Funkamateure
- ▶ Durch Ionosphärenreflexion weltweite Funkverbindungen möglich

Wellenausbreitung

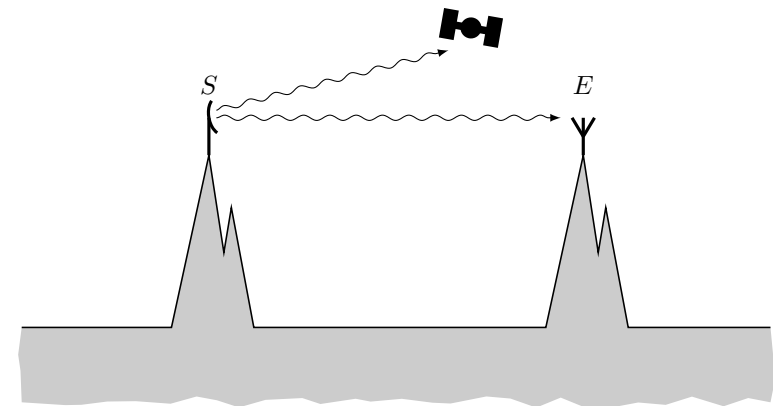
Ultrakurzwelle



- ▶ Nahbereichs- und Satellitenfunk.
- ▶ Technisch einfach zu beherrschen.
- ▶ Unter besonderen Bedingungen auch Weiterverbindungen möglich.

Wellenausbreitung

Mikrowellen



- ▶ Richt- und Satellitenfunk. Wenige Spezialisten.

Die QSL-Karte

- ▶ Metadaten einer Funkverbindung (QSO) werden i.d.R. schriftlich bestätigt.
- ▶ Versand der QSL-Karte über Briefpost bzgl. nationale Amateurfunkverbände
- ▶ Gestaltung ist Visitenkarte des Funkamateurs



Abbildung: Vorderseite

Die QSL-Karte

- ▶ Metadaten einer Funkverbindung (QSO) werden i.d.R. schriftlich bestätigt.
- ▶ Versand der QSL-Karte über Briefpost bzgl. nationale Amateurfunkverbände
- ▶ Gestaltung ist Visitenkarte des Funkamateurs

DM5AHA /p /m /am /mm

LOC: JO60LT MARIO HAUSTEIN
DOK: S54 REICHENHAINER STR. 10
CQ: 14 D-09111 CHEMNITZ
ITU: 28 GERMANY

To Radio/SWL:

Via:

Confirming our QSO your reception report

D	M	Y	Time [UTC]	Freq. [MHz] <input type="checkbox"/> Band [m]	Mode <input type="checkbox"/> 1-way <input type="checkbox"/> 2-way	Report R S T

Remarks:

vy 73 de Mario Haustein

TNX QSL
 PSE QSL direct or via
DARC QSL BUREAU
LINDENALLEE 4
D-43225 BAUNATAL

Abbildung: Rückseite

Xlog¹

- ▶ Funkverbindungen werden i.d.R. freiwillig in einem Logbuch protokolliert.
- ▶ Digitale Logbücher erleichtern Suche und statistische Auswertungen.

NR	DATE	UTC	UTCEN	CALL	BAND	MODE	RST	MYRST	AWARDS	QSLD	QSL
97	12 Jul 2016	1940		I23PZL	14.076	JT65	-01	-01			
96	29 Mai 2016	0743		9ASRPZ	14.077	JT65	-05	-15			
95	29 Mai 2016	0735		IW1APE	14.077	JT65	-21	-19			
94	29 Mai 2016	0727		IN3BMN	14.077	JT65	-05	-11			
93	29 Mai 2016	0718		IU1BOW	14.077	JT65	-13	-16			
92	27 Mai 2016	2016		E47AVM	21.077	JT65	-01	-11			
91	27 Mai 2016	1951		UV5EDW	14.076	JT65	-05	-04			
90	27 Mai 2016	1918		UR6ISV	14.077	JT65	-08	-22			
89	25 Mai 2016	2016		LU7ART	18.103	JT65	-18	-16			
88	22 Mai 2016	0644		DH6ARM	3.647	SSB	59			X	
87	22 Mai 2016	0640		DL3AMB	3.647	SSB	59			X	
86	17 Mai 2016	1931		LA5TFA	10.139	JT65	-01	-11			
85	20 Mai 2016	1957		CT1FBK	21.078	JT65	-08	-12			
84	11 Mai 2016	2025		CT1GVN	18.104	JT65	-06	-01		X	
83	10 Mai 2016	2048		EB5AG	10.139	JT65	-09	-09		X	
82	10 Mai 2016	2004		E41CLT	14.076	JT65	-01	-05		X	
81	10 Mai 2016	1953		IT95UQ	14.078	JT65	-01	-10			
80	08 Mai 2016	2042		I25PNL	7.0782	JT65	-07	-15			
79	08 Mai 2016	1934		M6RUG	7.0767	JT65	-10	-03			

¹<http://www.nongnu.org/xlog/>

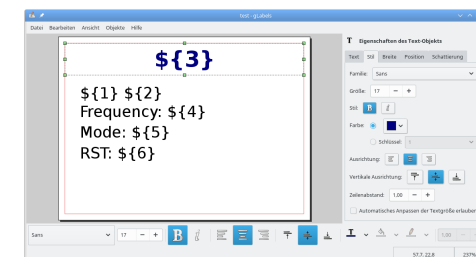
QSL-Etiketten mit Xlog und gLabels drucken

- ▶ Ausstellen einer Vielzahl von QSL-Karten ist effizienter mittels Klebeetiketten.

1. Export des Logbuchs als „Tab Separated Values“ (TSV)

```
2016-05-25 2016 LU7ART 18.103283 JT65 -18
2016-05-27 1918 UR6ISV 14.077383 JT65 -08
2016-05-27 1951 UV5EDW 14.076940 JT65 -05
2016-05-27 2016 EA7AVM 21.077225 JT65 -01
```

2. Zusammenstellen von Etikettenbögen mit gLabels²



²<http://glabels.org/>

Hamlib³

- ▶ Kommandozeilenwerkzeuge zur Fernsteuerung von Transceivern
- ▶ Moderne Transceiver besitzen eine serielle Schnittstelle (CAT-V) zur Ansteuerung durch den PC
- ▶ Steuerung über TCP-Server praktisch für fernbediente Stationen
- ▶ Viele Programme (z.B. Xlog) können per Hamlib bereits Frequenz, Betriebsart, etc. abfragen bzw. einstellen.

▶ Unterstützte Transceiver

```
$ rigctl -l
Rig # Mfg Model Version Status
[...]
```

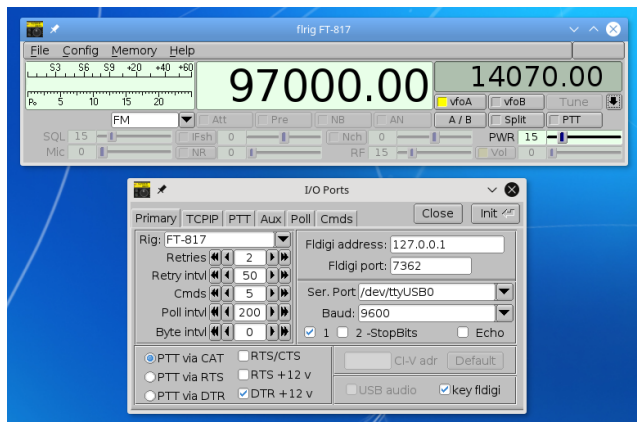
Rig #	Mfg	Model	Version	Status
120	Yaesu	FT-817	0.5.1	Beta
360	Icom	IC-7000	0.7.2	Beta

```
[...]
```

³<https://sourceforge.net/projects/hamlib/>

flrig⁴

- ▶ Fensterbasierte Transceiver-Steuerung
- ▶ Unabhängig von Hamlib. Funktionsumfang vergleichbar.



