

# Amateurfunk im Wohnmobil

## *Kurzwelle im Womo II*

- PSK und Co. -



Autor: Rudolf Piehler, DL3AYJ



## Kurzwelle im Womo II

### Inhaltsverzeichnis

Kurzwelle im Wohnmobil II – PSK und Co.....	3
Text- und Bild-Kommunikation auf Kurzwelle mit der Soundkarte.....	3
Begriffe und deren Bedeutung.....	6
Analog und Digital.....	7
Digitale Datenübertragung.....	7
Hardware.....	7
Die Soundkarte.....	8
Das Interface.....	8
CAT (Computer Aided Tuning).....	8
PTT und Daten.....	9
Software.....	9
Funkferschreiben ohne Redundanz.....	10
Der Klassiker RTTY.....	10
BPSK.....	11
FSK31.....	13
QPSK31.....	14
THROB.....	14
Funkferschreiben mit FEC.....	15
MFSK16.....	15
MT63.....	15
OLIVIA.....	16
Contestia und RttyM.....	17
Funkferschreiben mit ARQ.....	18
AMTOR.....	18
PACTOR.....	18
Packet-Radio.....	18
TCP/IP über AX.25.....	19
Bildgebende Betriebsarten.....	19
Faksimile (Fax).....	19
SSTV.....	20
Hellschreiber.....	22
Feld-Hell.....	22
PSK- und FM-Hell.....	23
C/MT-Hell, S/MT-Hell.....	23
Concurrent MT-Hell.....	23
Sequential MT-Hell.....	23
Funkbetrieb.....	24
Was sind Makros?.....	25
Email über Kurzwelle.....	26
TCPIP über AX25.....	27
PSKmail.....	27
WinLink 2000 mit Winmor.....	27
Impressum:.....	29



## Kurzweile im Womo II

### Kurzweile im Wohnmobil II – PSK und Co.

Was hat mich bewogen, mich in meinem Wohnmobil mit PSK31 und Co. zu befassen? Das hat im wesentlichen zwei Gründe. Einen Familiären und einen Physikalischen.

- Der Familiäre ist ganz einfach. Diese Betriebsarten machen keinen Krach. Man muss also nicht in ein Mikrofon schreien usw. und kann sogar nachts funken.
- Der physikalische Grund liegt an der geringen Übertragungs-Bandbreite: Ein PSK-Signal ist mit einem SSB-Signal der *vierzigfachen* Leistung vergleichbar. Selbst mit den eingeschränkten Bedingungen im Wohnmobil kann man so locker DX arbeiten.

#### Text- und Bild-Kommunikation auf Kurzweile mit der Soundkarte

Die so genannten ‚digitalen Betriebsarten‘ auf Kurzweile werden oft auch als Soundkartenbetriebsarten bezeichnet, da man sie heute alle mithilfe der Soundkarte des PC betreiben kann. Hinzu kommen Hellschreiber und SSTV die genau genommen keine digitalen Betriebsarten sind.

Ob es sich bei dem Begriff „Soundkarte“ um die im Computer eingebaute, eine USB-Soundkarte, ein Interface wie RigExpert oder ähnliche oder einen der neueren Transceiver mit USB-Anschluss handelt, ist für die folgenden Betrachtungen unerheblich.

Die menschliche Kommunikation erfolgt in der Regel mündlich, schriftlich oder mit Bildern. Jede dieser drei verschiedenen Möglichkeiten des Informationsaustausches hat ihre Vor- und Nachteile.

Bei der Übertragung von Text zu einem entfernten Empfänger sprechen wir von 'Fernschreiben'.

Mit dem Wort Fernschreiber (griech. Telegraf) wird im Allgemeinen jene Vorrichtung bezeichnet, die zum Austausch von Nachrichten zwischen entfernten Orten dient. Bei dieser Übertragung bedient man sich bestimmter Zeichen, die z.B. als Buchstaben, Ziffern und Satzzeichen vorliegen. Die Information wird durch binäre Signale übertragen, die bei der Sendung den Zuständen „Ton ein“ bzw. „Ton aus“ bei Amplitudentastung, tiefer oder hoher Ton bei Frequenzumtastung bzw. positive oder negative Phase einer Trägerschwingung bei Phasenmodulation entsprechen.

Reale Kanäle sind eingestreuten Störungen, Rauschen, endlichen Leitungswiderständen, usw. unterworfen, die zur Abschwächung und Verfälschung der Signale führen.

Nach dem Shannon-Hartley-Gesetz ist die maximale Datenübertragungsrate (ohne Übertragungsfehler) bei gegebenem Signal/Rausch-Verhältnis von der Bandbreite der Übertragungsstrecke abhängig. Durch Hinzufügen von Fehlererkennungs- und Korrekturzeichen kann die Kanalcodierung optimiert werden.

Die Kombination der drei Modulationsparameter Amplitude, Frequenz und Phase mit den unzähligen Arten der Kanalcodierung ergibt eine schier unübersehbare Menge von Betriebsarten.

Heute verstehen wir unter dem Begriff „Telegrafie“ speziell die Betriebsart „Morsetelegrafie“ oder auch kurz **CW** (von ‚continuous wave‘) genannt. Die Betriebsarten, die im wesentlichen maschinencodierten Text aussenden, der wiederum von Maschinen decodiert und angezeigt bzw. gedruckt wird, wird hier zur Gruppe „Fernschreiben“ zusammengefasst. Diese Modi werden auch allgemein als sogenannte 'digitale Betriebsarten' bezeichnet. 'Digital' sind allerdings nicht die Betriebsarten, sondern die übertragenen Symbole, deren Zahlenwert dann allerdings 'analog' gesendet wird.

Fernschreiber gab es als optische Telegrafen schon seit menschengedenken, so erfuhr Klyptämnestra bereits die Eroberung von Troja noch in der selben Nacht durch Feuerzeichen. Demokleitos (450 v. Chr.) soll Buchstaben des griechischen Alphabets auf fünf Tafeln verteilt haben. Durch Erheben von Fackeln nach links oder rechts wurde erst die Nummer der Tafel und anschließend die des Buchstabens selbst telegraphiert.

Elektrische Telegrafen kennt man seit 1809. Die Epoche der elektromagnetischen Telegrafen begann um 1820 mit Ørstedts Entdeckung, dass eine Magnethenkel durch einen elektrischen Strom je nach Flussrichtung auf die eine oder andere Seite abgelenkt wird.

Die wichtigste Förderung erfuhr die Telegrafie durch die Anwendung von Elektromagneten. Wheatstone bediente sich ihrer zuerst zur Herstellung eines Läutwerkes und 1839 zur Konstruktion seines Zeigertelegrafen. Die größte Verbreitung erlangte der 1836 von Morse hergestellte Schreibapparat, bei dem ein Hebel durch den beweglichen Anker eines Elektromagneten Striche und Punkte auf einem vorbeilaufenden Papierstreifen erzeugte. Nach Einführung der automatischen Telegrafie konnten bereits 1888 mit dem Lochstreifen-Apparat von Wheatstone bis zu 600 Wörter in der

Minute übertragen werden. Beim Typendrucktelegrafen von Hughes wird bereits eine Klaviatur mit 28 Tasten verwendet und das ankommende Telegramm wurde in gewöhnlicher Druckschrift aufgezeichnet.

Es war also nur noch ein 'kurzer' Schritt zu den Fernschreibern, die wir kennen bzw. kannten und mit denen Funkamateure erste QSOs führen. RTTY war das Schlagwort, die

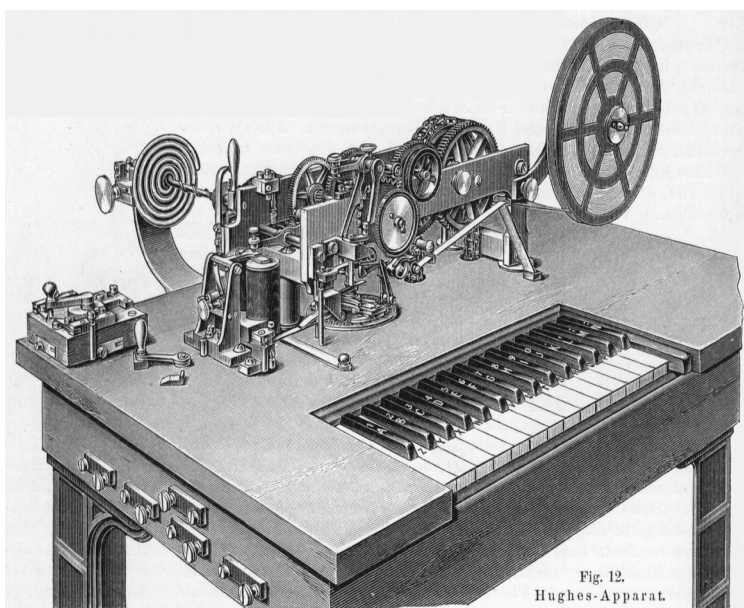


Fig. 12.  
Hughes-Apparat.



## Kurzweile im Womo II

damals einzige Betriebsart, mit der im Amateurfunk Texte übertragen werden konnten.

### **Eine häufig gestellte Frage ist wohl: Warum gerade Fernschreiben?**

Die tatsächliche Überlegenheit dieser Betriebsart (hier ist nicht nur RTTY gemeint) besteht in ihrer hohen Unempfindlichkeit gegen Störungen aller Art. Kann man sich doch mit kleinster Leistung selbst bei QRM und QRN noch einwandfrei unterhalten.

