

# WILLKOMMEN ZUM WORKSHOP DER SWISS-ARTG

Digitale Betriebsarten  
WINLINK EXPRESS  
JS8Call

25. Mai 2019

# Digitale Betriebsarten auf KW

## Historisches

- **Morsetelegrafie (CW):** ASK (ON-OFF); manuell, manuelles ARQ  
schmalbandig, auch bei geringem S/N verwendbar
- **RTTY:** FSK; 45 – 100 Bd; 5 bit Zeichensatz  
Für maschinelle Übertragung; benötigt gutes S/N, ev. manuelle Redundanz oder manuelles ARQ
- **SITOR/AMTOR (1978):** FSK 100 Bd; erstmals automatisches ARQ  
(Fehlererkennung dank 2 Zusatzbits – immer 4 ‘Mark’, 3 ‘Space’)
- **PACKET:** FSK (300 Bd) auf KW, AFSK (1200 Bd) auf VHF/UHF; ARQ;  
ASCII 7 bit; 300 Bd auf KW zu schnell bei Mehrwegausbreitung

# Digitale Betriebsarten auf KW

## Historisches

- **PACTOR1** (1991): FSK 100/200 Bd; analoges Memory-ARQ; Synchron (1.25 s); 2 adaptive Speed Levels (SL)
- **PACTOR2** (1994): 2 Carrier BPSK – 16PSK 100 Bd; 4 adaptive SL; ARQ
- **MT63** (1997): OFDM, 64 Carrier, 10 Bd, BPSK, 7-bit ASCII;
- **PSK31** (1998): PSK, sehr schmalbandig (< 50 Hz), dadurch auch bei niedrigem S/N und schlechten Bedingungen lesbar; Varicode; Typisches 'Chat'-Verfahren, aber meist nur Standardtexte...

# Digitale Betriebsarten auf KW

## Historisches

- **MFSK16** (1999): 16FSK, 15.6 Bd;
- **PACTOR3** (2002): OFDM, 2-18 Carrier, BPSK-QPSK 100 Bd, BW 2200 Hz, 6 Speed Levels
- **JT65** (2003): 65FSK, 2.7 Bd; fixer Block, zeitsynchron (volle Minute)
- **PACTOR4** (2011): Single Carrier, 1800 Bd, BPSK – 32QAM; BW 2400 Hz; 10 SL; Adaptiver Kanal-Entzerrer (Equalizer)
- **FT8** (2017): 8FSK, 6.25 Bd, zeitsynchron (15 s), BW 50 Hz
- Viele Derivate und Weiterentwicklungen – FT4, JS8, etc.
- Riesiges Experimentierfeld

# Modulationsarten

- **MFSK:**  
Jeweils einer von mehreren Tönen wird mit maximaler Leistung ausgesendet.  
Je mehr Töne möglich sind, desto mehr Bits werden pro Ton übertragen (FSK: 1 bit, 4FSK: 2 bit, 16FSK: 4 bit, 64FSK: 6 bit)
- **OFDM:**  
Alle Töne sind moduliert und werden gleichzeitig ausgesendet.  
Für jeden Ton steht nur ein Teil der gesamten Sendeleistung zur Verfügung.  
Die Durchschnittsleistung ist limitiert durch den «Crest-Faktor»
- **Single Carrier:**  
Nur ein Ton ist moduliert, jedoch bei hoher Baudrate. Benötigt adaptiven Equalizer (PACTOR4).

# Anwendungen

## Daten-/Datei-Übertragung

Daten müssen 100% korrekt sein -> ARQ ist ein MUSS!

- **AMTOR**: obsolet
- **PACKET**: für KW wenig geeignet
- **PACTOR**: weit verbreitet, wahrscheinlich führend. Teure HW.
- **CLOVER**: weniger verbreitet. Teure HW. Vertrieb durch Fa. Barrett.
- **WINMOR, ARDOP, VARA**: SW Modems

# Anwendungen

## Chat

Kurze Latenz;

Geringe Fehlerrate zulässig

- **CW**: immer aktuell
- **RTTY**: (zu ?) viele Contests
- **PSK31**: auch immer aktuell, trotz Konkurrenz
- **OLIVIA**: DX Chats

# Anwendungen

## Weak Signal

Datenmenge minimal, z.T. vordefiniert

Viel Redundanz / Wiederholungen (FEC)

Zeit-Synchron (z. Bsp. ein Block zur vollen Minute)

- **JT65**
- **JT9**
- **FT8**



# Digitale Betriebsarten auf KW

## Anforderungen

- Datendurchsatz
- Bandbreite
- Dekodiersicherheit
- Regulierung (FCC:  $Bd \leq 300 \text{ Bd}$  -> PACTOR4 in USA nicht erlaubt)
- Anzahl Symbole (Baudot, ASCII, Varicode, Gross/Klein, 8-bit, etc.)

