

Überblick
Digitale Kurzwellen-Betriebsarten

von J. Schulz, HB9NP

Zeit für neue Betriebsarten
schon seit geraumer Zeit
da die Technik große Fort-
schritte macht. Der bei den
meisten OMs vorhandene Com-
puter stand mit der eingebauten
Soundkarte für leistungsfähige
digitale Signalverarbeitungs-
möglichkeiten zur Verfügung.

Wahrscheinlicherweise gibt es viele Funkama-
teure, die Computer-Programme schreiben,
um diese Möglichkeiten zu nutzen. Pawel
Kucharski, SP9VRC, und Peter Martinez,
G3PLX, waren die ersten OMs, die uns mit
G3K1 eine neue Betriebsart beschert hat
(siehe Horkheimer-Preisträger 2000).
Die Hauptmerkmale der obigen digita-
len Betriebsarten werden nachfolgend er-
läutert.

RTTY ist eine Betriebsart ohne Fehler-Korrektur.
Die meisten Texte werden daher mehr-
mals gesendet. Es ist für Rund-QSOs und
nicht geeignet. RTTY hat eine Zweiton-
modulation (frequency shift keying), ist
sehr breitbandig und frequenztolerant.

Amtor

Amtor brachte eine relativ einfache Fehlerkorrekturmethode, die jedoch zur Übertragung von Computerprogrammen zu wenig fehlerfrei ist.

Pactor-I

Pactor-I ermöglicht die fehlerfreie Übertragung von Computerprogrammen durch CRC (cyclic redundancy check); ähnlich wie bei Packet Radio. Es ist nicht Rund-QSO tauglich, bringt aber sehr gute Leistung bei schwachen Signalen.

Clover

Clover nutzte erstmals die Signalverarbeitungsmöglichkeiten eines DSP-Chips, gepaart mit der Rechenleistung eines PCs. Fehlerfreie Übertragung von Computer-

programmen ist möglich. Die Übertragungsgeschwindigkeit ist variabel. Eine Übertragung von Daten erfolgt im Quittungssignal. Es ist für Rund-QSO nicht brauchbar.

Pactor-II

Pactor-II arbeitet mit einem Controller und DSP, eingebautem Microcomputer und EEPROM zum Laden neuer Firmware. Es bietet die fehlerfreie Übertragung von Computerprogrammen und variable Übertragungsgeschwindigkeiten. Pactor-II hat eine hohe Leistung bei sehr schwachen Signalen, ist aber nicht Rund-QSO tauglich.

G-TOR

G-TOR ist eine „Variante“ von Pactor.

PSK31

PSK31 ist ein sehr schmalbandiger Modus für Tastatur-zu-Tastatur-QSOs. Es hat keine Fehlerkorrektur (einfache FEC im QPSK-Modus). Gute Tauglichkeit bei Rund-QSOs und Contesten.

Digitale Betriebsarten im Amateurfunk

CW		erste Amateur-Betriebsart
RTTY	ab ca. 1946	mit mechanischen Geräten
Fax	ab ca. 1930	mit mechanischen Trommelalastern, oft zum Mitschreiben von Wetter- und Pressebildern eingesetzt
Packet Radio	ab 1978	auf ÜKW, auf KW (300 bit/s) etwas später; aus kommerziellen X25 abgeleitetes Daten-Übertragungssystem
Amtor	ab 1979	von G3PLX für Amateurzwecke angepasstes SITOR-Daten-Übertragungssystem
Pactor-I	ab 1990	von DL6MAA und DF4KV
Clover	ab 1992	von Ray Petit, W7GHM, in der Fa. HAL
G-TOR	ab 1994	von der Firma Kantronics
Pactor-II	ab 1995	von der Firma SCS
PSK31	ab 1997	von G3PLX
MT63	ab 1998	von SP9VRC
Hellschreiber	ab 1999	Neuer Modus PSK-HELL von ZL1BPU.
Throb	ab Frühling 2000	von G3PPT
Stream (MFSK)	ab Juni 2000	erstes QSO am 10. Juni 2000 zwischen ZL1BPU und IZ8BLY