⁴<http://www.w1hkj.com/>

Anwendungsbeispiele für Hamlib

▶ Frequenz und Betriebsart abfragen

```
$ rigctl -m 120 -r /dev/ttyUSB0 -s 9600 f m
7189000
LSB
2200
```

▶ Frequenz und Betriebsart einstellen

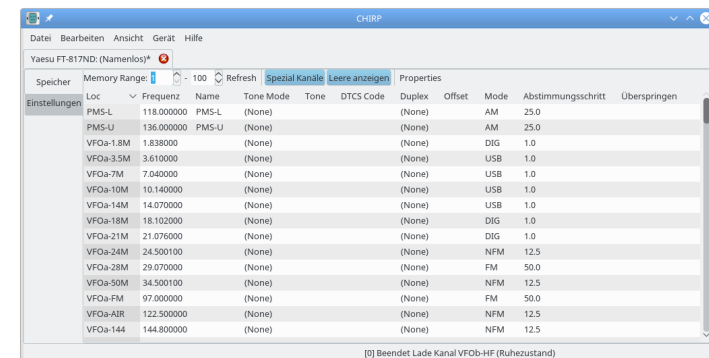
```
$ rigctl -m 120 -r /dev/ttyUSB0 -s 9600 F 14070000 M USB 2200
```

▶ TCP-Server starten

```
$ rigctld -m 120 -r /dev/ttyUSB0 -s 9600
```

CHIRP⁵

- ▶ Programmierung von Kanalspeichern und Einstellungen in Funkgeräten
 1. Sicherung erstellen
 2. Bearbeiten
 3. Speicherabbild zurück aufs Funkgerät laden
- ⇒ Komfortabler als über die Bedienelemente des Geräts

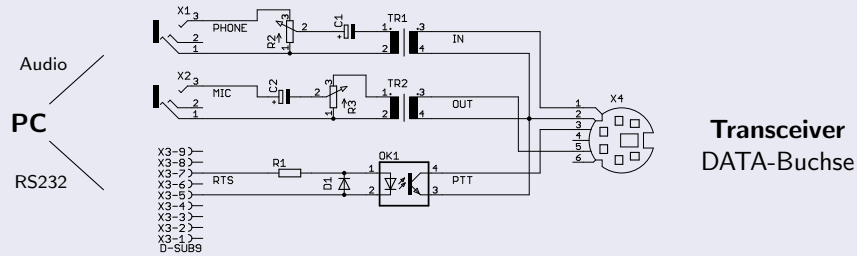


⁵<http://chirp.danplanet.com/>

Digimodes

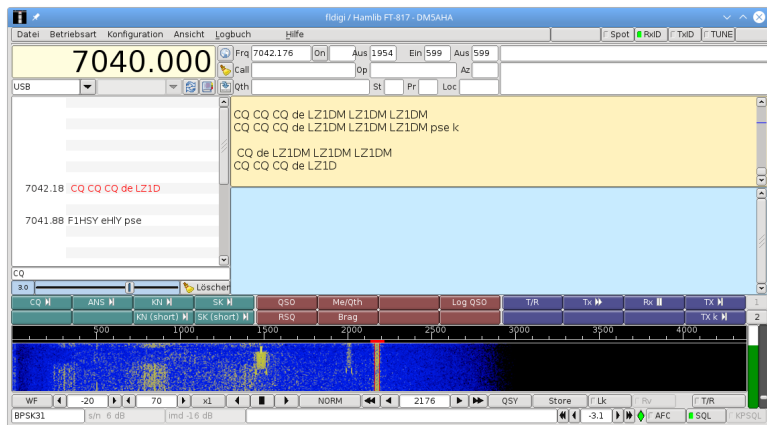
- ▶ Übertragung von digitalen Informationen in Form von Audiosignalen
- ▶ Viele verschiedene Verfahren, meist schmalbandig
- ▶ (De)Kodierung erfolgt heutzutage durch Software

Einfache Interface-Schaltung



fldigi⁶

- ▶ „Schweizer Armeemesser“ unter den Digimode-Programmen
 - ▶ Viele Modulationsarten
 - ▶ Einfache Bedienung, nicht überladen



⁶<http://www.w1hkj.com/>

Beispiel eines Digimode-QSOs

Beispiel

```

CQ CQ CQ de <MYCALL> <MYCALL> <MYCALL>
CQ CQ CQ de <MYCALL> <MYCALL> <MYCALL> CQ pse k

<MYCALL> <MYCALL> <MYCALL> de <CALL> <CALL> <CALL> kn

<CALL> <CALL> <CALL> de <MYCALL> <MYCALL> <MYCALL>
<Persönliche Informationen, Technische Details, etc.>
btu <CALL> de <MYCALL> kn

<dito für Gegenrichtung>

tnx fer QSO <NAME>, <Grüße>
<CALL> de <MYCALL> sk
    
```

Features von fldigi

- RslD Automatische Erkennung und Übertragung der Betriebsart
- eQSL Versand elektronischer Empfangsbestätigungen
- Spotting Upload gehörter Stationen in eine Web-Datenbank
- QRZ Weltweites Web-Verzeichnis der Funkamateure
- Notfunk Erweiterungsprogramme zum verlässlichen Versand von Meldungen und Daten

...

Die Spotting-Datenbank „PSK Reporter“⁷

- ▶ Online-Datenbank, in die gehörte Stationen eingetragen werden können.

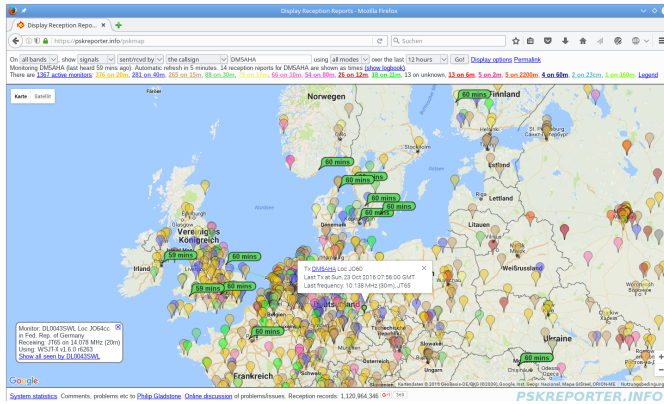


Abbildung: Stationen, die DM5AHA empfangen haben

⁷<https://pskreporter.info/>

WSJT-X im Einsatz

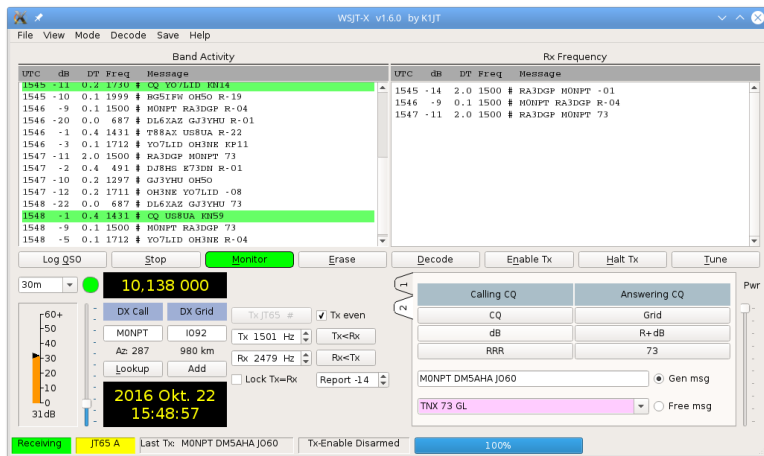


Abbildung: Bedienoberfläche

JT65 und JT9 mit WSJT-X⁸

- ▶ Entwickelt von Nobelpreisträger J. Taylor, K1JT
- ▶ Selbst bei kleinen Leistungen ($\leq 5\text{ W}$) weltweite Funkverbindungen
- ▶ Ein Durchgang dauert 1 Minute (JT65, JT9-1) bis 30 Minuten (JT9-30)