# Digitale Betriebsarten auf KW

Die Verbindung zwischen PC (oder Modem)  
und dem TRX

# Verbindungsvarianten PC - TRX

- TRX mit eingebauter Soundkarte (ICOM IC-7200, IC-7300, KENWOOD TS-590, YAESU FTDX-3000, FT-991):  
Nur USB-Kabel notwendig (mit Ferrit vor HF schützen!)
- TRX ohne Soundkarte, aber mit CAT-Schnittstelle (RS-232/C-IV):  
Soundkarte des PCs oder externe Soundkarte mit TRX (ACC/DATA) verbinden. PTT-Steuerung via CAT.
- TRX ohne Soundkarte und ohne CAT-Schnittstelle:  
Soundkarte des PCs oder externe Soundkarte mit TRX (ACC/DATA) verbinden. PTT-Steuerung via RS-232 (RTS oder DTR) oder via VOX (Signalink).

# Kommerzielle Produkte mit eingebauter Soundkarte

- Tigertronics Signalink USB (Gianora-Hsu, CHF 175.-); Digital VOX eingebaut.
- RF System TinyGate ([www.rfsystem.it](http://www.rfsystem.it)) als Bausatz (EUR 85.50 ohne Kabel); enthält zusätzlich zur Soundkarte 2 separate serielle Schnittstellen für CAT/C-IV und CW/PTT. Erhältlich auch via QRPproject ([www.qrp-shop.biz](http://www.qrp-shop.biz))
- YAESU SCU-17 ([www.radio-laden.ch](http://www.radio-laden.ch), CHF 148.-)

# Analog-Verbindung Soundkarte - TRX

- Soundkarten Ausgang (SPKR/LINE OUT) mit Modulationseingang (MIC/AF IN) des TRX verbinden.  
Eventuell vorteilhaft: Abschwächer (10:1 o.ä.) auf Seite TRX einbauen – verbessert S/N des eingespeisten Modulationssignals.
- NF-Ausgang des TRX mit dem Soundkarten Eingang (MIC/LINE IN) verbinden.
- Falls Pegel-Einstellungen am TRX möglich sind:  
Eingangsempfindlichkeit so gering wie möglich, Ausgangspegel so hoch wie möglich, damit mit hohen Signalpegeln auf der Leitung gearbeitet werden kann.

# Analog-Verbindung Soundkarte – TRX

## Galvanische Trennung ? – unnötig!

- Zweck einer galvanischen Trennung: Pfad zwischen zwei Massen (GND) trennen, wenn mit unterschiedlichen Potentialen zu rechnen ist (um unerwünschte Ausgleichsströme zu verhindern) – oder aus Sicherheitsgründen (Medizintechnik).
  - Massen weit auseinanderliegend
  - Unterschiedliche Masse-Referenzen
- Gut aufgebaute Afu-Anlagen haben EINE gemeinsame Masse, die diversen Teile sind über kurze, direkte, niederohmige (dicke) Masseverbindungen miteinander verbunden.
- Galvanische Trennung nützt **nichts** gegen HF-Einkopplungen!