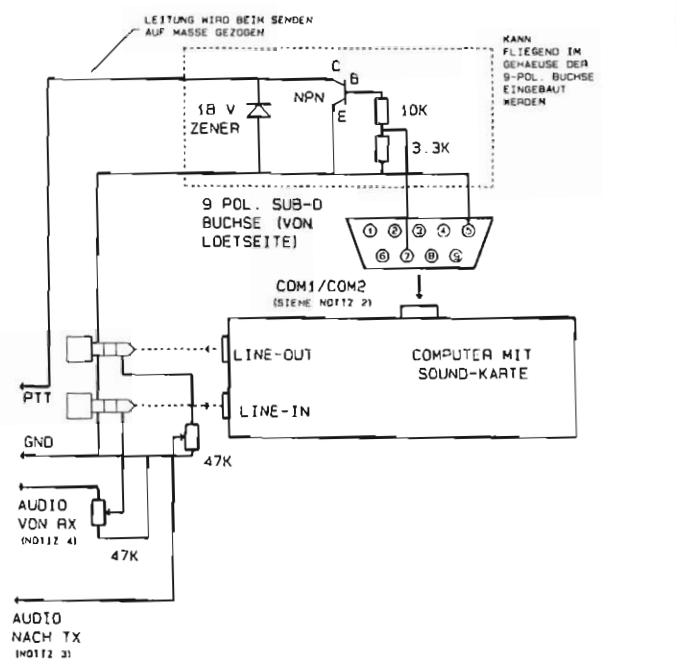
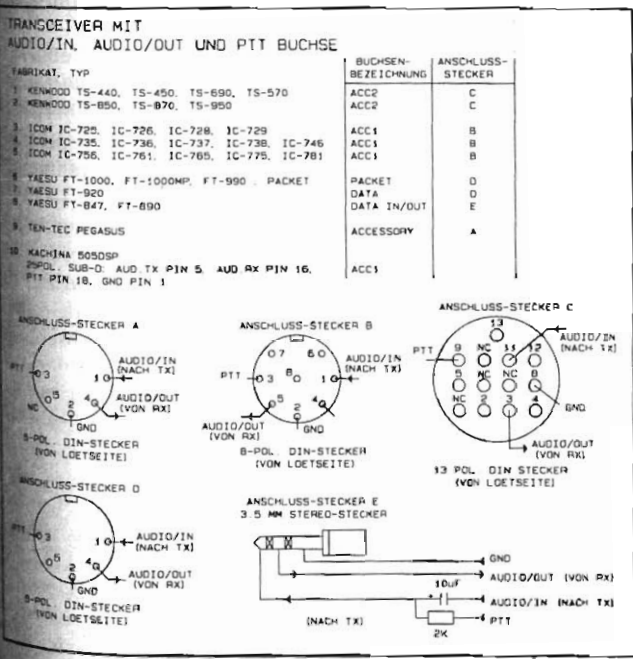
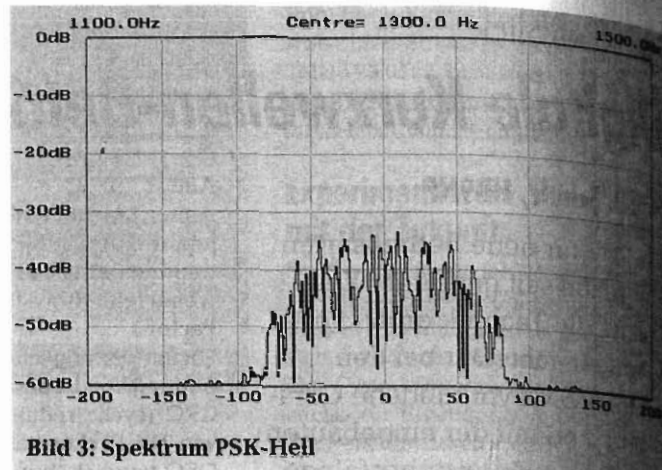
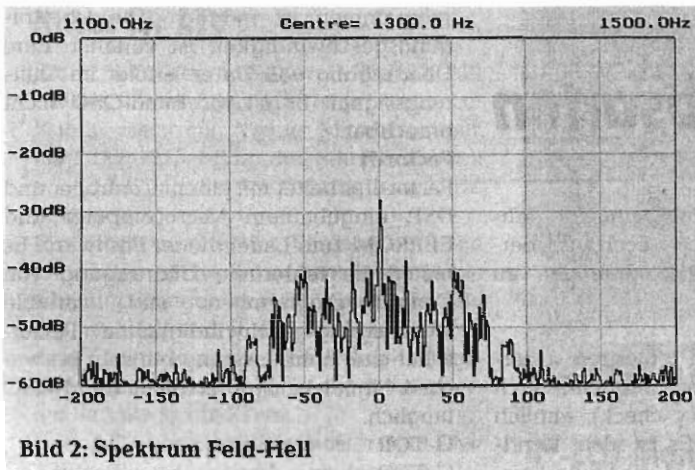