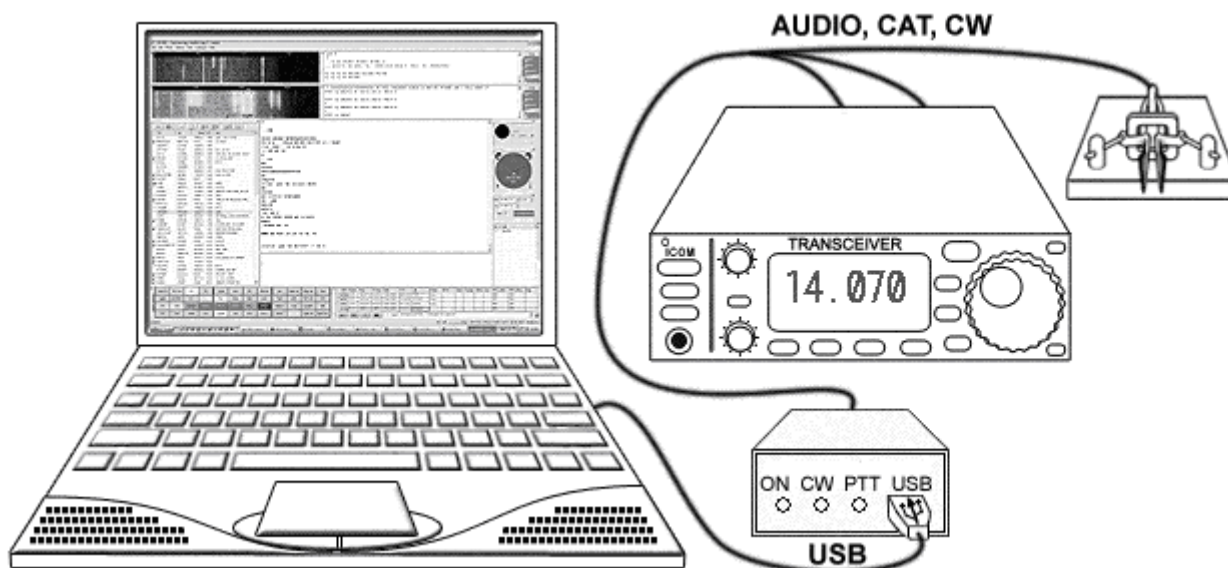
So ist beispielsweise BPSK31 äußerst schmalbandig (ca. 30 Hz). Im Kasten auf Seite 4 ist begründet, dass sich dadurch das Signal/Rausch-Verhältnis verbessert. Die Reduktion der Bandbreite auf 1/10 führt zu 10 dB mehr S/N oder erfordert 10 dB weniger Sendeleistung. Der Systemgewinn von BPSK31 gegenüber SSB ist ca. 20 dB; gegenüber CW ca. 10 dB.

### **5 W in PSK entsprechen einem 200 W SSB-Signal!**

Auch Signale, die nicht mehr zu hören sind, ergeben oft noch eine einwandfreie Mitschrift. Diesen Vorteil weiß z. B. jeder Benutzer einer Behelfsantenne zu schätzen, mit der wir im Wohnmobil in der Regel arbeiten.

*Alles was man braucht, sind ein SSB-Transceiver, ein Computer mit Soundkarte und geeignete Software, sowie ein paar Kabel und Stecker - Dinge, die sowieso jeder besitzt.*

*Allenfalls die Software muss noch aus dem Internet geholt werden.*



*Typischer Aufbau mit Interface*





## Kurzweile im Womo II

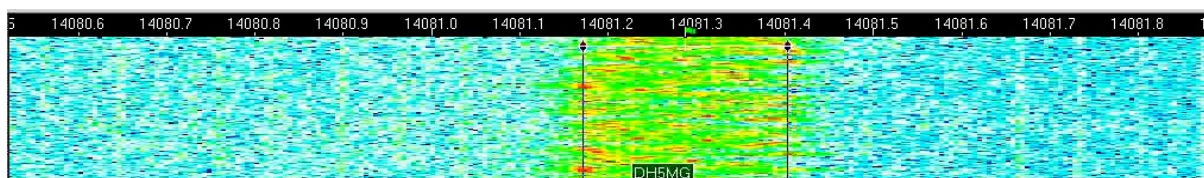
Wie läuft ein ‚digitales‘ QSO ab?

Wie auch beim Sprechfunk wird erst einmal der Transceiver auf eine passende Frequenz gesetzt, so zum Beispiel auf 7036 oder 14070 kHz. Hier sollten an sich immer irgend welche QSOs laufen, die im Lautsprecher an den etwas fremdartig klingenden Zirp- oder Zwischertönen zu erkennen sind. Jetzt ist die Software gefordert!

Man sollte sich am besten für eine Programm entscheiden, das zumindest die bekanntesten Betriebsarten unterstützt. So lässt sich vieles ausprobieren, ohne andauernd die Software wechseln zu müssen. Jedes Programm zeigt heutzutage das Spektrum der empfangenen Signale sichtbar an. Nicht nur die Signale der OSOs. sondern auch das Rauschen und alle Störungen werden wie hier als Linien mit entsprechender Höhe (Amplitude) im Spektrum abgebildet.



Häufiger ist aber die sogenannte ‚Wasserfall‘-Darstellung. Dabei wird von oben auf die Spektrallinien geschaut, wobei die Farben ihre Amplituden ausdrücken. Das Spektrum bewegt sich üblicher weise gleich einem Wasserfall von oben nach unten; daher der Name.



## Begriffe und deren Bedeutung

Kommunikation		
<i>Mündlich</i>	<i>Schriftlich</i>	<i>In Bildern</i>
Fernsprechen Telefonie analog	Fernschreiben Telegrafie digital	Bildfunk Faximile analog

Modulation		
<i>Amplitude</i>	<i>Frequenz</i>	<i>Phase</i>
CW Hellenschreiber	RTTY MFSK THROB FM- Hell	BPSK31 QPSK31 PSK- Hell MT63



## Kurzweile im Womo II

### Analog und Digital

Die Antwort auf die oft gestellte Frage ‚was ist digital‘, heißt :

***Alles was durch Zahlen ausgedrückt wird bzw. gezählt werden kann, ist digital.***

Digital bedeutet soviel wie „die Finger betreffend“. Seit jeher verwendet der Mensch seine Finger (lat. Digitus) zum Zählen, Rechnen und Anzeigen von Zahlen - daher dieser Name.

Beispielsweise ist der Weg des Stundenzeigers auf dem Ziffernblatt in zwölf Teile geteilt und jedem der so erhaltenen Punkte ist ein Zahlenwert von 1 bis 12 zugeteilt. Diesen Vorgang nennt man digitalisieren.

Zur digitalen Anzeige der Uhrzeit verwenden wir somit das 12er-System, im täglichen Leben werden wir mit dem Zehner- bzw. Dezimal-System konfrontiert, da der Mensch eben zehn Finger hat. In der Natur herrscht das Zweier- oder Binär-System vor, da hier Verdopplung und Halbierung die Regel sind. Mit Binärcode bzw. Binärsystem meint man auch das mathematische Dualsystem.

### Digitale Datenübertragung

Der Begriff 'digitale Betriebsarten' hat sich in den letzten Jahre eingebürgert, jeder benutzt ihn und meint doch oft was anderes. Ein Computer bzw. eine Soundkarte wird nicht unbedingt gebraucht, er erleichtert nur die Sache. Wir sprechen von einer ‚digitalen Betriebsart‘, wenn diese die zu übertragende Nachricht in digitaler Form sendet, wobei die Verwendung eines Alphabetes als digitale Darstellung des zu übertragenden Textes anzusehen ist.

### Hardware

Zum Senden und Empfangen von Text und Bildern bzw. Grafiken wird eine gewisse Grundausstattung vorausgesetzt.

1. ein SSB-Transceiver.
2. ein Computer für die Aufbereitung und Bearbeitung der Texte bzw. Bilder, ggf. auch zur Fernsteuerung des Transceivers.
3. ein TNC, Modem, DSP oder Konverter zum Umsetzen der Signale, die zum Sender gehen bzw. vom Empfänger kommen. Ersatzweise bietet sich die Soundkarte des Computers mit passendem Interface zur Pegel-Anpassung an.

<b>TNC</b> =	Terminal Node Controller
<b>Modem</b> =	Modulator/De-modulator
<b>DSP</b> =	Digital Signal Processor



## Kurzweile im Womo II

### Die Soundkarte

Das A und O für den Einsatz des Computers zur ‚Text- und Bildübertragung‘ ist die Soundkarte. Mit ihr werden sowohl die Signale von und zum Transceiver verarbeitet, als auch die Datenaufbereitung durchgeführt. Hier kommt es besonders auf eine extrem lineare Kennlinie, als auch auf einen möglichst hohen Dynamikbereich an. Leider kommt man nur sehr schwer an diese Kenndaten heran, also bleibt nur Ausprobieren übrig. Viele Hauptplatinen mit integriertem Sound-Chip weisen so schlechte Werte auf, dass sie für unsere Zwecke ungeeignet sind.

Von Vorteil sind USB-Soundkarten, Interfaces mit NF-Verarbeitung (MicroHAM, RigExpert etc.) oder man besitzt einen Transceiver mit USB-Eingang. Da ist gleich das 'Interface' mit eingebaut.

### Das Interface

Der Transceiver kann auf unterschiedliche Weise mit dem PC verbunden werden. Auf alle Fälle muss eine Zweiweg-Audioverbindung zwischen dem TRX und der Computer-Soundkarte hergestellt werden. außerdem soll der Sender vom Computer gesteuert werden können (PTT). Üblicherweise gibt es dafür fünf Möglichkeiten:

1. PTT-Steuerung über den DTR- oder RTS-Anschluss einer COM-Schnittstelle.  
Die gleiche Schnittstelle kann auch für die Kommunikation mit dem Transceiver (CAT Betrieb) benutzt werden.
2. Mit dem CAT-Befehlssatz des Transceivers über die serielle Schnittstelle (COM) ohne PTT-Schaltung.
3. die VOX des Transceivers. Sobald der Computer ein Audiosignal abgibt, wird auf Sendung geschaltet, bzw. wieder auf Empfang, wenn die Ausgabe aufhört.
4. manuelles umschalten des Transceivers .
5. Einsatz eines speziellen Interfaces, wie etwa das RigExpert TI-7

Viele neue Transceiver benötigen keine spezielle Schnittstelle, um ferngesteuert zu werden. Über die dort vorhandene USB-Buchse kann der Transceiver sowohl ferngesteuert, wie auch die NF ein- und ausgangsseitig verarbeitet werden kann. Man braucht tatsächlich zwischen Transceiver und Computer nur ein USB-Kabel.