# PTT Steuerung des TRX über VOX

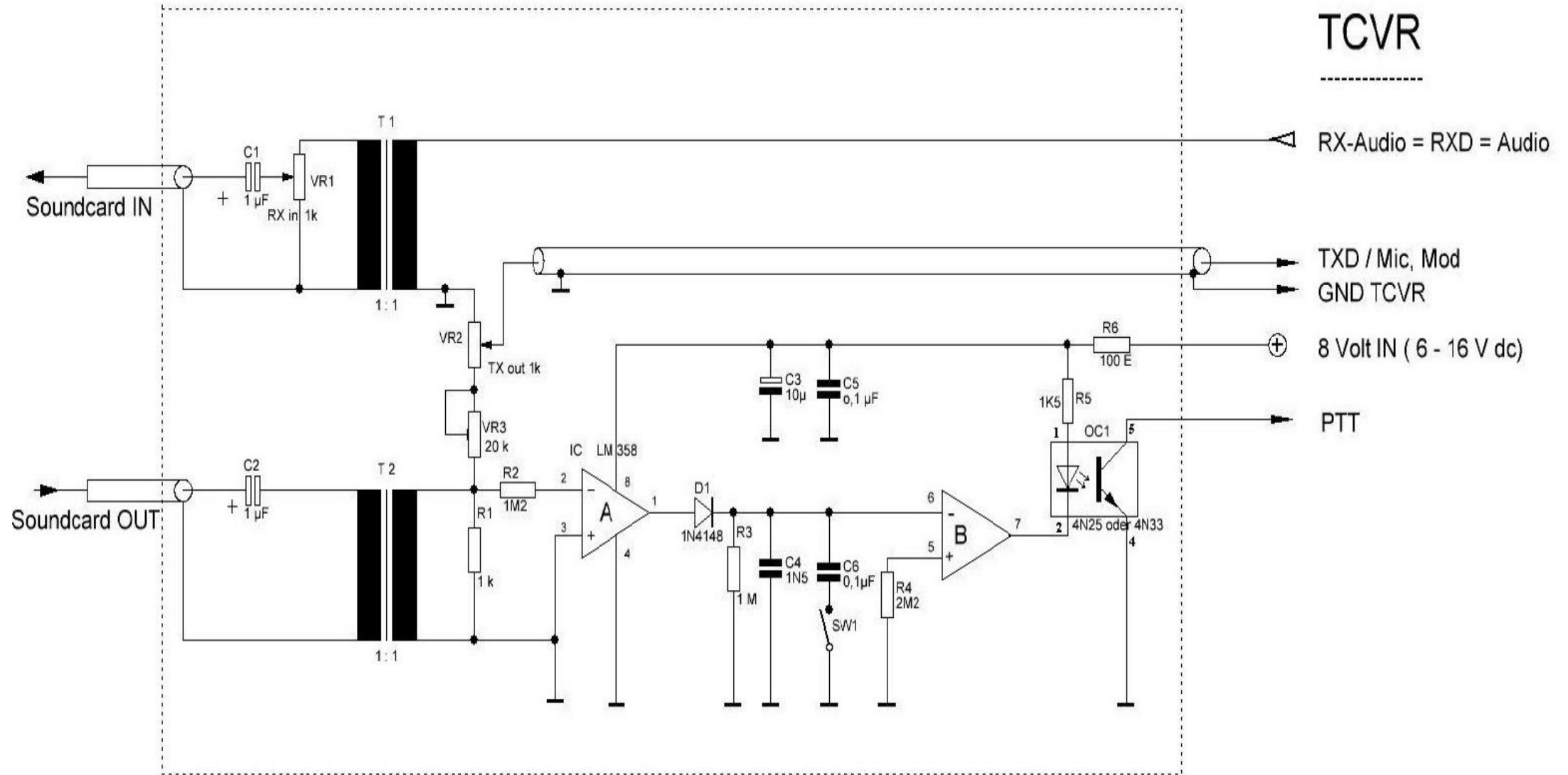
- Bei Verwendung eines spezifischen Interfaces wie z. Bsp. Tigertronics **Signalink** USB kann die darin eingebaute VOX verwendet werden. Zu beachten ist, dass das Modulationssignal vom PC einen genügenden Pegel hat, sonst 'flackert' das PTT Relais.  
Der **VOX-Delay** ist **auf Minimum** zu stellen (Delay-Regler **unnötig**).
- Viele TRX können die VOX nur vom MIC-Eingang ansteuern, nicht vom ACC/AUX. Auch können sie den VOX-Delay nicht genügend reduzieren.
- Neuere TRX verfügen über eine Digital-VOX am externen Eingangssignal.

# PTT Steuerung des TRX über RS-232

- Steht keine geeignete Digital-VOX und keine CAT-Steuerung für PTT zur Verfügung, muss das PTT-Signal über eine Steuerleitung einer seriellen Schnittstelle (COM-Port) geschaltet werden. Im Allgemeinen wird dazu RTS oder DTR verwendet.
- Da die PTT-Leitung des TRX zum Senden auf GND geschaltet werden muss, sonst aber nicht angesteuert werden soll, muss sie über 'Open Collector' betrieben werden. Es ist daher immer eine kleine Bastelei für die Verbindung RTS/DTR zu PTT notwendig. Lösungsmöglichkeiten sind im Internet in grosser Zahl zu finden. Empfehlung: Optokoppler
- Eine galvanische Trennung ist nicht erforderlich.