- ▶ Kann noch bei starkem Rauschen dekodiert werden.
- ⇒ Funkverbindungen Erde → Mond → Erde möglich.
- ⇒ Genau gehende Uhr erforderlich.

```
# ntpdate -b -u ptbtime1.ptb.de ptbtime2.ptb.de ptbtime3.ptb.de
```

- ▶ Nachrichtengröße beschränkt.
- ⇒ Es werden nur Position und Signalrapport ausgetauscht.

```
CQ <MYCALL> <MYLOC> <MYCALL> <CALL> <LOC>
<CALL> <MYCALL> <MYSNR> <MYCALL> <CALL> R<SNR>
<CALL> <MYCALL> RRR <MYCALL> <CALL> 73
```

⁸<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x.html>

WSJT-X im Einsatz

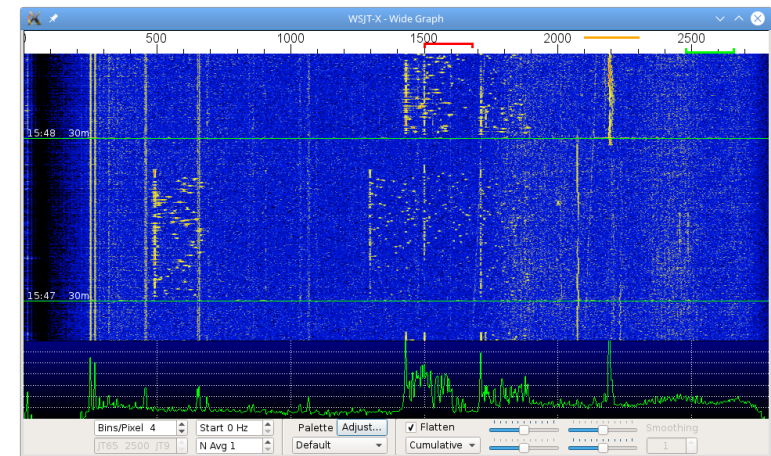


Abbildung: Signale im Wasserfalldiagramm

- ▶ Ebenfalls von J. Taylor, K1JT entwickelt.
 - ▶ Vergleichbar mit WSJT-X
 - ▶ Messung der Ausbreitungsbedingungen
 - ▶ Keine Kommunikation
- ⇒ Erfassung der Ausbreitungsdaten unter <http://wsprnet.org/>

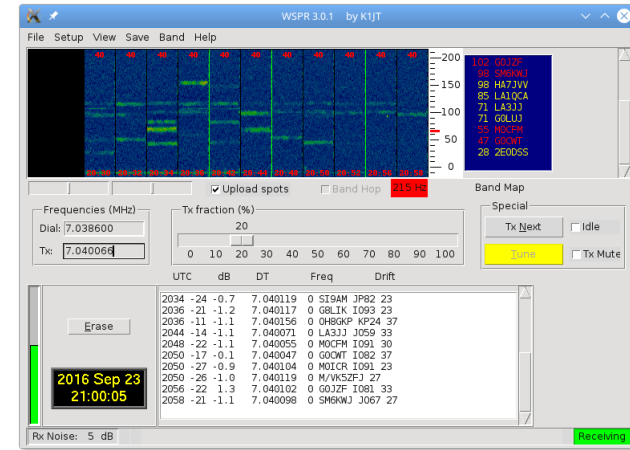


Abbildung: Bedienoberfläche

⁹<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wspr.html>

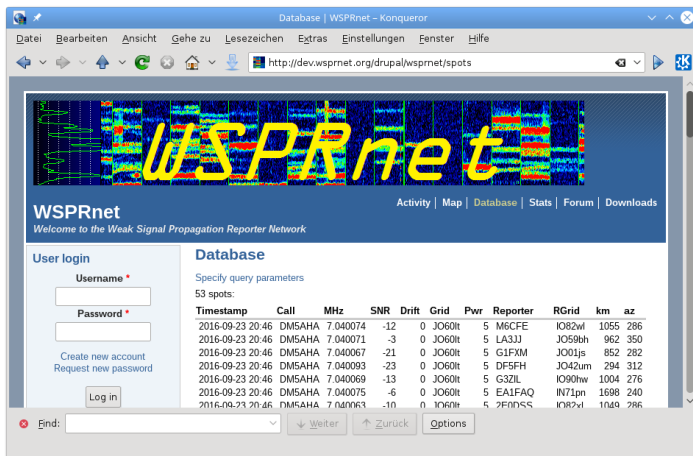


Abbildung: Sammlung von Ausbreitungsdaten

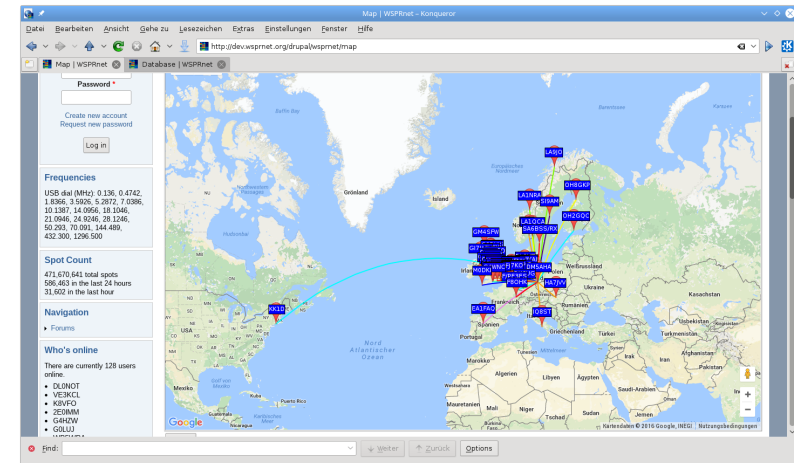


Abbildung: Kartendarstellung

Bildübertragung mit QSSTV¹⁰

- ▶ Übertragung von Standbildern über Audiokanal
- ▶ Analog (zeilenweise Abtastung) oder digital