### CAT (Computer Aided Tuning)

Da fast alle neueren Geräte, die in den letzten 20 bis 25 Jahren hergestellt wurden, fernsteuerbar sind, ist es eine logische Konsequenz, diese Geräte mit all ihren vielfältigen Möglichkeiten in die Software zu integrieren.

CAT (Computer Aided Tuning) heißt das Zauberwort. Jede Firma verfolgt ihr eigenes Konzept und selbst innerhalb einer Modellpalette sind die Geräte teilweise mit unterschiedlichen Schnittstellen ausgestattet. Sie unterscheiden sich manchmal wesentlich





## Kurzweile im Womo II

im Befehlssatz und/oder deren Interpretation.

Mit dieser Fernsteuerung (PTT ist selbstverständlich) wird im wesentlichen die Frequenzabstimmung bzw. Bandwahl durchgeführt und eventuell auch noch Betriebsart (SSB, AM, FM bzw. CW) und Seitenband festgelegt bzw. vom Programm ausgelesen.

### PTT und Daten

**Einsatz von VOX:** Dies ist die einfachste Methode, um schnell mit einer automatischen S/E-Umschaltung QRV zu werden.

Der NF-Ausgang des Transceivers (z.B. Kopfhörer- oder Daten(AUX)-Buchse) wird an die LINE-IN- oder MIC-Buchse der PC-Soundkarte angeschlossen. Das zu sendende Signal gelangt vom Ausgang der Computer-Soundkarte (entweder die Lautsprecher- oder LINE-OUT-Buchse) zum NF-Eingang des Transceivers (entweder Mikrofon- oder Daten (AUX)-Eingang).

Ansonsten muss die PTT (bzw. auch CW und/oder RTTY) über Schalttransistoren gesteuert werden (siehe dazu das Simple-Interface im Anhang des [Teils 1](#)). Zusätzlich wird noch ein USB-COM-Wandler benötigt, da die heute im Wohnmobil zur Verfügung stehenden Computer über keine COM-Schnittstelle mehr verfügen.

#### Anmerkung:

Alle Interfaces sind wegen ihrer relativ langen Zuleitungen viel empfindlicher gegen HF-Einkopplungen als gegen NF-Brummen. Ein 50-Hz-Brumm spielt – entgegen der hartnäckig vertretenen Meinung von Leuten die es selbst nicht getestet haben – in der Praxis *keine* Rolle, da er über 30 Oktaven neben dem Nutzsignal liegt.

Es ist jedoch nicht ein einziger Fall bekannt, bei dem sich HF-Einstreuungen durch Optokoppler oder NF-Übertrager beseitigen ließen!








### Software

Grundsätzlich gibt es für jeden Modus Programme, die speziell auf ihn zugeschnitten sind und so eine optimale Betriebstechnik ermöglichen. In der Regel unterstützen diese Programme auch unterschiedliche Einstellungen, viele Abarten und ggf. noch verwandte Modi. Um mehrere Programme nebeneinander betreiben zu können, ist ein erhöhter Hardware-Aufwand notwendig. So setzen sich immer mehr ‚Multifunktions‘- bzw. ‚Multimode‘ Programme durch.

Im folgenden ist eine Übersicht über solche *Multimode*-Programme zu sehen. Single-Mode Programme wurden von vornherein ausgeklammert, zumal beispielsweise MixW mehr SSTV-Modi beherrscht als die meisten reinen SSTV-Programme.



## Kurzweile im Womo II

Sprache	Programm	Beschreibung	Preis
	<b>MixW</b>	PSK 31-250, QPSK 31-250 , FSK 31-250 , SSTV, Fax. Pactor 1, MFSK, MT63, Olivia, RTTY, Throb, Contestia, RTTYM; Hellschreiber, Feld-Hell, Packet, TCP/IP über AX.25 LOG, CAT, Call lookup, Telnet, Google Earth, DX-Atlas, Callbook, QSL-Print ....	ab 46,50 €
	<b>HamRadioDeluxe (HRD)</b>	PSK, QPSK, CQ, MCW, MFSK, MT63, Olivia, RTTY, Throb, LOG, CAT, Call lookup, Google Earth	\$ 99,95
	<b>Multi PSK</b>	PSK und Olivia	-
	<b>MM VARI</b>	RTTY, PSK, MFSK, GMSK	-
	<b>HamScope</b>	PSK31, RTTY, ASCII, MFSK, CW, Packet	-
	<b>Airlink Express</b>	PSK, MFSK, RTTY	-
	<b>Fldigi</b>	CW, Hell, MFSK, MT63, PSK, Olivia, Domino (Windows und Linux)	-

An sich ist es vollkommen gleichgültig, welche Software man verwendet. Die Programme sind alle bei gleicher Betriebsart kompatibel.

Die im folgenden gezeigten Beispiele beziehen sich meist auf das Programm *MixW*, da es momentan das einzige ist, das auch eine deutsche Oberfläche hat.

Die Darstellungen und Erläuterungen gelten für andere Programme sinngemäß, sofern das zur Verfügung stehende Programm die gezeigte Betriebsart beherrscht.

## Funkferschreiben ohne Redundanz

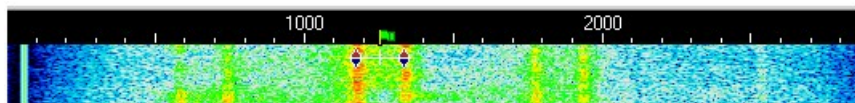
### Der Klassiker RTTY

**Modulation:** FSK (Frequenzumtastung)

**Standart-Betrieb:** 45,45 Bd, **Shift** 170 Hz (evtl. auch andere)

**Code:** CCITT Nr. 2 (oft auch Baudot-Code genannt)

Darstellung im Wasserfall:





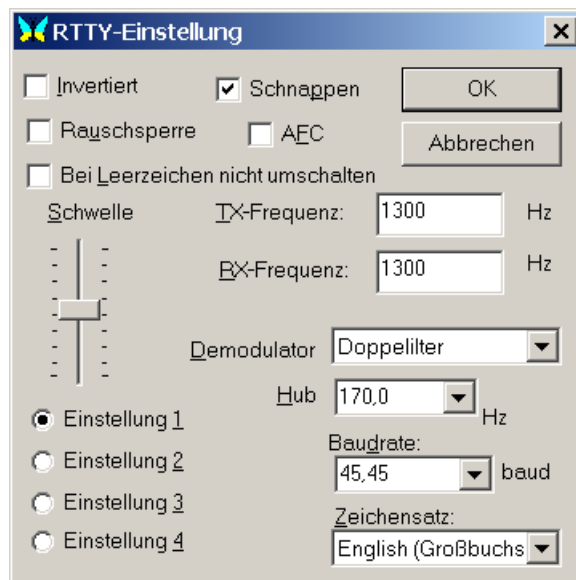
## Kurzweile im Womo II

Hier sind drei unterschiedliche RTTY-QSOs, zu sehen, die man mit einem einfachen Maus-Klick im ungefähr 3 kHz breitem Spektrum mitschreiben könnten. Das starke in der Mitte ist gerade ausgewählt und wird den besten Druck liefern. Die anderen sind wahrscheinlich zu schwach für eine einwandfreie Mitschrift.

### Anmerkung

RTTY verwendet einen eingeschränkten Zeichensatz, der nur aus Versalien (Großbuchstaben) und Ziffern bzw. Zeichen besteht. MixW und andere wandeln automatisch Kleinbuchstaben in Versalien um. Zu beachten ist auch, dass zwar nicht alle, aber doch die meisten Interpunktionszeichen unterstützt werden.

Folgende Zeichen sind möglich: - () \$! "': .