# Beispiel einer selbstgebauten Digitalvox (HB9ABX)



# Frequenzanzeige des TRX

- Digitale Betriebsarten werden heute auf allen Bändern in Stellung **USB** abgewickelt. Die Frequenzangabe erfolgt i. A. so, wie sie angezeigt wird. Es gibt allerdings immer noch Leute, die von 'Center Frequency' sprechen. Diese ist normalerweise 1.5 kHz höher als die angezeigte '**Dial Frequency**'.  
Ein 2400 Hz breites Signal wird symmetrisch um 1.5 kHz erzeugt – also von 1.5 kHz – 1.2 kHz bis 1.5 kHz + 1.2 kHz oder eben von 300 Hz bis 2700 Hz wie ein normales SSB Phonie-Signal.

# Einstellungen des TRX

Die digitalen Signale sollen **ausschliesslich vom Modem verarbeitet** werden. Eine Vorverarbeitung des Empfangssignals durch Noise Reduction (NR), Noise Limiter, Notchfilter, zu knappes Bandpassfilter oder Equalizer verschlechtert die Dekodierung!  
Auch auf Sendeseite darf **keine unnötige Filterung** eingefügt werden. Für ein 2.4 kHz breites Signal also wenn möglich 2.8 oder gar 3.0 kHz Bandbreite wählen, für ein 500 Hz breites Signal auch besser 2.8 kHz als ein knapp bemessenes 500 Hz Filter!

# Aussteuerung des TRX

- Um das von der SW fertig aufbereitete Signal möglichst unverändert (linear) auszusenden, muss jede Nichtlinearität des Senders vermieden werden. Dazu darf der Sender die Aussteuerung nicht mittels ALC reduzieren.
- MIC Gain resp. das Ausgangssignal der Soundkarte so einstellen, dass die ALC gerade nicht mehr anspricht. (Gain aufdrehen, bis sich die ALC leicht bewegt, dann ganz leicht zurücknehmen bis praktisch kein ALC Ausschlag mehr zu sehen ist).
- Daran denken, dass OFDM-Verfahren wegen des 'Crest-Factors' nur eine niedrige durchschnittliche Ausgangsleistung haben.

# PACTOR

- Seit langer Zeit die dominierende ARQ-Betriebsart auf KW
- P2 – P4 sind proprietäre Systeme und wegen des synchronen Betriebs nur als HW-Modems verfügbar
- Modems aller Generationen sind untereinander kompatibel
- Kostspielig (PTC 3: 898 EUR; DR-7400: 1248 EUR; DR-7800: 1498 EUR)
- Empfehlenswert: gebrauchter PTC-II mit P3-Lizenz

# WINMOR (2010)

- Primär entstanden als Alternative zum teuren PACTOR für das WINLINK Netzwerk (E-Mails über KW)
- Reiner SW-TNC für WINDOWS
- Version mit Bandbreite 500 Hz (W500):  
2 Carrier, 4FSK 46.875 Bd / 4PSK-16PSK 93.75 Bd
- Version mit Bandbreite 1600 Hz (W1600):  
8 Carrier, 4FSK 46.875 Bd / 4PSK-16PSK 93.75 Bd
- W500 recht zuverlässig, W1600 neigt zu Verbindungsabbrüchen

# WINMOR TNC

WINMOR Sound Card TNC Ver:1.5.10.0 Port:8515 HB9AK / HB9AUR

Help Hide Send ID

Connection State

IRS


TCP Capture OK

Transmit

0 Avg ACK Percentage 100

Xmt Frame:

Receive

Rcv Level: 