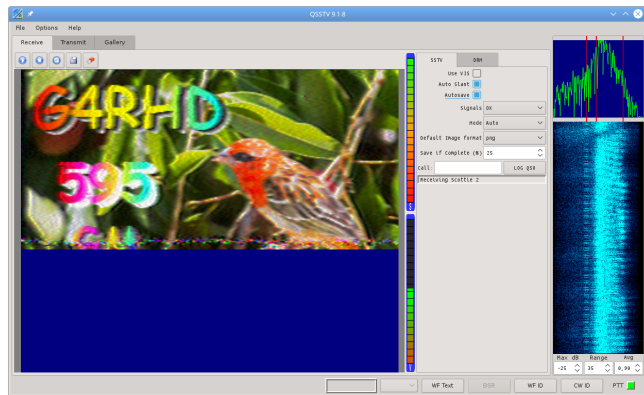


Abbildung: Empfang eines SSTV-Bildes

¹⁰<http://users.telenet.be/on4qz/qsstv/index.html>

SSTV von der Internationalen Raumstation

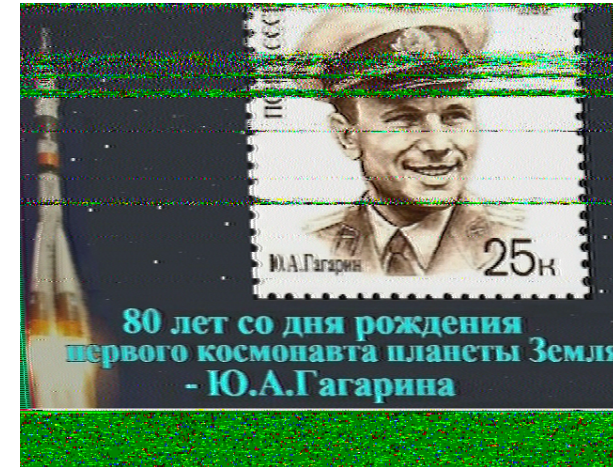


Abbildung: Aufgenommen am 22.2.2015 14:25:30 UTC

Amateurfunk-Relais

- ▶ Zusammenschaltung von Sender + Empfänger an meist exponiertem Ort
- ▶ Vergrößert die Reichweite auf UKW enorm

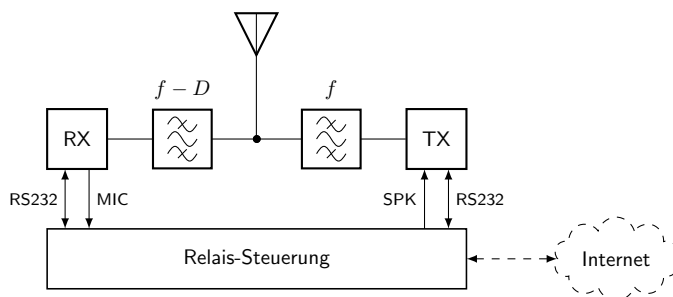


Abbildung: Aufbau eines Amateurfunk-Relais

SvxLink¹¹

- ▶ Relaissteuerung heutzutage Embedded-Computer (z.B. Raspberry Pi)
- ▶ SvxLink ⇒ Feature-reiche Relais-Steuerung
 - ▶ Relais-Logik, Rufzeichengenerator, Sprachsynthese
 - ▶ Sprachpapagei, Wetterwarnungen, Flugwetter, Echolink
 - ⇒ Steuerung über DTMF-Töne

Beispielablauf

1. Senden eines 1750 Hz-Tones. Das Relais wird aktiviert.
2. Durchsage: „(Allgemeiner Anruf) ⟨Rufkennzeichen⟩“
3. DTMF 0 → Relais-Informationen
4. DTMF 1 → Sprach-Papagei aktiviert
5. Beliebige Durchsage. Wird anschließend vom Relais wiederholt. Dient der Kontrolle der Verständlichkeit
6. DTMF # → Sprachpapagei deaktivieren

¹¹<http://svxlink.de/>

Echolink mit QTel¹² und SvxLink

- ▶ Echolink ⇒ Voice over IP für Funkamateure
- ▶ Zugang über **PC/Smartphone** oder **Relais** mit Internetanschluss
- ⇒ Umstritten ob das noch Amateurfunk ist

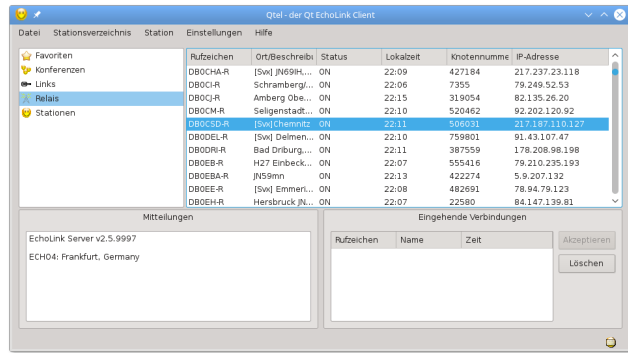
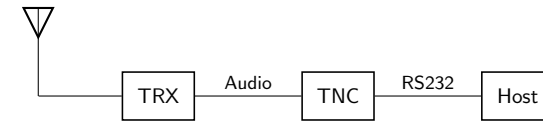


Abbildung: Auswahl der Gegenstation

¹²http://svxlink.de/?page_id=126

Packet Radio und AX.25

- ▶ Datenübertragung mittels 1200 Baud AFSK bzw. 9600 Baud FSK
- ▶ **AX.25** → Layer-2-Protokoll auf im OSI-Modell
- ▶ Anbindung von Computer und Funkgerät über **Terminal Node Controller**



- ▶ Ursprünge gehen zurück in die Prä-Internet-Zeit.
- ▶ Für Packet-Radio wurde IP-Bereich 44.0.0.0/8 reserviert.
- ▶ Zu Hochzeiten flächendeckendes Netz aus Repeatern und Mailboxen
- ▶ Die Blütezeit von Packet Radio ist vorbei.
- ▶ Technik wird für das **Automatic Packet Reporting System** nachgenutzt.
- ▶ Packet Radio als Datenfunk durch **HAMNET** abgelöst.

AX.25 unter Linux¹⁴

- ▶ Die AX.25-Ports in /etc/ax25/axports konfigurieren:

```
# name callsign speed paclen window description
radio DM5AHA-1 115200 255 2 Packet Radio
```

- ▶ Das Modem an /dev/ttyUSB0 mit dem AX.25-Port verbinden:¹³

```
# kissattach /dev/ttyUSB0 radio
```

- ▶ Status des AX.25-Netzwerkinterfaces:

```
# ifconfig ax0
ax0: flags=67<UP,BROADCAST,RUNNING> mtu 255
    ax25 DM5AHA-1 txqueuelen 10 (AMPR AX.25)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
```

- ▶ Per AX.25 mit einer anderen Station verbinden:

```
# call DBOCHZ radio
```

¹³Hier KISS-Modem: [https://en.wikipedia.org/wiki/KISS_\(TNC\)](https://en.wikipedia.org/wiki/KISS_(TNC))

¹⁴<http://www.linux-ax25.org/>

Eine AX.25-Session

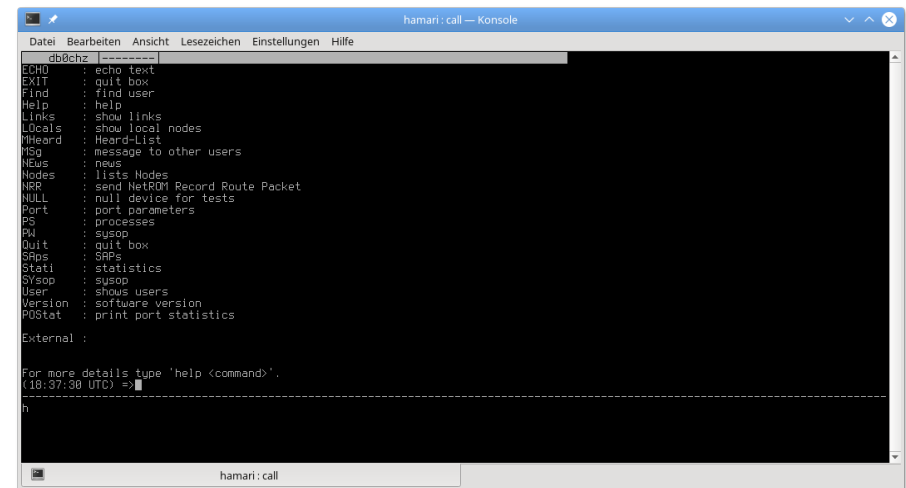


Abbildung: AX.25-Verbindung zu Digipeater DB0CHZ

Automatic Packet Reporting System (APRS)