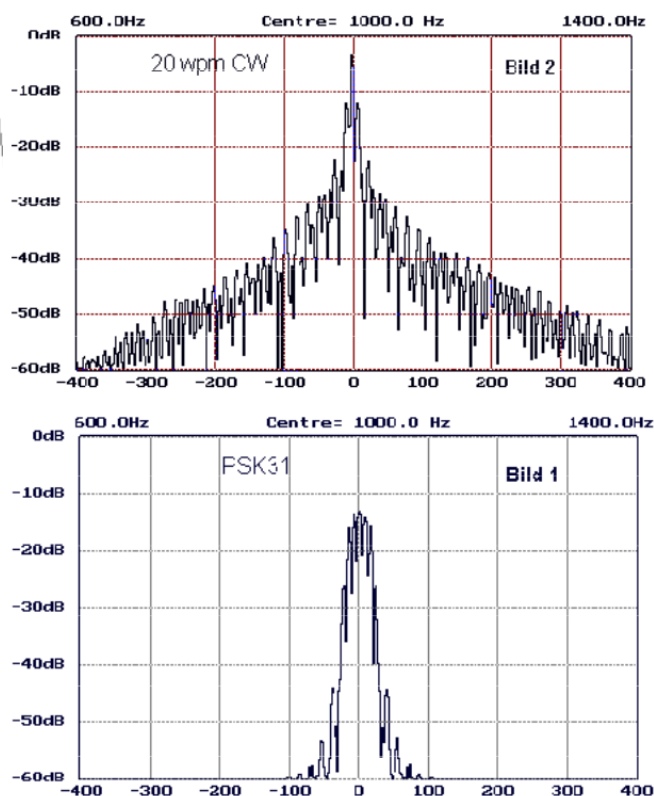
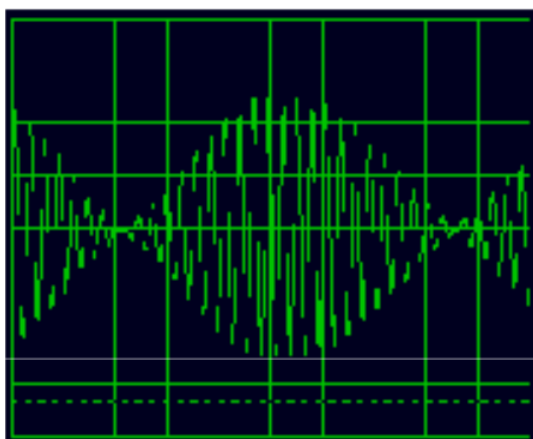
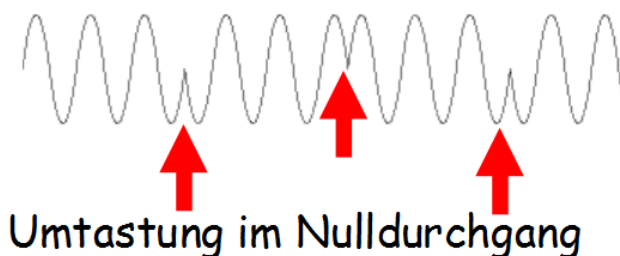
*RTTY-Einstellung in MixW*

## BPSK

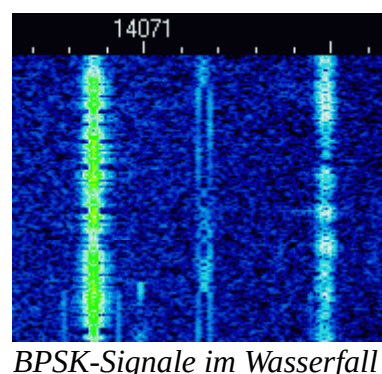
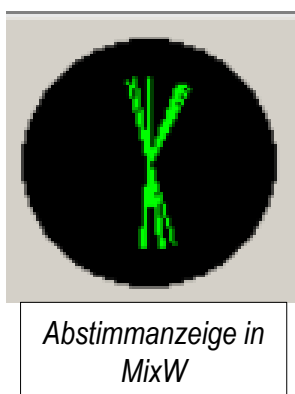
Basierend auf einer Idee von SP9VRC aus dem Jahre 1997 entwickelte Peter Martinez, eine neue Amateurfunk-Betriebsart. Anstelle der in RTTY üblichen Frequenzumtastung (FSK) benutzt er Phasenumtastung (PSK). Um aber die Bandbreite so schmal wie möglich zu halten, werden alle Oberwellen unterdrückt und nur die ausgefilterte Grundwelle verarbeitet.

Die Methode bekam den Namen PSK31, da sowohl die Bandbreite ca. 31 Hz als auch die Übertragungsgeschwindigkeit etwa 31 Baud beträgt; genau genommen BPSK31. BPSK heißt „Binary Phase Shift Keying“

### BPSK31 im Schaubild



BPSK31 Signal im Vergleich mit einem CW-Signal

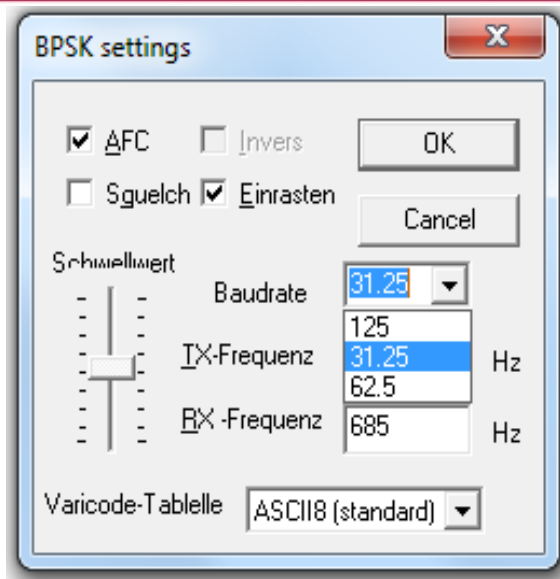


Inzwischen gibt es viele Stationen, die nicht nur in BPSK 31 arbeiten, sondern sogar BPSK63, BPSK125 oder gar BPSK250.

In MixW kann man alle diese Arten mithilfe von Parametern einstellen. Auch Zwischenwerte sind machbar, aber mangels Gegenstationen nicht sinnvoll:



## Kurzweile im Womo II



Da der mit Abstand meiste Funkbetrieb in BPSK durchgeführt wird, hier die entsprechenden Frequenzen:

160m	=	1,838 MHz
80m	=	3,580 MHz
40m	=	7,040 MHz
30m	=	10,140 MHz
20m	=	14,070 MHz
17m	=	18,100 MHz
15m	=	21,070 MHz
12m	=	24,920 MHz
10m	=	29,170 MHz
6m	=	50,250 MHz

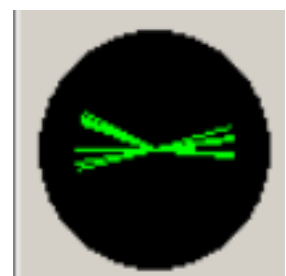
**ACHTUNG! Immer USB!**

**Von BPSK63-, BPSK125- oder BPSK250-Stationen wird meist das höherfrequente Ende des jeweiligen Bereichs verwendet.**

## FSK31

FSK31 ist ebenfalls eine PSK-Betriebsart, aber statt 0° und 180° verwendet sie die Phasenlagen 90° und 270°.

Der wesentliche Vorteil von FSK31 ist seine hohe Übersteuerungsfestigkeit.







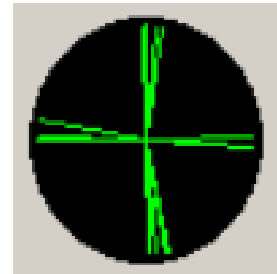
### QPSK31

QPSK31 heißt „Quadratur Phase Shift Keying“.

Das Verfahren ist mit BPSK31 identisch es wird aber zwischen 4 Phasenlagen (0, 90, 180 und 270 Grad) umgetastet .

*Nachteile:*

- Höherer Bandbreitenbedarf ca. 60 Hz
- Noch höhere Empfindlichkeit gegenüber Phasenstörungen



Abstimmmanzeige in  
MixW

**Bei BPSK31 spielt die Seitenband-Einstellung keine Rolle, bei QPSK31 dagegen schon!**

### THROB

Throb ist eine Mehrton-Frequenzumtastungs-Modulation (MFSK). Es benutzt eine Palette aus 9 Tönen im Abstand von 8 bzw. 16 Hz, was eine Bandbreite von 72 bzw. von 144Hz ergibt. Diese 9 Töne ergeben einzeln und als Tonpaare genügende Permutationen, um einen bescheidenen Zeichensatz zu kodieren, der in einem einzelnen Tonimpuls gesendet wird. Die Töne werden als geformter Impuls mit dem führenden und abfallenden Viertel einer Kosinusfunktion gesendet.

*Vorteile:*

- Hohe Unterdrückung von Impuls- und Breitbandstörungen wegen kleiner Empfangsbandbreite
- Niedrige Baudrate bewirkt hohe Empfindlichkeit und Unterdrückung von Mehrwegausbreitung
- Konstante Sendeleistung, immer 100%
- Toleranz gegenüber Ionosphären-Effekten wie Doppler, Fading und Mehrwegausbreitung
- Für UKW-Ausbreitung bestens geeignet

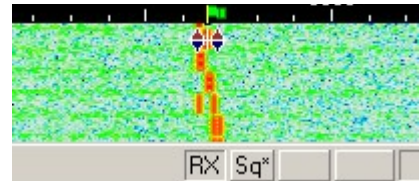
*Nachteile:*

- Hohe Anforderungen an die Frequenzkonstanz, maximal +/- 5 Hz
- Gute Abstimmindikatoren und eine AFC bei niedrigeren Geschwindigkeiten nötig
- Benötigt mehr Bandbreite (ca. 2x) für einen gegebenen Text im Vergleich zu PSK-Systemen



## Kurzweile im Womo II

So sieht ein THROB-Signal (1 Throb/Sek) im Wasserfall aus:

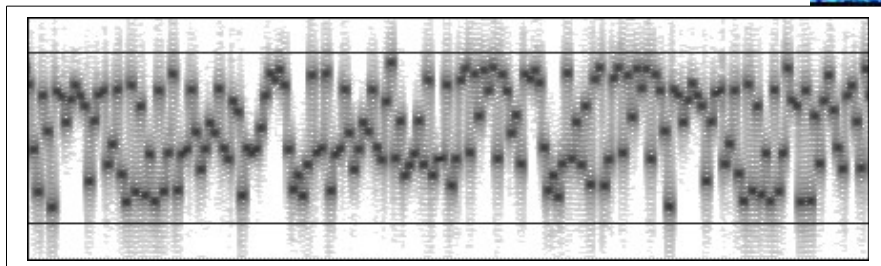
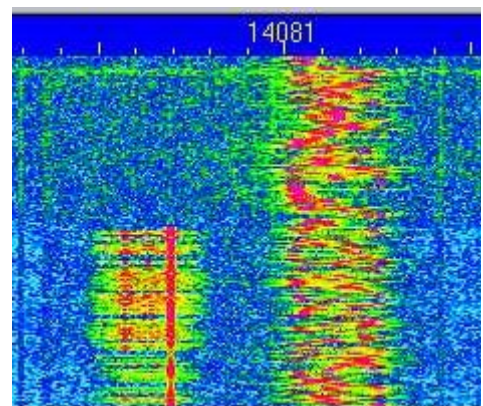


## Funkferschreiben mit FEC

### MFSK16

MFSK heißt Multi-Frequency-Shift-Keying (Multifrequenzumtastung).