Remote Station Offset: 16.0 Hz

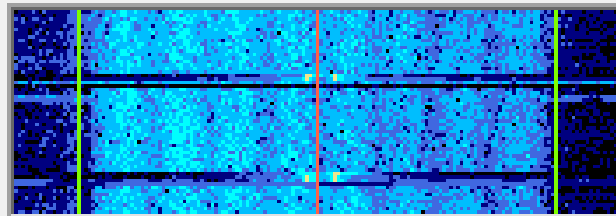
Rcv Frame: 8 Car V16PSK/32QAM FEC Data

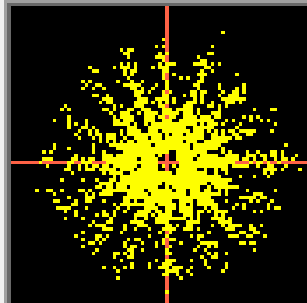
Busy Detector

Channel Clear

Squelch: 3

Waterfall  Spectrum  Disable

 Waterfall 2KHz

 32QAM / 58

500 2500

# VARA (November 2017)

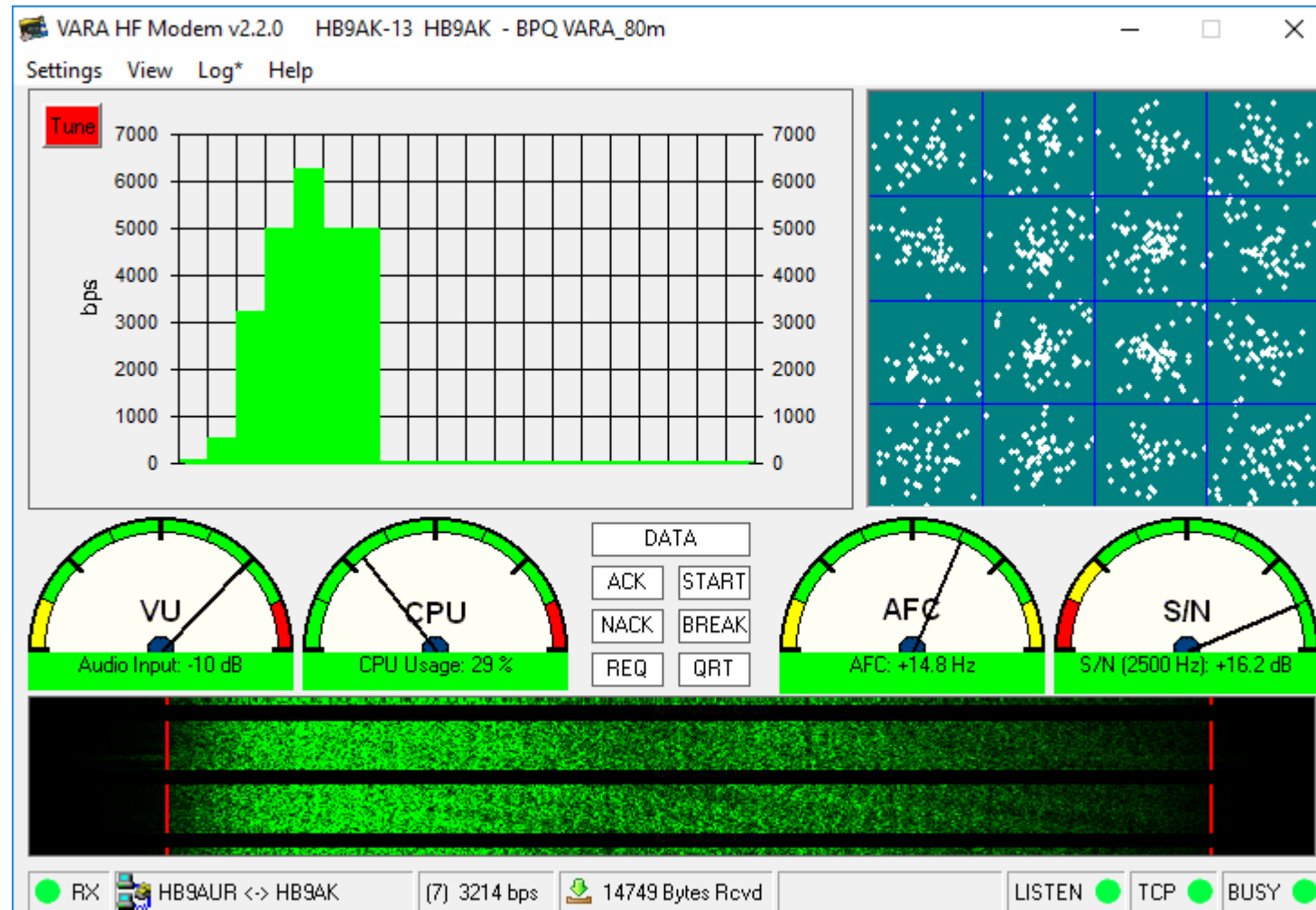
- SW Modem, proprietäres Verfahren
- Lizenzpflichtig (USD 69). Ohne Lizenz nur niedrige Speed Levels.
- OFDM, 52 carrier, 42 Bd; BPSK – 32QAM, BW 2400 Hz; 11 SL
- User Data Rate: 375 – 43'500 bytes/min
- Erfahrungen sehr positiv – ernsthafte Konkurrenz zu PACTOR