Bild 1: Anschluss des Transceivers an die Soundkarte des Computers



MT63
MT63 ist ein breitbandiger Modus mit Eigenschaften ähnlich der Spreizband-Technik. Es ist resistent gegen Störungen schmalbandiger Signale, aber zur Übertragung von Computerprogrammen zu wenig fehlerfrei.

Hellschreiber

Hellschreiber ist ein schmalbandiger, langsamer Modus für Tastatur-zu-Tastatur-QSOs. Die Übertragung von Computerprogrammen ist nicht sinnvoll, da ungenügend fehlerfrei.

Throb

Throb ist eine schmalbandige, langsame Betriebsart für Tastatur zu Tastatur QSOs. Nicht zur Übertragung von Computerprogrammen geeignet. Die Betriebsart ist noch sehr experimentell, zurzeit werden bis zu neun Modulationstöne eingesetzt, die auf- und abschwellen. Die Bandbreite beträgt ca. 72 Hz.

Stream

Experimentelle MFSK (Multi-Frequency Shift Keying) Betriebsart von ZL1BPU und IZ8BLY. Zurzeit wird vor allem der Modus MFSK16 eingesetzt. Andere Modi wie MFSK8 sind in Erprobung.

Anschluss an den Trx

Viele der neuen Betriebsarten verwenden die Soundkarte des Computers. Die Audio Ein- und Ausgänge müssen mit dem Transceiver verbunden werden. Vorteil-