MFSK sendet digitale Daten unter Verwendung von Mehrfachtönen. Die Zweitontechnik von RTTY wird auf mehrere Töne erweitert, wobei nicht immer aber meistens nur ein Ton zur gleichen Zeit gesendet wird



Die Übertragung läuft mit 62,5 bps (etwa 80 Worte/Minute (!)) und belegt 316 Hz Bandbreite. Die zwei schwarzen horizontalen Linien liegen bei 1000 Hz und 1300 Hz und die horizontale Skala geht über etwa 20 Sekunden. In dieser kurzen Sendung werden 120 Zeichen übertragen. MFSK16 arbeitet mit FEC (Vorwärts-Fehlerkorrektur), so dass die Nettorate bei 42 WPM (31,25 bps) liegt.

### MT63

**Modulation:** DBPSK (differential bipolar phase shift keying)

**Modulationrate:** 10 baud / Ton

**Datenrate:** 640 bps.

**Datensatz:** 7-bit ASCII

**Encodierung** durch Walsh-Funktionen.

MT63 ist ein Multi-Ton-Mode mit 64 Tönen von denen 63 zur Datenübertragung

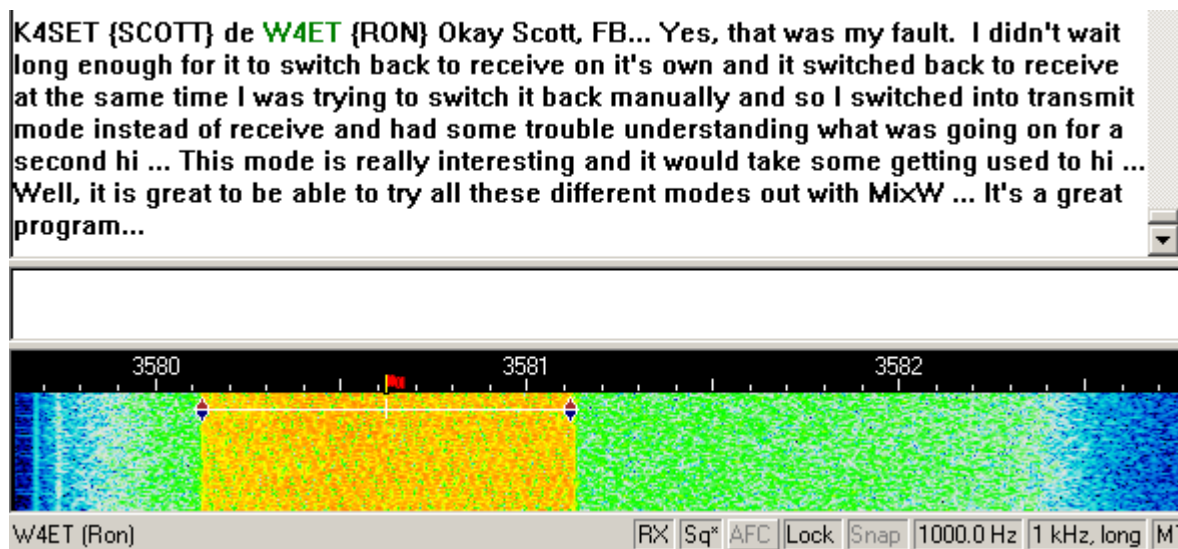


## Kurzweile im Womo II

verwendet werden. Die Idee dazu stammt wie bei einigen anderen Betriebsarten von Pawel Jalocha, SP9VRC, der auch einen Teil des Quellcodes für dieses Programm zur Verfügung stellte.

### Empfang von MT63:

Stimmen Sie den Transceiver so ab, dass die Diamant-Cursoren symmetrisch zum MT63-Signal im Wasserfall stehen (MixW):



Der Text erscheint – *aber erst nach mehreren Sekunden (!!)* - im RX-Fenster. Ist das Signal deutlich breiter oder schmäler als die Cursoren, muss die Bandbreiteneinstellung unter **Betriebsart | Betriebsart Einstellungen** entsprechend korrigiert werden.

## OLIVIA

Pawel Jalocha SP9VRC, als geistiger Vater von PSK31 und MT63 bekannt, publizierte im Dezember eine neue Betriebsart. Sie ist im Wesentlichen ein auf Walsh-Funktionen basierender MFSK-Modus (Multitone-Frequency-Shift-Keying) mit einem FEC-Kode (Forward Error Correcting). Pawel gab dieser neuen Betriebsart den Namen seiner Tochter Olivia.

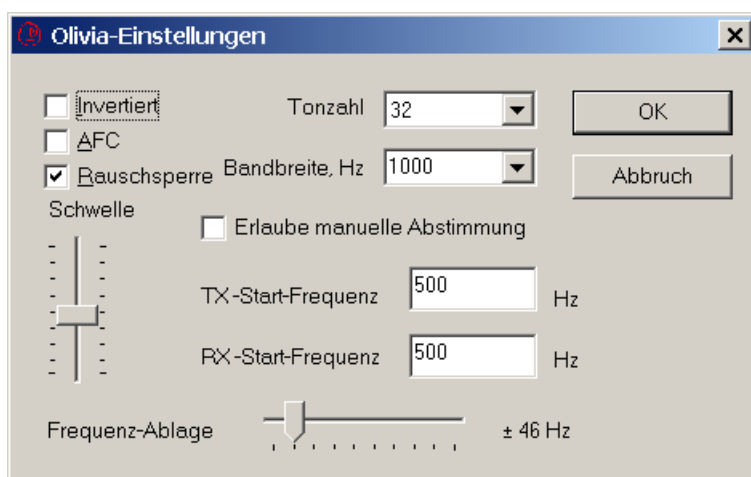
### Betriebs-Parameter

Gegenüber der Originalversion kennt MixW nur die drei wesentlichen Betriebsparameter: '**Tonzahl**', '**Bandbreite, Hz**' und '**Frequenz-Ablage**'.



## Kurzweile im Womo II

Die ersten beiden Parameter definieren die Betriebsart und alle an einem QSO teilnehmenden Stationen müssen identischen Werten gesetzt haben, da sonst der Dekodierer das Signal nicht erkennt.



Um optimale Ergebnisse zu erzielen, sollten zumindest bei schwachen und gestörten Signalen die Kästchen AFC und **Erlaube manuelle Abstimmung** deaktiviert werden. Arbeitet man mit AFC, so 'rennt' man der Partnerstation hinterher. **TX-** und **RX-Startfrequenzen** ändern sich laufend und man driftet evtl. von der ursprünglichen Frequenz. Wichtig ist, dass man tatsächlich

die Kanäle (hier arbeitet man in der Tat mit Kanälen z. B. 14.105,50//14.106,50 etc.) einhält. Aufgrund der Bandbreite von Olivia (1000 Hz) ist man sonst sehr schnell in einem Nachbar-QSO!

### Contestia und RttyM

... sind Entwicklungen aus OLIVIA von Nick, UT2UZ (dem Entwickler von Mix und MixW), um die Störanfälligkeit noch weiter zu erhöhen. Sie wurden in MixW integriert.

Da sich die Signale weder optisch noch akustisch wesentlich von Olivia unterscheiden, ist es u. U. schwierig, sie zu erkennen. In der Regel erfolgt der Einsatz dieser Modi nur nach Absprache mit der Gegenstation.



# Funkferschreiben mit ARQ

## AMTOR

Ende der 70er machte Peter Martinez, G3PLX, etliche Änderungen im SITOR-Protokoll, damit es für den Amateurfunkbetrieb verwendbar wurde und taufte es AMTOR. AMTOR ist eine spezielle Form von RTTY. Die Abkürzung kommt von **AM**ateur **T**eleprinting **O**ver **R**adio.

AMTOR verbessert RTTY durch Einbau einer Fehlererkennung. Das System blieb relativ unkompliziert, arbeitet aber selbst noch unter schlechten Bedingungen. Es gibt zwei Modi, die bei AMTOR verwendet werden: ARQ und FEC.

**ARQ:** Dieser Modus ist ein synchrones Protokoll, beide Stationen sind über Ihre Signale in einem festen Zeitrahmen synchronisiert.

**FEC:** Im FEC-Modus (Forward Error Correcting = Vorwärtsfehlerkorrektur[s. weiter vorn]) – auch Mode B genannt – werden alle Zeichen doppelt und verschachtelt gesendet. Dieser Modus ist für Rundsprüche gedacht, die empfangende Station gibt keine Quittung.

## PACTOR

PACTOR wurde speziell für die Arbeit in gestörten und fluktuierenden Kanälen als halbduplexes ARQ-System entworfen, das die Zuverlässigkeit von PACKET mit der festen Paketlänge von AMTOR kombiniert.

**ACHTUNG! PACTOR ist nicht mit der Soundkarte betreibbar.**

Die Betriebsart Pactor ist rechtlich geschützt. Lizenzen werden nicht vergeben. Nur der Empfang von PACTOR 1 ist z. B. in MixW über die Soundkarte möglich.

## Packet-Radio

*Geschichte:* Packet-Radio wurde auf den VHF-Bändern zuerst am 31. Mai 1978 in Montreal, Kanada gesehen. Danach entwickelte die *Vancouver Amateur Digital Communication Group* (VADCG) den ersten Terminal Node Controller (TNC). Der Umstieg vom TNC zur Soundkarte könnte eine weitere Revolution auslösen. Mit MixW haben die meisten Amateure ein Werkzeug, um in Packet über eine Soundkarte QRV zu werden. Auf KW ist Packet kaum noch verbreitet. Auch DIGIs sind auf Kurzweile nicht üblich.