- ▶ Positions- und Statusmeldesystem per Broadcast.
 - ▶ Mobilstationen, Wettermeldungen, Relais, ...
- ▶ Datenpakete werden von Digipeatern empfangen und erneut ausgestrahlt.
- ⇒ Wellenartige Ausbreitung der Informationen

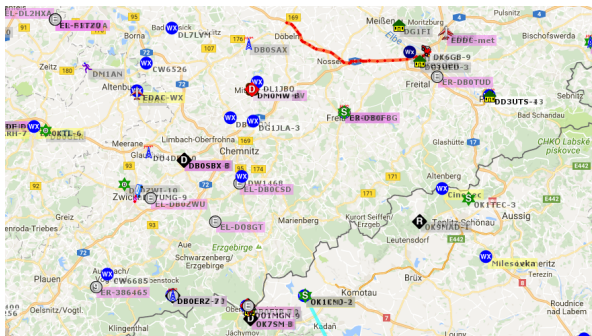


Abbildung: Darstellung von APRS-Stationen auf <http://de.aprs.fi/>

Winlink über APRS

- ▶ Auch direkte Kommunikation zwischen APRS-Stationen möglich.
- ▶ Ggf. greift das APRS-Netzwerk auch auf das Internet zurück.
- ▶ Winlink ⇒ E-Mail über Amateurfunk
- ▶ Zugang per APRS-Nachricht über Station WLNK-1 möglich

Versand einer Nachricht

```
L
Login [Challenge]
Response
Hello DM5AHA-7
sms hamari@hrz.tu-chemnitz.de testmail
Message sent to: hamari@hrz.tu-chemnitz.de
```

APRS mit Xastir¹⁵

- ▶ Kartendarstellung und Versand von APRS-Positionsmeldungen
- ▶ Entweder per TNC, AX.25-Interface oder Internet-Gateway

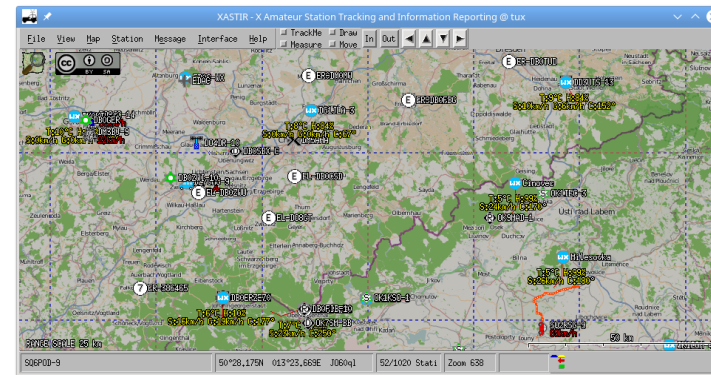


Abbildung: APRS-Stationen in Xastir mit Open Streetmap Karte

¹⁵<http://xastir.org/>

Winlink über APRS

- ▶ Auch direkte Kommunikation zwischen APRS-Stationen möglich.
- ▶ Ggf. greift das APRS-Netzwerk auch auf das Internet zurück.
- ▶ Winlink ⇒ E-Mail über Amateurfunk
- ▶ Zugang per APRS-Nachricht über Station WLNK-1 möglich

Die E-Mail beim Empfänger

```
Received: from wien.winlink.org ([212.69.162.197] helo=winlink.org)
by cora.hrz.tu-chemnitz.de with smtp (Exim 4.87)
(envelope-from <DM5AHA@winlink.org>)
id 1bwZ7i-0007di-QS
for hamari@hrz.tu-chemnitz.de; Tue, 18 Oct 2016 20:28:27 +0200
Date: Tue, 18 Oct 2016 18:07:22 -0000
From: DM5AHA@winlink.org
Reply-To: DM5AHA@winlink.org
Subject: testmail
To: hamari@hrz.tu-chemnitz.de
Message-ID: <SRVZAN5RP6D3@Wien.winlink.org>

Subject contains message from DM5AHA
```

Winlink über APRS

- ▶ Auch direkte Kommunikation zwischen APRS-Stationen möglich.
- ▶ Ggf. greift das APRS-Netzwerk auch auf das Internet zurück.
- ▶ Winlink ⇒ E-Mail über Amateurfunk
- ▶ Zugang per APRS-Nachricht über Station WLNK-1 möglich

Abruf einer Nachricht

```

1
1) 10/18/2016 18:52:33 //WL2K Re: testmail 502 bytes
2) 10/18/2016 18:52:33 testmail 328 bytes
r1
//WL2K Re: testmail Fm:SMTP:mario.haustein@hrz.tu-chemnitz.de Msg:A
ntwort am Dienstag, 18. Oktober 2016, 18:07:22 schrieben Sie: > S
ubject contains message from DM5AHA
    
```

Gpredict¹⁷

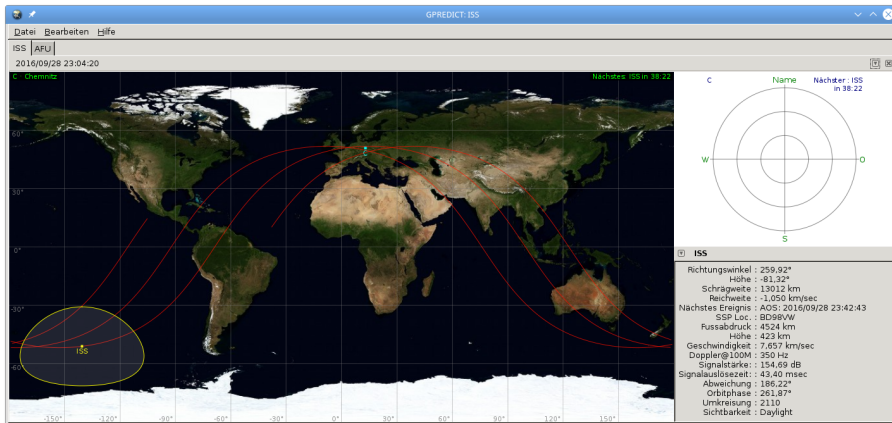


Abbildung: Tracking-Bildschirm

¹⁷<http://gpredict.oz9aec.net/>

Amateurfunk über Satelliten

- ▶ Satellitenfunk ist bereits mit kleinen Leistungen möglich.
- ▶ Allerdings ist Präzision erforderlich.
 - ▶ Berechnung von Durchgangszeiten, Azimut, Höhe
 - ▶ Korrektur der Frequenzverschiebung (Dopplerkorrektur)
 - ▶ Steuerung von Antennenrotoren

⇒ Vereinfachung durch computerisierte Ablaufsteuerung

Lohnendes Ziel: Amateurfunk auf der ISS

- ▶ Sprachkontakt zur Besatzung
- ▶ Mailbox, APRS-Repeater¹⁶
- ▶ Bildübertragung per SSTV, HamTV