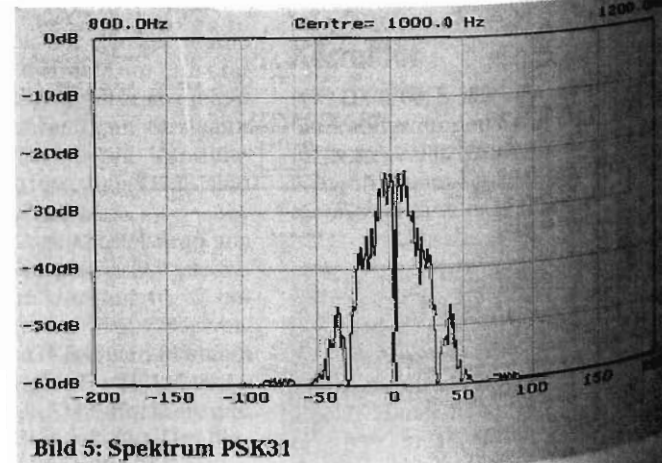
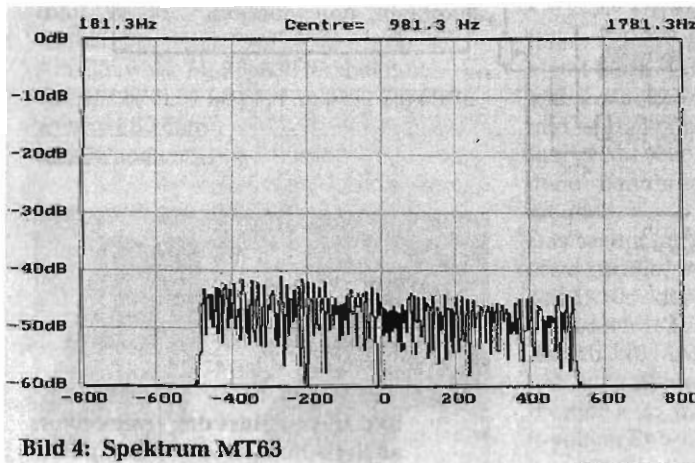
hafterweise werden dafür die an vielen Geräten – meist hinten vorhandenen – „Line“ Ein- und Ausgänge verwendet. Zur Tastung des Senders wird an der seriellen Schnittstelle des Computers auf Pin 7 ein PTT-Signal zur Verfügung gestellt, das mit einer einfachen Schaltung in ein vom Sender verwertbares Signal umgewandelt werden muss. Die meisten Transceiver schalten auf Senden, wenn die PTT-Leitung auf Masse geschaltet wird. **Bild 1** zeigt die notwendigen Verkabelungen für eine Anzahl gängiger Transceiver. Es ist vorteilhaft die zwei Potentiometer (47 kΩ oder ähnlich) einzubauen, denn damit kann man die richtigen Pegel einstellen, um zu verhindern, dass der Sender übersteuert wird und auch dem Eingang der Soundkarten nicht zu viel Signal zugeführt wird. Die in der Soundkarte per Software einstellbaren Eingangspegel kommen erst nach der ersten Stufe zum Einsatz, und daher ist eine Übersteuerung möglich.

Hellschreiber

Wir sehen uns jetzt die Details von Hellschreiber etwas genauer an. Viele OMs werden einwenden, dass Hellschreiber eine ganz alte Betriebsart sei, und ich muss ihnen zustimmen. Hellschreiber steht für eine Familie von Fernschreib-Systemen, die im Prinzip auf dem 1929 von Rudolf Hell erfundenen System basieren. Das ur-

sprüngliche Hell-System übermittelte Text durch die Tastung eines CW-Senders und Aufteilung der Buchstaben und Zahlen in ein Raster von 5 x 5 Punkten, in einem 7 x 7 Punkt Feld. Das Resultat wurde auf Papierstreifen geschrieben. Der Hauptsatz erfolgte durch Presse, Diplomaten und im Militär. Die Militärgeräte wurden Feld-Hellschreiber genannt. Aus dieser Bezeichnung stammen wohl die nun verwendeten neuen Bezeichnungen wie Feld-Hell und Hellschreiber. 1980 schrieb PAØKLS ein Hell-Programm für den Apple-II Computer. 1999 entwickelte Murray Greenman, ZL1BPU, ein PSK-Hell-Programm. Ebenfalls kommt 1999 das Programm Duplo-Hell von Nino Porcino, IZ8BLY, dazu. Nino entwickelte das heute eingesetzte Programm „Hellschreiber“, welches viele Spielarten ermöglicht. Man kann wählen zwischen: Feld-Hell (das ursprüngliche Verfahren), PSK-Hell, c/MT Hell (concurrent multi-töne Hell), FSK Hell und Duplo-Hell.

Hellschreiber arbeitet mit üblichen SSB-Transceivern, es sind keine Modifikationen notwendig. Hellschreiber ist einfach zu implementieren, denn ein Computer mit üblicher Soundkarte genügt, und das Programm kann man gratis unter <http://ninopo.freeweb.org> herunterladen. Hellschreiber ist noch experimentell, und weitere Entwicklungen sind zu erwarten. Ob sich die Betriebsart im größtem Stil durchsetzt, ist noch nicht absehbar. Expe-