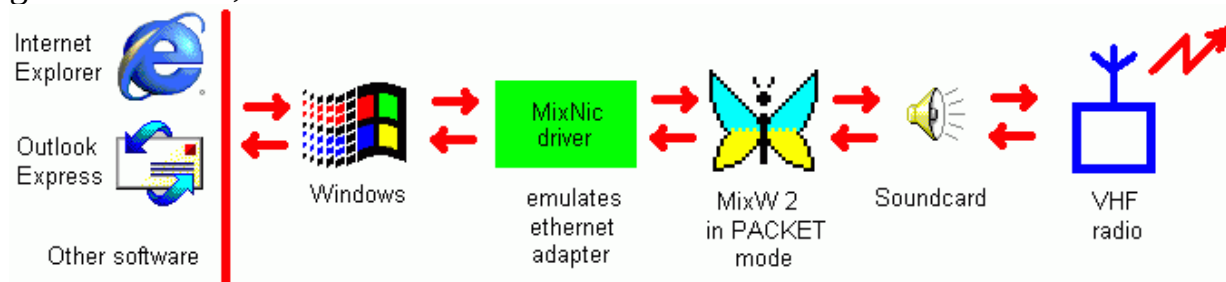


## Kurzweile im Womo II

### TCP/IP über AX.25

MixW 2 unterstützt TCP/IP über AX.25 (Datagramm Mode). Das bedeutet, dass auch Windows-Standardsoftware (z. B. Firefox, Outlook usw.) genutzt werden kann, um mit anderen TCP/IP-Systemen (UNIX/Linux, AGW Packet Engine, Flexnet, MixW) über Packet Radio zu arbeiten.

Die Soundarten Abtastrate muss dazu auf 22050 für 4800 und 9600-baud Packet gesetzt werden; bei 19200-baud Packet auf 44100.



### Bildgebende Betriebsarten

#### Faksimile (Fax)

Fax oder das ursprüngliche Wort Faksimile bedeutet so viel wie „mache ähnlich“. Fax ist im Gegensatz zu SSTV keine Entwicklung aus dem Amateurfunk.

Ein (drahtgebundenes) Faxgerät kennt heute jeder. Da bei diesen Geräten das Papier meist über eine Trommel (Walze) zur Bilderfassung läuft, wird auch bei Funk-Fax von *Trommelumdrehungen* gesprochen. In MixW ist das die Einstellung „LPM“. Für Wetterfax ist hier z. B. meist die Einstellung 120 nötig. Ein weiterer Unterschied zwischen den einzelnen Faxesendungen ist die Anzahl der Bildpunkte pro Zeile. Fax ist die Betriebsart mit der auch Wetterkarten gesendet werden. Schließlich ist die *Modulationsart* – FM oder AM – ein weiteres Unterscheidungsmerkmal der Faxesendungen.

Im Kurzwellenbereich wird in der Regel mit FM (Frequenzmodulation) gearbeitet; bei Satelliten herrscht AM (Amplitudenmodulation) vor.

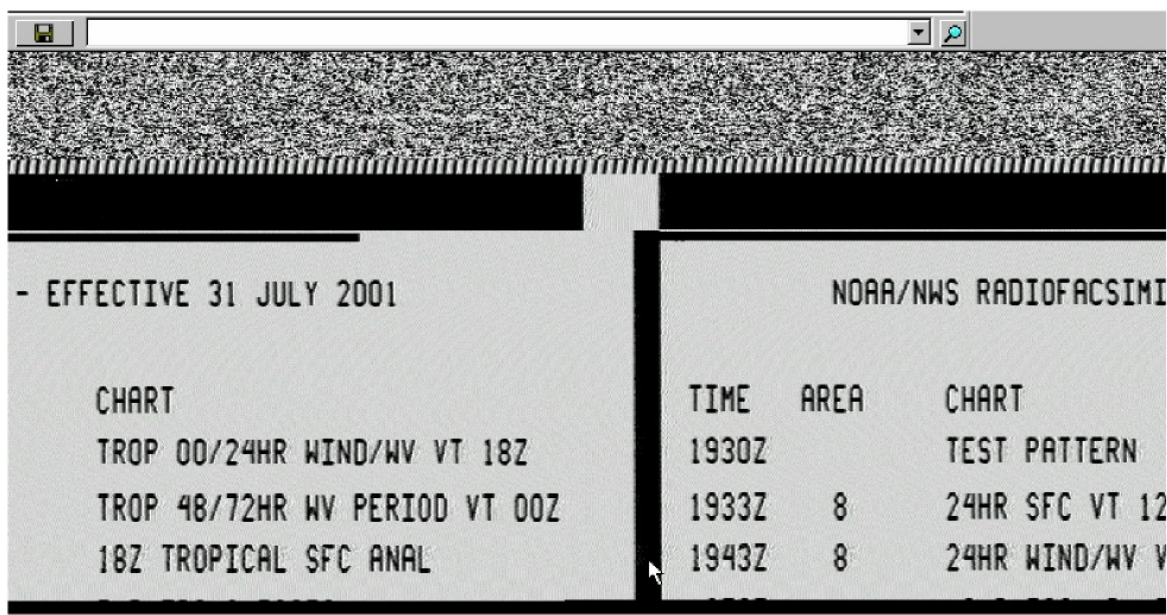
Sowohl bei empfangenen Fax- als auch SSTV-Bildern wird in den meisten Fällen eine Schräglauferkorrektur (Slant) notwendig sein. Ursache sind Toleranzen zwischen den Soundkarten. Sie wurden schließlich nicht für Bildempfang entwickelt!

Die meisten Wetter-FAX-Stationen arbeiten mit 120 LPM lines/min (lines/min - Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel), dieser Wert muss aber mitunter korrigiert werden, um Abweichungen Ihres PC-Takts zu kompensieren. Gehen Sie



## Kurzweile im Womo II

über **Betriebsart | FAX zu Betriebsart | Betriebsart Einstellungen** oder klicken Sie auf das FAX-Feld im Statusbalken. Jetzt können Sie den Wert für LpM (Linien/min) eingeben.



Beachten Sie, dass das obige Bild nicht genau abgestimmt ist.

Der linke Bildrand liegt in der Mitte. Wollen Sie ein falsch abgestimmtes Bild korrigieren, klicken Sie auf eine vertikale Linie im Bild, die die linke Bildbegrenzung abgeben soll (siehe Mauszeiger im oberen Bild). MixW gleicht dann das Bild neu ab und gibt es wie gewünscht wieder.

## SSTV

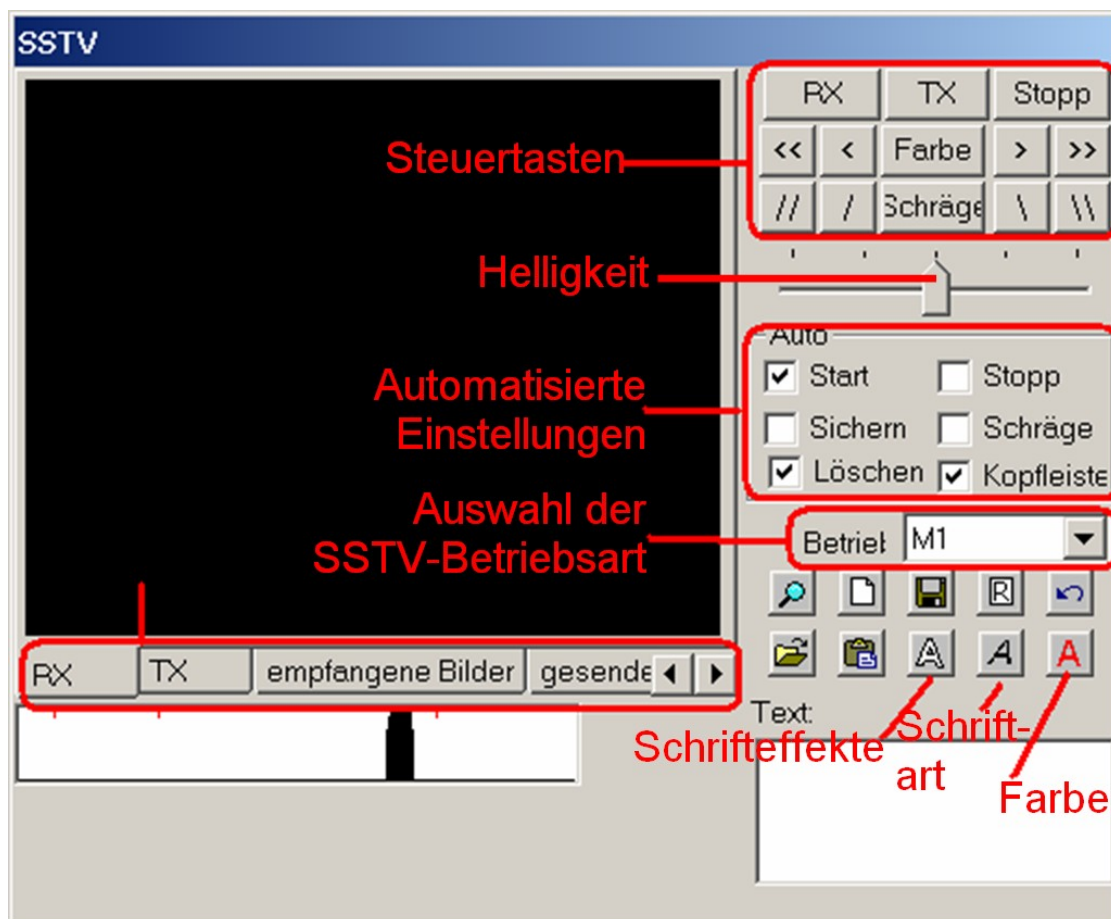
SSTV ist wie Faksimile eine Methode, eine Vorlage Zeile für Zeile zu übertragen.