¹⁶seit 13. Oktober 2016 defekt; weiterer Status momentan unklar

Gpredict¹⁷

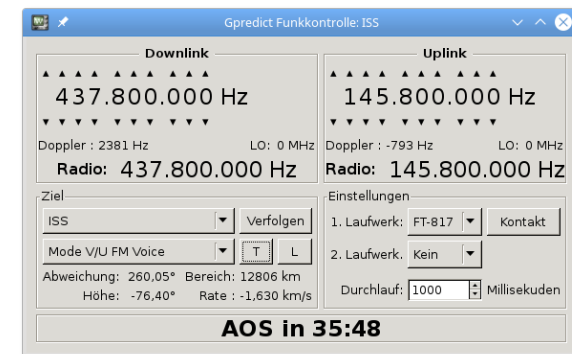


Abbildung: Transceiver-Steuerung

¹⁷<http://gpredict.oz9aec.net/>

Software Defined Radios

- ▶ Keine explizite (De-)Modulatorschaltung pro Betriebsart
- ▶ Abtastung bzw. Erzeugung des Signals durch D/A- bzw. A/D-Wandler
- ▶ Mischung des Signals auf die Sende-/Empfangsfrequenz

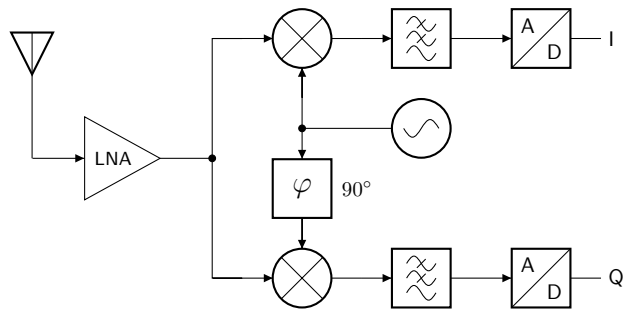


Abbildung: SDR-Empfänger

rtl-sdr²⁰ Werkzeuge

- ▶ Werkzeuge und Bibliotheken zur Ansteuerung des RTL SDR
- ▶ UKW-Radio:

```
$ rtl_fm -f 97000000 -M wbfm | \
  aplay -r 32k -f S16_LE -t raw -c 1
```

- ▶ Breitbandscanner:¹⁸

```
$ rtl_power -f 88M:108M:10k -i 1 ukw_radio.csv
$ python heatmap.py ukw_radio.csv ukw_radio.png
```

- ▶ ADS-B Empfänger (Transponder von Flugzeugen):¹⁹

```
$ rtl_adsb
```

¹⁸heatmap.py zu finden unter <https://github.com/keenerd/rtl-sdr-misc/blob/master/heatmap/heatmap.py>
¹⁹Laut Beschluss VG Köln Az. 1 L 1048/08 kein Verstoß gegen Fernmeldegeheimnis.
²⁰<http://sdr.osmocom.org/trac/wiki/rtl-sdr>

RTL SDR

- ▶ DVB-T USB-Dongles auf Basis des RTL2832U-Schaltkreises als SDR nutzbar
- ▶ 2,4 MHz Bandbreite bei 8 Bit Auflösung



Abbildung: Realtek SDR

gqrx²¹

- ▶ Empfängersoftware für diverse SDR-Hardware.
- ▶ Ausgabe über Soundkarte.
- ▶ Aufnahme von Rohdaten und Fernsteuerung per Netzwerk möglich.

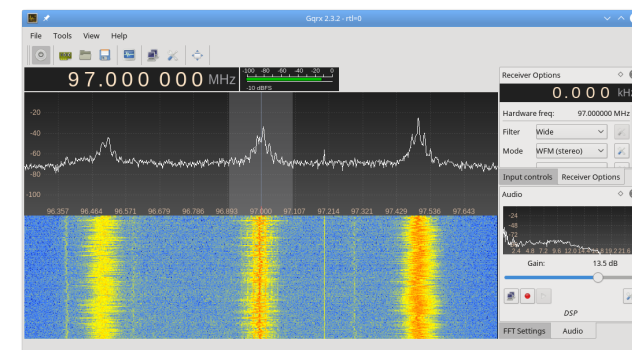


Abbildung: gqrx als UKW-Rundfunkempfänger

²¹<http://gqrx.dk/>

GNU Radio²²

- ▶ Signalverarbeitungsschaltungen werden als Blockschaltbilder modelliert.
- ▶ Große Sammlung an Signalverarbeitungsblöcken
- ▶ Allerdings Hintergrundwissen über Nachrichtentechnik notwendig.

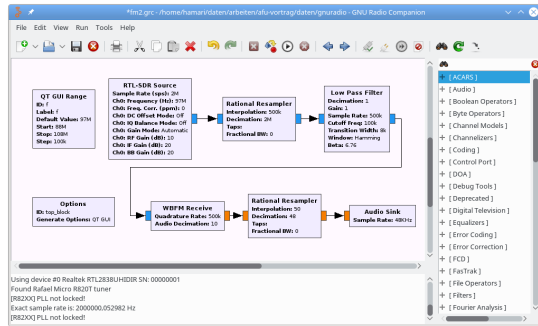


Abbildung: UKW-Radio

²²<http://gnuradio.org/>

(x)nec2c

Beispiel

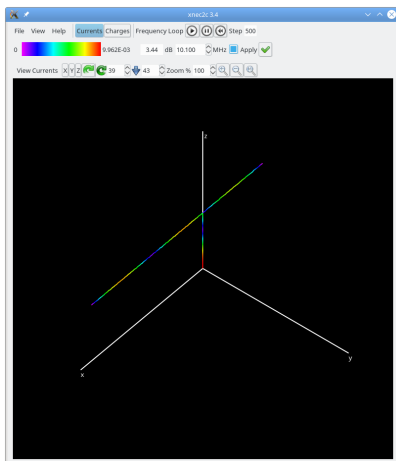


Abbildung: Stromverteilung

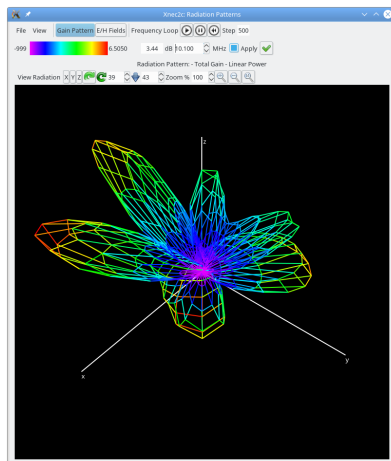


Abbildung: Strahlungsdiagramm

nec2c & x nec2c²³

- ▶ Antennensimulationsprogramm
- ▶ Eine gute Antenne ist Dreh- und Angelpunkt für zuverlässige Verbindungen.
- ▶ Kenndaten oft nur durch Simulation bestimmbar.
 - ▶ Fußpunktwiderstand, Anpassfaktor
 - ▶ Gewinn, Richtwirkung, Strahlungsdiagramm

▶ Beschreibung der Antennengeometrie durch Textdatei

GW	1	60	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.00E+00	0.0E+00	1.2E+01	1.25E-03
GW	2	65	0.0E+00	0.0E+00	1.2E+01	-1.45E+01	0.0E+00	1.2E+01	1.25E-03
GW	3	130	0.0E+00	0.0E+00	1.2E+01	2.70E+01	0.0E+00	1.2E+01	1.25E-03
GE	1	0	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.00E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
EX	0	1	1	0	1.0E+00	0.00000E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
FR	1	500	0	0	3.0E+00	1.00463E+00	3.0E+01	0.0E+00	0.0E+00
RP	0	19	37	1000	0.0E+00	0.00000E+00	5.0E+00	1.0E+01	0.0E+00
GN	0	16	0	0	1.2E+01	1.00000E-02	1.0E+01	5.0E-03	0.0E+00
EN	0	0	0	0	0.0E+00	0.00000E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00