# VARA Speed Levels

Level	Symbol Rate	Carriers	Mod.	Bytes / Packet	Net Data Rate	User Data Rate
1	42	52	BPSK	20	60	50
2	42	52	BPSK	32	126	105
3	42	52	BPSK	71	260	217
4	42	52	BPSK	150	529	441
5	42	52	BPSK	308	1070	892
6	42	52	BPSK	626	2143	1786
7	42	52	4PSK	1257	3214	2641
8	42	52	8PSK	1887	4287	3511
9	42	52	8PSK	2951	5024	4115
10	42	52	16QAM	3690	6281	4972
11	42	52	32QAM	4429	7536	5802

# VARA Modem




# ARDOP (2017)

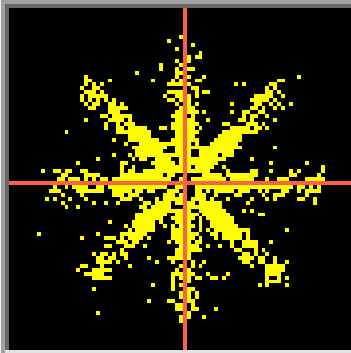
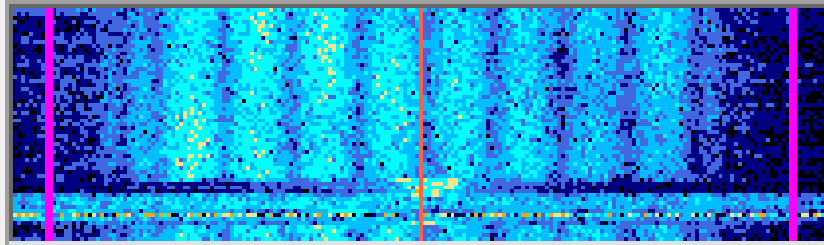
- Wird als Nachfolger von WINMOR gehandelt
- Erwartung: schneller und zuverlässiger als WINMOR
- Open source
- ARDOP200: nicht relevant
- ARDOP500: 2 Carrier, 4PSK – 16 QAM, 100 Bd; 1500 – 3000 Bytes/min
- ARDOP1000: nicht relevant
- ARDOP2000: 8 Carrier, 4PSK – 16 QAM, 100 Bd; 6150 – 12100 Bytes/min
- Bisher noch nicht viel ARDOP Traffic im WINLINK Netz (2 – 3 %)

# ARDOP TNC

ARDOP Virtual TNC - BPO ARDOP\_80m

File Graphics Send Abort Logs Help Connected HB9AUR

Rcv Level:  Offset: 15.1 Hz @ 1dB State: IRS

16QAM Quality: 31 -1200 CF: 1.5 KHz +1200 Rcv Frame: 16QAM.2000.100.0 Xmt Frame:

Host: TCPIP on port 8615,8616

# Vergleich WINMOR-ARDOP-PACTOR3-VARA

Übermittlung einer Meldung von 19019 Bytes auf 80m zwischen HB9AUR und HB9AK (90 km). Signalstärke HB9AK: S9

- WINMOR1600: 6'575 Bytes/min
- ARDOP2000: 6'936 Bytes/min
- PACTOR3: 13'225 Bytes/min
- VARA: 16'951 Bytes/min

# SW-TNC: UZ7HO soundmodem

- Einfache Verbindung mit WINLINK Express mittels KISS-Interface über IP-Stack.
- Unterstützt neben dem herkömmlichen **AFSK 1200 Bd** weitere Modulationsarten:
  - BPSK 1200 Bd / 2400 Bd
  - QPSK 2400 bps
  - QPSK 3600 bps (und weitere)
- Unterstützt Digipeater-Betrieb
- Monitor-Fenster/Wasserfall-Anzeige
- Testsignal-Ausgabe (Low Tone, Hi Tone, Both)
- Für **Packet 9600** bps: hs-soundmodem