SSTV-Bilder werden in verschiedenen Formaten gesendet. Ein einfaches Schwarz-Weiß-Bild kann in 8,5 Sekunden übertragen werden. Gute Farbbilder dauern eine bis drei Minuten. Exzellente Farbbilder können in vier Minuten verschickt werden. Bilder mit 640 x 480 Punkten und einer 24-Bit-Farbtiefe benötigen immerhin 17 Millionen Bit für ein True-color-Bild. Die mit Scottie-1 oder Martin-1 gesendeten Bilder haben eine erstaunliche Qualität. Inzwischen gibt es an die fünfzig verschiedene von unterschiedlichen Programmierern geschaffene Formate.

SSTV ist schneller als FAX aber deutlich langsamer als normales Fernsehen. Sie können längere Formate wie Scottie-DX oder WRAASE-180 mit 4...5 Minuten verwenden und schöne Bilder selbst unter schlechten Bedingungen empfangen.

Der SSTV-Bereich von MixW ist als Werkzeug für die OMs gedacht, die Zeit sparen und nicht immer in ein aufwendigeres SSTV-Programm umschalten wollen.

Wählen Sie **SSTV** vom Betriebsart-Menü:



Die Steuertasten haben folgende Funktionen:

- **RX** startet den Bildempfang im gewählten Modus
- **TX** startet die Aussendung des im TX-Fenster bereitgestellten Bildes im gewählten Modus
- **Stop** hält RX und TX an
- **COLOR** (Farbe) schaltet die Farbgregister durch und die Tasten [**<<**], [**<**], [**>**], [**>>**] korrigieren die horizontale Lage des Bildes
- Der Schräglauf (*Slant*) kann mit der Taste **Schräge** über alles und mit den Tasten [**]**, [**]**, [**/**], [**/**] schrittweise korrigiert werden

Sie können auch Text in das TX-Fenster einfügen:

Wählen Sie die Textfarbe und den Zeichensatz und geben Sie den Text in das Textfenster ein. Setzen mit gedrückter linker Maustaste den Text in das TX-Fenster:



## Kurzweile im Womo II



## Hellschreiber

### Feld-Hell

Das Verfahren „**Hellschreiber**“ wurde 1929 patentiert und nach seinem Erfinder RUDOLF HELL benannt. Feld-Hell wird immer noch im Originalformat verwendet.

Der Begriff „Feld-Hell“ stammt aus der Zeit des 2. Weltkrieges. Er dient der Unterscheidung gegenüber anderen Hellschreiber-Varianten.

Die einzelnen Teile jeden Zeichens werden so nacheinander gesandt. Jedes Zeichen, einschließlich dem Platz davor, danach, darüber und darunter, ist durch eine 7x7-Punktematrix definiert. Jeder Punkt wird in einer strengen Zeitfolge übertragen, wobei ein Trägers oder ein Subträger getestet wird. Jedes Zeichen dauert 400ms, damit wird ein Durchsatz von 2½ Zeichen pro Sekunde bzw. 25 WPM erreicht.





## Kurzweile im Womo II

### PSK- und FM-Hell

Während es Hellschreiber bis heute seit fast 80 Jahre im Prinzip so gut wie unverändert gibt, wurden zwischenzeitlich ein paar neue Ideen von Murray ZL1BPU und Nino IZ8BLY realisiert – PSK-Hell und daraus abgeleitet FM-Hell.

Wie schon der Name verrät, sind die Daten bei PSK-Hell in der Trägerphase und bei FM-Hell in der Trägerfrequenz codiert. Bei dieser Übertragungsart wird ebenfalls jedes Zeichen als eine Serie von Punkten einer Matrizze aus 42 Punkten (sechs Punkten in sieben Spalten) gesendet, gegenüber Feld-Hell mit  $7 \text{ mal } 7 = 49$  Punkten. Durch diese Reduzierung von einem Punkt pro Spalte kommt man auf eine geringere Baudrate (105 Baud) bei gleicher Kolonnenrate von 17,5 Spalten/sek. Die Textgeschwindigkeit entspricht der von Feld-Hell ( $122,5 \text{ mal } 6/7 = 105$ ).

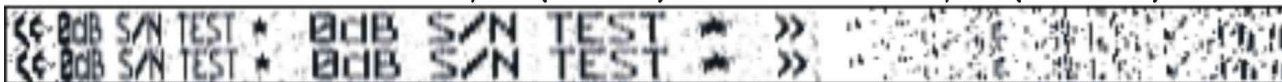
Die **Vorteile von FM-Hell** sind:

- ◆ die Übertragung ist schmaler als PSK-Hell und Feld-Hell
- ◆ volle Zeichenauflösung wird unterstützt. Windows-Zeichensätze sind nicht breiter als Hellschreiber-Zeichensätze
- ◆ keine aufwendige Zweiseitenband-Modulation ist erforderlich
- ◆ da das Signal eine konstante Amplitude hat, ist kein linearer Sender notwendig
- ◆ DX-Signale erscheint weniger verschwommen als bei PSK- oder Feld-Hell

Aber der größte Vorteil von PSK- und FM-Hell ist die Empfindlichkeit. Der Rauschabstand gegenüber Feld-Hell liegt wahrscheinlich in der Größenordnung von 6 ... 8 dB.



PSK-Hell: 0 dB S/N (links) und -12 dB S/N (rechts)



Feld-Hell: 0 dB S/N (links) und -12 dB S/N (rechts)

Es gibt noch weitere Hell-Varianten, wie

C/MT-Hell, S/MT-Hell  
Concurrent MT-Hell  
Sequential MT-Hell





## Kurzweile im Womo II

### Funkbetrieb

Auf Seite 6 wurden schon einige Aussagen zum Ablauf eines QSOs getroffen. Der Funkbetrieb unterscheidet sich einerseits kaum von dem anderen textbasierenden Betriebsarten wie CW oder RTTY. Gegenüber CW wird allerdings viel mehr mit Klartext – in der Regel Englisch – gearbeitet.

Besonders bei höheren Tempi wie z. B. BPSK63 und BPSK125 können die meisten OMs nicht schnell genug schreiben. Hier kommen heute fast immer Makros zum Einsatz. Sie sind Fluch und Segen zugleich. Machen sie doch einerseits den Funkbetrieb bei den hohen Übertragungsraten erst möglich. Manche OMs „spulen“ aber einfach ihre Makros ab, ohne wirklich zu lesen, was die Gegenstation geschrieben hat.

**Typisches „Digital“-QSO, hier im superschnellen BPSK125:**

...CQ CQ de A45XR A45XR A45XR pse k

A45XR de DL3AYJ/M A45XR de DL3AYJ/M Pse K

DL3AYJ/M de A45XR  
TNX for coming back to my call  
ur RST 599 599<sup>\*)</sup>  
name is Chris Chris  
QTH Muscat Muscat  
Loc LL93do  
BTU  
DL3AYJ/M de A45XR

A45XR de DL3AYJ/M  
Tnx for Call Chris!  
RSQ: 599 599<sup>\*)</sup>  
Op: Rudolf Rudolf (62 y.)  
mobile QTH: Hornbach Hornbach  
Locator: JN39QE JN39QE  
WX: Rain / 17°C  
BTU A45XR de DL3AYJ/M Pse K

DL3AYJ/M de A45XR  
Thanks for nice QSO Rudolf  
vy 73 from Oman  
DL3AYJ/M de A45XR sk

A45XR de DL3AYJ/M  
Mny tnx for infos and FB BPSK125 QSO  
Best 73, gd luck and gd DX dr Chris





## Kurzweile im Womo II

A45XR de DL3AYJ/M

Bye Bye Chris 73 from Hornbach AR SK

\*) Leider ist es üblich, wie im Contest einfach 599 zu geben

### Was sind Makros?

MixW und andere nutzen die Möglichkeit, einen frei definierbaren Text in den Funktionstasten der Tastatur zu hinterlegen. Die Belegung bei MixW ist in vier Ebenen möglich. Außer der Grundebene stehen noch die Ebenen mit **Shift** (Umschalttaste), **Ctrl** (Strg-Taste) und der Kombination beider **Shift** + **Ctrl** zur Verfügung. Im MixW-Fenster gibt es 12 korrespondierende Schaltflächen, so genannte 'Radio Buttons', die den Funktionstasten F1... F12 zugeordnet sind. Ein Anklicken dieser Buttons löst die gleiche Funktion wie das Drücken einer Taste aus.