Abbildung: 41,5m lange Windom-Antenne in 12 m Höhe über idealer Erde

²³<http://www.qs1.net/5b4az/>

(x)nec2c

Beispiel

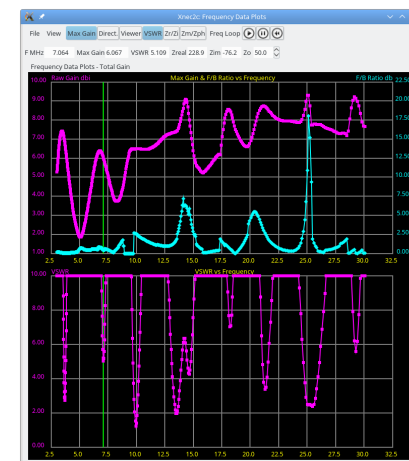


Abbildung: Fußpunktwiderstand, Anpassung

VOACAP

- ▶ **Voice of America Coverage Analysis Program**
- ▶ Ursprünglich in Fortran entwickelt.
 - ▶ Man merkt der Bedienung das Alter der Software an.
- ▶ Linux-Implementierung: <http://www.qsl.net/hz1jw/voacap1/>
- ▶ Simulation der Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle
 - ▶ Niedrigste und höchste nutzbare Frequenz
 - ▶ Zuverlässigkeit, Signal-Rausch-Verhältnis, Empfangsfeldstärke
- ▶ Es gehen ein ...
 - ▶ Sendeleistung, Antennendiagramm (Sender und Empfänger)
 - ▶ Betriebsart
 - ▶ Tageszeit, Sonnenaktivität

VOACAP

Anwendungsbeispiel

```

LINEMAX      55
COEFFS      CCIR
TIME         1  24  1  1
MONTH
LABEL                Chemnitz  REYKJAVIK  ICELAND
CIRCUIT      50.81N  12.96E  64.15N  21.85W  S  0
SYSTEM      0.005  145  3.00  9019.00  3.00  0.10
FPROB       1.00  1.00  1.00  0.00
ANTENNA      1  1  02  30      0.000[hamcap/025GP.N14  ]319.5  0.005000
ANTENNA      2  2  02  30      0.000[voaant/rxgp.ant  ]109.7  0.000000
MONTH        2016  9.00
SUNSPOT      34.7
METHOD       26
EXECUTE
METHOD       9
EXECUTE
FREQUENCY    -1
METHOD       20
EXECUTE
QUIT
    
```

Abbildung: Eingabedatei demo.dat

VOACAP

Anwendungsbeispiel

- ▶ Arbeitsverzeichnis ~/itshfbc anlegen (einmalig):


```
$ makeitshfbc
```
- ▶ demo.dat unter ~/itshfbc/run/ ablegen.
- ▶ Simulation starten:


```
$ voacap1 ~/itshfbc demo.dat demo.out
```
- ▶ Ausgabe liegt unter ~/itshfbc/run/demo.out

VOACAP

Anwendungsbeispiel

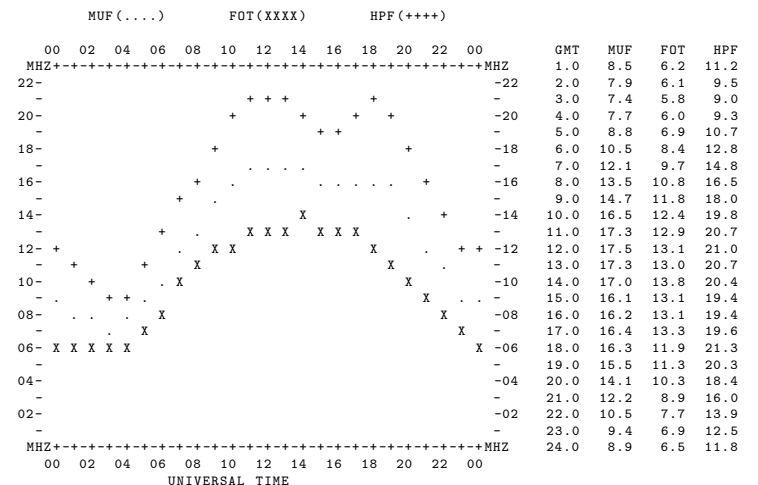


Abbildung: Ausgabedatei demo.out (Auszug)