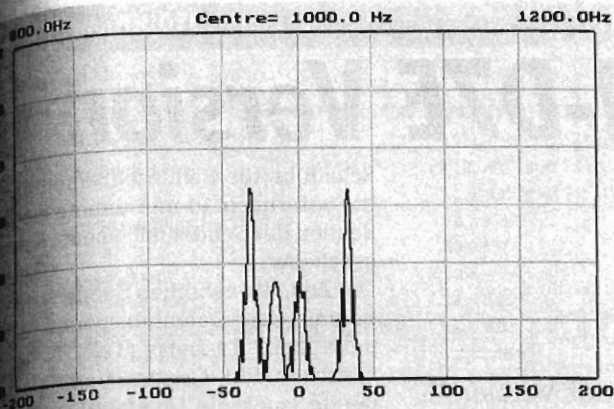


Bild 6: Spektrum Throb22

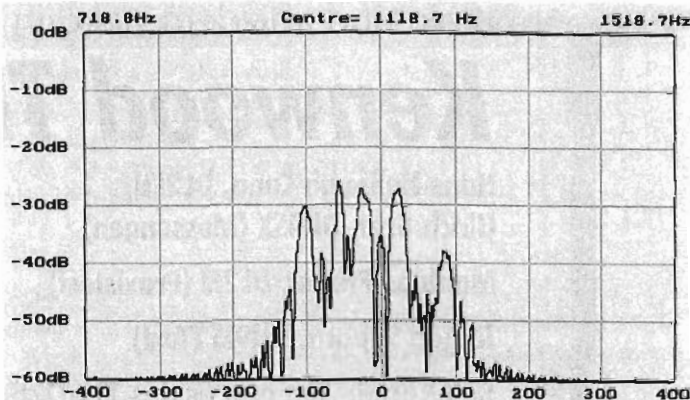


Bild 7: SpektrumMFSK16

zentriert wird um 14,063 MHz. Wie man aus den gezeigten Spektren für die Modi Feld-Hell (Bild 2) und PSK-Hell (Bild 3) zu entnehmen ist, beträgt die Bandbreite ca. 150 Hz.

Die Details der neuen Betriebsart MT63 sollen uns nicht verborgen bleiben. Diese Betriebsart ist breitbandig. Die Übertragung der Information erfolgt durch gleichzeitige Aussenden von 63 Tönen, daher die Bezeichnung MT63 (Multi-Tone 63). Das Prinzip ähnelt der Spreizungstechnik. Werden einer oder mehrere dieser 63 Töne gestört, lässt sich die Information gleichwohl rekonstruieren. Eine weitere „Störunterdrückung“ wird mit dem so genannten Interleave erreicht. Hier wird der zu übertragende Text zeitversetzt mit dem gerade laufenden Text nochmals gesendet, also verschachtelt (engl. interleaved). Ein weiterer Ton wird zur Übertragung des Synchronsignals eingesetzt. Der Einsatz von MT63 erfolgt meist mit einer Bandbreite von 1000 Hz und long interleaving, doch können auch 500 Hz oder 200 Hz sowie short und very short interleaving gewählt werden. Trotz dieser vielen Vorkehrungen zur Störungsbekämpfung ist MT63 nicht für die Übertragung von Computerdateien eingesetzt worden, die Fehlermenge ist immer noch zu groß. Für Tastatur-zu-Tastatur-QSOs reichen die üblichen 10 Zeichen pro Sekunde aus. Die Töne werden im DBPSK (differential binary phase shift keying) Modus moduliert. Sind keine Zeichen im Speicher, werden sog. Idle-Signale übertragen, um die Synchronisation sicher zu stellen. Sind Zeichen in einem speziellen Speicher in dem man z. B. sein Rufzeichen, QTH, Locator etc. eingeben kann, werden diese ausgesendet und erscheinen bei der Gegenstation in einem separaten Fenster. Diese Einrichtung wird „secondary channel“ genannt.