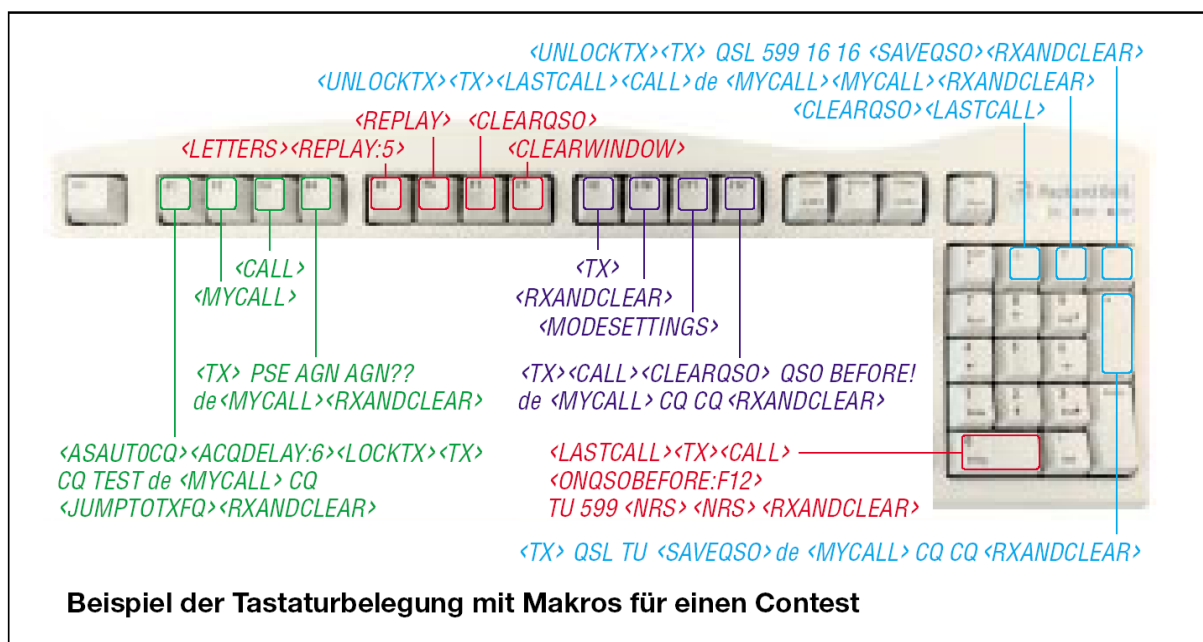
Hier die Belegung meiner **F2**-Taste:

```
<TX> (hier wird der TX eingeschaltet)
<CALL> de <MYCALL> <CALL> de <MYCALL> Pse K (selbsterklärend)
<RXANDCLEAR> (Umschalten auf Empfang und Löschen des Puffers)
```

Ab Version 3.2. von MixW kann die Tastenbelegung der Funktionstasten wahlweise einzellig, d.h. nur die Belegung der F-Tasten in der Grundebene oder aller **vier** Ebenen gleichzeitig dargestellt werden.



Was machbar ist, zeigt das folgende Bild:



Alles in spitzen Klammern sind Makros

### **Selbstverständlich bieten andere Programme in unterschiedlichem Maße auch die Möglichkeit von Makros.**

Eine Besonderheit von MixW besteht u. a. darin, dass Makros Makros aufrufen können. Eine weitere Besonderheit sind *Sprachabhängige Makros*. Damit ist es möglich, ein und die selbe Makrotaste mit unterschiedlichen Sprachen zu belegen, die anhand des Calls automatisch ausgewählt werden.

Man kann sogar Ausnahmen in der Datei **lang.ini** editieren, die die sprachabhängigen Makros steuert, wenn man z. B. weiß, dass ein ausländischer OM Deutscher ist: **HS0ZBS=GER**

HS0ZBS wird dann automatisch auf Deutsch und nicht wie andere Thailändische Stationen auf Englisch begrüßt.

## Email über Kurzweile

In den folgenden Ausführungen wird nur auf die Möglichkeiten eingegangen, die über eine Soundkarte wie eingangs erwähnt möglich sind. Das sind im Wesentlichen TCP/IP über AX.25 Protokoll, PSKmail und WinLink 2000 mit Winmor.



## Kurzwele im Womo II

### TCPIP über AX25

Hier ein Auszug aus „Datenfunk mit AX25 und Wavelan“, Chemnitz 2002:

„Um TCPIP-Pakete über das Paket-Radio-Netz übertragen zu können, muß man eine AX25-Route für das Ziel angeben. Dies macht man mit dem Befehl `“axparms -route add {AX25-Port} {Ziel-Rufzeichen} {via Digipeater-Rufzeichen} -ipmode V”`. Im Beispiel in Abbildung 6, müßte DL9AA angeben: `“axparms -route add sp0 DG4XXX DB0CHZ DB0SZB -ipmode V”` und DG4XXX müßte `“axparms -route add sp0 DL9AA DB0SZB DB0CHZ -ipmode V”` eintragen. DB0ZWI kann ausgelassen werden, da es das Flexnet automatisch routet, wenn der Ziel-Digipeater bekannt ist. ...“

Der Artikel stammt aus einer Zeit, als Packet noch intensiv betrieben wurde. Um Email zu nutzen, ist heute kaum jemand auf Packet abgewiesen. Das GSM-Netz ist viel dichter als das von Packet-Radio und auch die Preise dafür sind moderat. Packet über Kurzwele und AX.25 wird sowieso mangels einer Gegenstation scheitern.

Email über Kurzwele macht nur Sinn, wenn man sich außerhalb einer entsprechenden Infrastruktur befindet: Auf See (Wohnmobil?) oder an abgelegenen Orten.

### PSKmail

ist eine interessante Anwendung von BPSK und ARQ (s. weiter vorn). Zu Beginn wurde nur Email Verkehr verarbeitet. Anfangs wurde nur PSK63 verwendet. Kurz darauf wurden mehr Dienste hinzugefügt, web browsing war eines davon. Eine der wichtigsten Neuerungen war APRS.

Fldigi - eine Multimodeprogramm, das u. a. auf Windows und Linux läuft - wurde in das Projekt integriert und PSK125 war der Betriebsmodus der Wahl für eine lange Zeit. Das Bedürfnis nach noch schnelleren Betriebsmodi ergab einen Schritt hin zu PSK250. PSKmail läuft an verschiedenen Plattformen, wie [Linux \(Puppy, Ubuntu, Raspbian\) und Windows](#). Die Linux-Plattform ist deutlich breiter.

Eine ausführliche Beschreibung von PSKmail findet man hier:

<http://www.yachttrack.org/pskmail/index.php?download=jpskmail%20handbuch%2030.8.9.pdf>

### WinLink 2000 mit Winmor

WinLink, WinLink 2000 oder WL2K ist ein weltweites und kostenloses „Email via Funk“ System für Funkamateure.



## Kurzwele im Womo II

Es bietet dem Funkamateure die Möglichkeit - ohne direkte Verfügbarkeit regulärer Kommunikationsnetze oder anderer Infrastruktur - unabhängig von der Position auf der Erde - Zugang zu Internetdiensten, wie Senden und Empfangen von E-Mails, Versand von Positionsdaten oder dem Anfordern von Wetterkarten zu erhalten.

Das System bleibt auch in Betrieb, wenn das Internet großflächig ausfällt. Es prädestiniert sich so für die Not- und Katastrophenfallkommunikation.

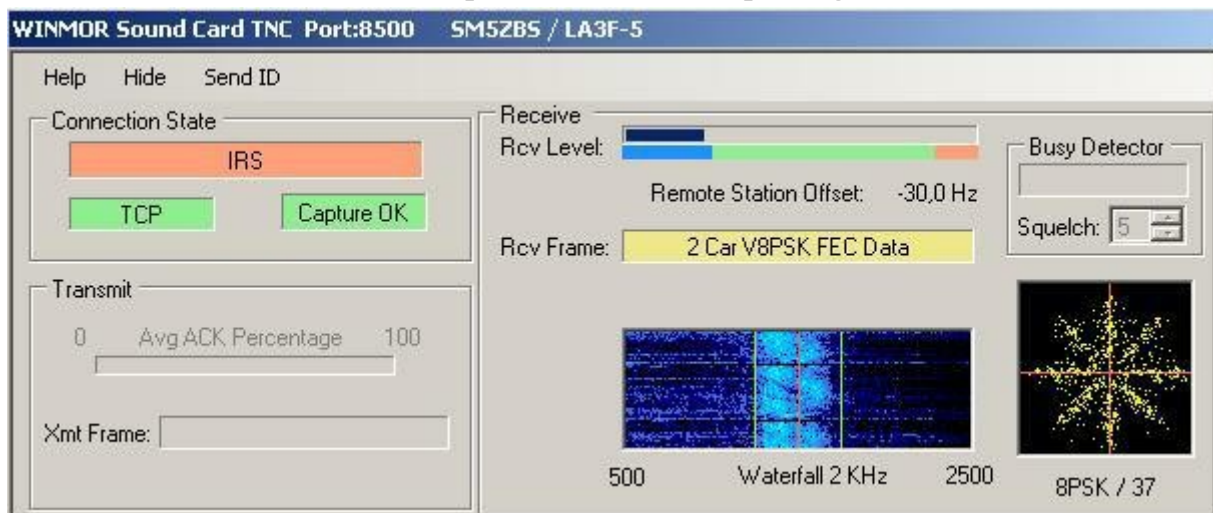
Vorteile des WinLink-Systemes sind insbesondere

- weltweit via Kurzwele erreichbar
- unterschiedliche Netzzugangsmöglichkeiten
- große Verfügbarkeit und hohe Redundanz
- einfache Konfiguration und Bedienung

Zur Nutzung des Systems ist eine freie Software wie AIRMAIL, PacLINK oder RMS-Express nötig.

*Ursprünglich war WinLink eine Domäne der PACTOR-Controller wie PTC etc. Es geht aber auch OHNE! ... nämlich mit der Soundkarte!*

Dazu braucht man z. B. RMS-Express. Zu RMS-Express gehört Winmor.



Winmor (WinLink mail over radio) ist eine Soundkartenanwendung und verfolgt ein ähnliches Ziel wie PSK-Mail: Keine Verwendung eines PACTOR-Controllers.

Es wurde für die Verwendung mit WinLink entwickelt und ermöglicht das Übertragen von E-Mails über Kurzwele im Amateurfunk. WINMOR bietet eine Alternative zur PACTOR-Übertragung im Kurzwellen-Bereich des WinLink-Systems.

Eine umfangreiche Beschreibung zur Nutzung von Winmor und WinLink findet man [hier](#) oder [hier](#) .





## Kurzwelle im Womo II

### Impressum:

Stand September 2016

Rudolf Piehler, DL3AYJ  
Straße der Jugend 9  
D-07639 Bad Klosterlausnitz  
dl3ayj@dark.de  
www.campertrack.org