pythonProp²⁴

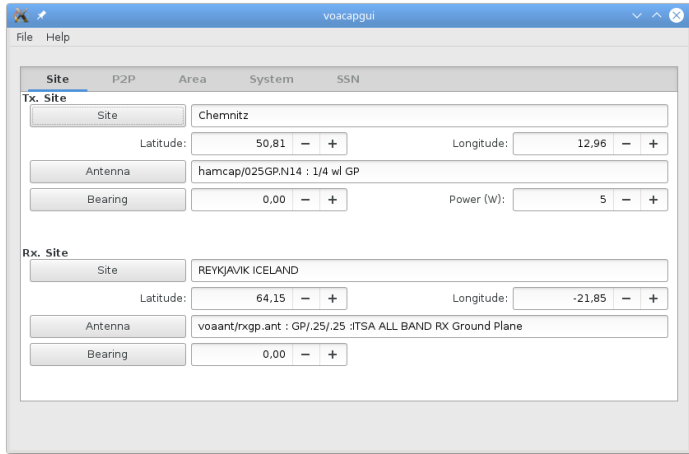


Abbildung: Stationseinstellungen

²⁴<http://www.qsl.net/hz1jw/pythonprop/>

pythonProp²⁴

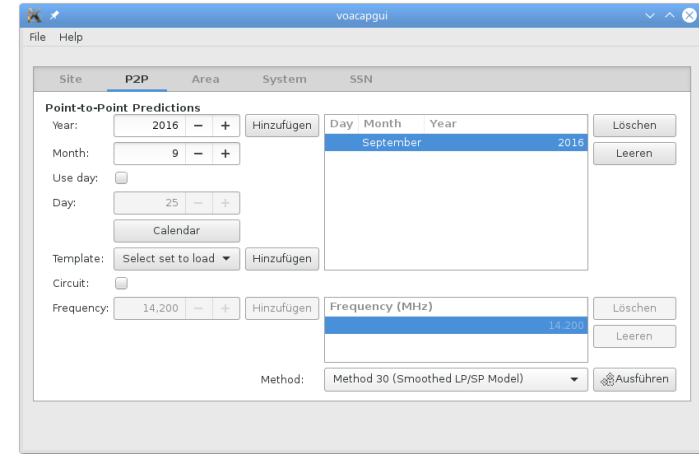


Abbildung: Einstellungen Punkt-zu-Punkt-Analyse

²⁴<http://www.qsl.net/hz1jw/pythonprop/>

pythonProp²⁴

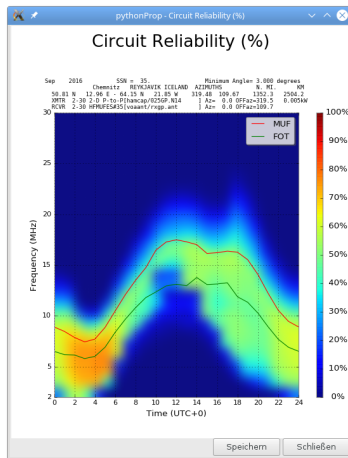


Abbildung: Ergebnis Punkt-zu-Punkt-Analyse

²⁴<http://www.qsl.net/hz1jw/pythonprop/>

pythonProp²⁴

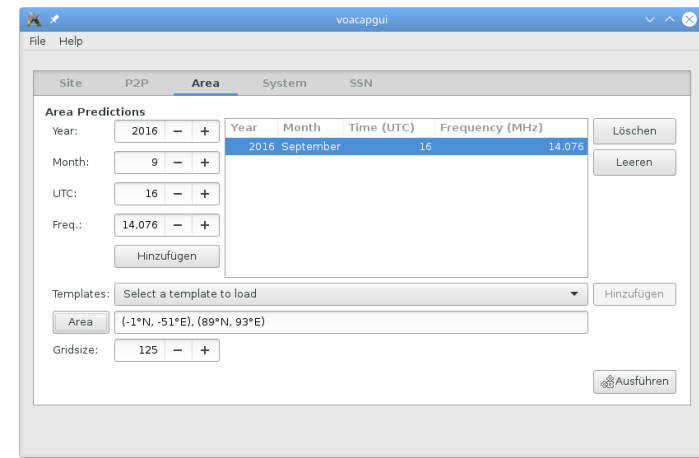


Abbildung: Einstellungen Flächenanalyse

²⁴<http://www.qsl.net/hz1jw/pythonprop/>

pythonProp²⁴

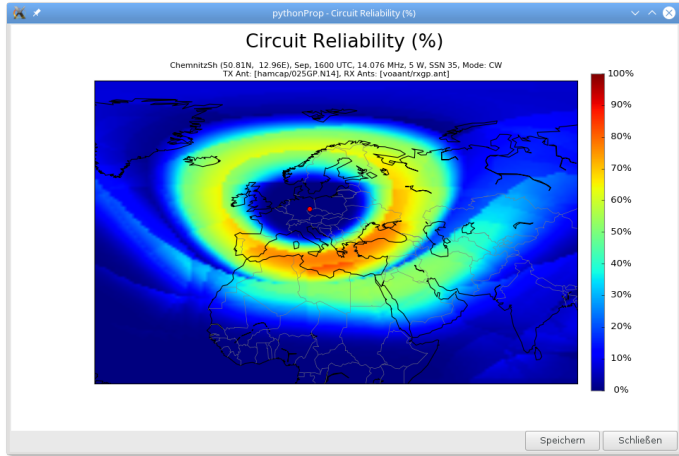


Abbildung: Ergebnis Flächenanalyse

²⁴<http://www.qsl.net/hz1jw/pythonprop/>

Zukunft HAMNET

- ▶ Funknetz auf Basis von Internet-Technologien (IP, IEEE 802.11)
- ⇒ Linux ist eine sehr gute Basis für HAMNET-Router

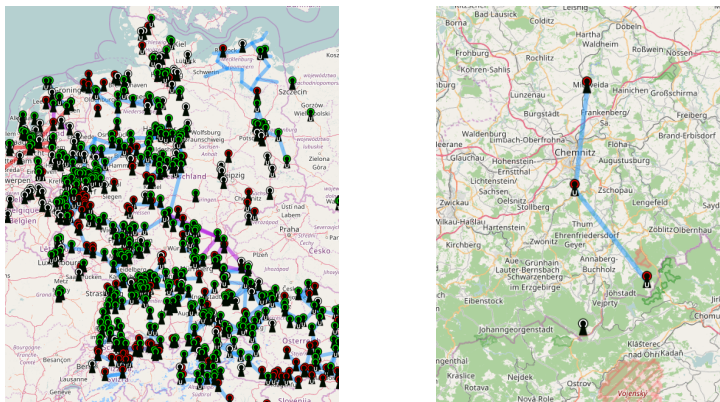


Abbildung: HAMNET-Karte (Quelle: https://hamnetdb.net/lsp_map.cgi)

Diverse Software

- ▶ Umfangreiche Liste von Linux Amateurfunk-SW:
 - ▶ <https://radio.linux.org.au/?sectpat=All&ordpat=title>
- ▶ Morse-Trainer
 - ▶ unixcw: <http://unixcw.sourceforge.net/>
 - ▶ kochmorse: <https://github.com/hmatuschek/kochmorse>
 - ▶ aldo: <http://www.nongnu.org/aldo>
- ▶ Praktische Werkzeuge
 - ▶ adifmerg: <http://jaakko.home.cern.ch/jaakko/Soft/>
 - ▶ ibp: <http://wwwhome.cs.utwente.nl/~ptdeboer/ham/ibp.html>
 - ▶ dxcc: <http://fkurz.net/ham/dxcc.html>
- ▶ CQRLOG: <https://www.cqrlog.com/>
- ▶ Linrad: <http://www.sm5bsz.com/linuxdsp/linrad.htm>
- ▶ freedv: <https://freedv.org>

Problem mit USB-Soundkarten

- ▶ Zugriff auf Soundkarte blockiert, wenn diese ein Human Interface Device enthält (USB-HID)

```
# dmesg
usb 1-1.1.2: cannot submit urb 0, error -28: not enough bandwidth

# lsusb -t
/: Bus 01.Port 1: Dev 1, Class=root_hub, Driver=ehci-pci/3p, 480M
  |-- Port 1: Dev 2, If 0, Class=Hub, Driver=hub/6p, 480M
      |-- Port 1: Dev 17, If 0, Class=Hub, Driver=hub/2p, 480M
          |-- Port 1: Dev 18, If 0, Class=Vendor Specific Class, 12M
          |-- Port 1: Dev 18, If 1, Class=Vendor Specific Class, 12M
          |-- Port 2: Dev 19, If 0, Class=Audio, 12M
          |-- Port 2: Dev 19, If 1, Class=Audio, 12M
          |-- Port 2: Dev 19, If 2, Class=Audio, 12M
          |-- Port 2: Dev 19, If 3, Class=Human Interface Device, 12M
```





- ▶ Lösung: Gerät vom USB-HID-Treiber abmelden

```
echo "1-1.1.2:1.3" > /sys/bus/usb/drivers/usbhid/unbind
```



- ▶ UDEV-Regel

```
SUBSYSTEM=="usb", DRIVER=="usbhid", \
ATTRS{idVendor}=="08bb", ATTRS{idProduct}=="29b3", \
RUN="/bin/sh -c 'echo -n $kernel > /sys/bus/usb/drivers/usbhid/unbind'"
```


Informationsquellen I

-  <http://ham.stackexchange.com/>
Stack Exchange für Themengebiet Amateurfunk
-  http://www.sigidwiki.com/wiki/Signal_Identification_Guide
<http://www.w1hkj.com/FldigiHelp-3.21/Modes/>
Beispielsammlung vieler Modulationsarten
-  <http://www.amsat.org/status/>
Status von Satelliten mit Amateurfunk-Nutzlast
-  <http://www.ariss.org/>
<http://www.ariss-eu.org/>
<http://ariss-sstv.blogspot.de/>
Amateurfunk auf der ISS

Informationsquellen II

-  <https://bpsk31.com/>
<http://www.hamblog.co.uk/top-10-psk31-tips-for-beginners/>
<http://www.hamblog.co.uk/more-psk31-tips-for-beginners/>
<http://www.hamblog.co.uk/common-psk31-abbreviations/>
<http://www.hamblog.co.uk/psk63-psk125-and-beyond/>
Informationen zur Betriebstechnik bei PSK31
-  <http://www.sstv-handbook.com/>
Informationen zur Betriebstechnik bei SSTV