MT63 wurde von Pawel Jalocha, SP9VRC, entwickelt. Für die Implementierung benötigt ein schneller PC mit einer üblichen Soundkarte. Das Programm ist gratis und kann vom Internet heruntergeladen werden unter <http://ninopo.freeweb.org>. Die

Betriebsart ist noch experimentell, sie ist gegenüber schmalbandigen Störsignalen sehr resistent, jedoch nicht gegenüber andern MT63-Signalen. Gute Verbindungen sind auch bei schwachen und verzerrten Signalen möglich. Experimente finden vor allem um 14,110 MHz statt. Eine MT63-Aussendung ist ähnlich einem PLC-Signal (power line communication) und ist eine kontroverse Betriebsart, da sie gegenüber schmalbandigen Modi nicht entsprechend mehr bringt. Das Spektrum (Bild 4) zeigt die scharf begrenzte Bandbreite von 1 kHz.

Zur Abrundung sind noch die Spektren von PSK31 (Bild 5), Throb Version 2.2 im 2-Baud-Mode (Bild 6) und Stream (MFSK) (Bild 7) dargestellt.

Zusammenfassend kann man sagen, dass leistungsfähige Computer mit Soundkarten sowie gute Programmierer aus Funkamateurreisen uns eine Fülle neuer Betriebsarten beschert haben. Die meisten Systeme muss man als experimentell einstufen. Vorteile einiger Systeme gehen auf Kosten der Verträglichkeit mit etablierten Betriebsarten. Gewisse Systeme sind technisch interessant, bringen jedoch gegenüber sehr schmalbandigen Systemen wenig nennenswerte Vorteile. Sichere Datenübertragung, geeignet für die Übertragung von Computerprogrammen bieten nur Factor-I und -II sowie Clover und G-TOR.

Nachgehakt

AOR-5000 Unterlagen

Nachdem in CQ DL 8/00, S. 572, unser Autor Siegfried Maier geschrieben hatte, dass das Handbuch zum AOR-5000 in rot schwer zu lesen und die Befehlsliste teuer beim „süddeutschen“ Generalimporteur zu bekommen sei, hat die Redaktion nachgehakt und dort Unterlagen bestellt. Wir bekamen problemlos und umgehend sowohl die Handbücher (in Deutsch und Englisch) als auch die Liste mit den Steuerbefehlen.

Das deutsche Handbuch erhielten wir zum Vergleich in zwei Ausführungen: auf rotem und weißem Papier. Auf Nachfrage

Für Tastatur-zu-Tastatur-QSOs eignet sich die sehr schmalbandige Betriebsart PSK31 vorzüglich.

Ausblickend sieht man, dass weitere neue Betriebsarten zu erwarten sind, da sich weder bei der digitalen Signalverarbeitung noch in der Computertechnologie Grenzen zeigen. Glücklicherweise werden sich auch in Zukunft wieder Funkamateure finden, die für die zu erwartenden technischen Möglichkeiten Programme schreiben.

Fred J. Schulz, HB9NP

Sonnenbergstr. 20

CH 5621 Zufikon

Tel./Fax (00 41) 5 66 33 59 16

fredschulz@bluewin.ch

Von der Homepage der CQ DL kann man sich unter

www.CQDL.de/download

folgende Dateien herunterladen. So

kann man sich die Signale auch anhören:

- PSK31 Datei psk31cq.exe
- MT63 Datei mt63cq.exe
- Feld-Hell Datei feldhell.exe
- PSK-Hell Datei pskhell.exe
- Throb22 Datei throb22.exe
- MFSK16 Datei mfsk16cq.exe

(Die exe-Dateien sind selbstentpackende Archive)

bekamen wir auch die Erklärung dafür. Vor einigen Jahren gab es nur deutsche Handbücher, wenn man beim „Generalimporteur“ kaufte. Andere Händler kopierten das übersetzte Handbuch einfach (unerlaubterweise). Deshalb die Farbe rot, die die Funktion eines Kopierschutzes übernahm (im wahrsten Sinne des Wortes).

Heute sei es aber selbstverständlich wieder üblich (nach einem gewonnenen Rechtsstreit mit den Raubkopierern), Handbücher auf weißem Papier zu drucken...

Die ausführliche Liste der Steuerbefehle ist ein Heft mit 18 Seiten.

Redaktion CQ DL