# UZ7HO Packet TNC

**Modem settings**

Modem filters ch: A		Modem filters ch: B	
BPF Width	1400 Show	BPF Width	500 Show
TXBPF Width	1600 Show	TXBPF Width	500 Show
LPF Width	650 Show	LPF Width	155 Show
BPF Taps	256	BPF Taps	256
LPF Taps	128	LPF Taps	128
<input checked="" type="checkbox"/> Default settings		<input checked="" type="checkbox"/> Default settings	
PreEmphasis filter	None <input checked="" type="checkbox"/> All	PreEmphasis filter	None <input checked="" type="checkbox"/> All
<input checked="" type="checkbox"/> KISS Optimization		<input type="checkbox"/> KISS Optimization	
<input checked="" type="checkbox"/> non-AX25 filter		<input checked="" type="checkbox"/> non-AX25 filter	

Modem type ch: A		Modem type ch: B	
Mode	AFSK AX.25 1200bd	Mode	AFSK AX.25 300bd
TXDelay	250 msec	TXDelay	250 msec
TXTail	50 msec	TXTail	50 msec
Add. RX	0 pairs	Add. RX	0 pairs
Add. RX shift	30 Hz	Add. RX shift	30 Hz
Bits Recovery	NONE	Bits Recovery	NONE

Ok Cancel

SoundModem by UZ7HO - Ver 0.97b - [BPSK AX.25 1200bd]

Settings View Clear monitor Calibration About

A: BPSK AX.25 1200bd 1700 DCD threshold  Hold pointers

```

1:Fm HB9AK-1 To HB9AUR <I C R0 S3 Pid=F0 Len=16> [19:16:43R] [+++]
CMS via HB9AK >

1:Fm HB9AUR To HB9AK-1 <RR R R1> [19:16:44T]
1:Fm HB9AUR To HB9AK-1 <RR R R2> [19:16:44T]
1:Fm HB9AUR To HB9AK-1 <RR R R3> [19:16:44T]
1:Fm HB9AUR To HB9AK-1 <I C R4 S0 Pid=F0 Len=12> [19:16:44T]
;Fw: HB9AUR

1:Fm HB9AUR To HB9AK-1 <I C R4 S1 Pid=F0 Len=30> [19:16:44T]
[RMS Express-1.5.12.2-B2FHM$]

1:Fm HB9AUR To HB9AK-1 <I C R4 S2 Pid=F0 Len=14> [19:16:44T]
;PR: 59076174

1:Fm HB9AUR To HB9AK-1 <I C R4 S3 Pid=F0 Len=29> [19:16:45T]
;HB9AK-1 DE HB9AUR (JN47FE)

1:Fm HB9AK-1 To HB9AUR <RR R R4> [19:16:48R] [+++]
1:Fm HB9AUR To HB9AK-1 <I C R4 S4 Pid=F0 Len=3> [19:16:48T]
FF

1:Fm HB9AK-1 To HB9AUR <I C R5 S4 Pid=F0 Len=3> [19:16:50R] [+++]
FQ

1:Fm HB9AUR To HB9AK-1 <RR R R5> [19:16:51T]
    
```

MyCall	DestCall	Status	Sent pkts	Sent bytes	Rcvd pkts	Rcvd bytes	Rcvd FC	CPS TX	CPS RX	Direction

# VARA FM

**OFDM-Verfahren:** **55** resp. **116** Töne, jeder moduliert mit 42 Bd.  
Unterschiedliche Geschwindigkeitsstufen (SL) mit automatischer Anpassung an die Übertragungsqualität.

Mode 1200 (BW: 2880 Hz)

Mode 9600 (BW: 5800 Hz)

SL	Mod	Bits/s	SL	Mod	Bits/s
-	-	-	1	BPSK	2'333
1	4PSK	2'267	2	4PSK	4'768
2	8PSK	3'400	3	8PSK	7'155
3	8PSK	4'534	4	8PSK	9'540
4	16QAM	5'689	5	16QAM	11'972
5	32QAM	7'111	6	32QAM	14'966
6	32QAM	8'532	7	32QAM	17'957



# VARA FM: Die ZWEI Modi '1200' und '9600'

- '9600' ist mehr als 2 x schneller (mehr Bandbreite)
- Funktioniert nur, wenn die beteiligten Geräte auch breitbandig konfiguriert sind (wie für Packet Radio 9600 bps)
- Funktioniert **NICHT** über normale Voice-Repeater
- Beste Strategie: Geräte immer breitbandig betreiben.
- **Direktverbindungen** immer mit Mode '9600'.
- Verbindungen **via Repeater** immer mit Mode '1200'.