

WELCOME TO

NORD > < LINK

.ORG

Verein zur Förderung der digitalen
Betriebsarten im Amateurfunk
<http://www.nordlink.org>

Übersicht digitale Betriebsarten im Amateurfunk

DH6BB

Jens Schoon

Hauptwieke 52

26639 Wiesmoor

Tel.: 04944/3281

PR: dh6bb@db0whv.#nds.deu.eu

Email: dh6bb@nordlink.org

Stand: 21.10.09

Einleitung

Nach Einzug moderner Computer ins heimische Shack schossen neue digitale Betriebsarten wie Pilze aus dem Boden. Kaum jemand kann dabei noch den Überblick bewahren. Hier soll ein kurzer Überblick über die „gebräuchlichsten“ digitalen Betriebsarten gegeben werden. Viele sind schon einige Jahrzehnte alt, andere erst wenige Monate.

Aufgrund der Vielzahl der Betriebsarten erhebt diese Zusammenfassung jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit!

Der angegebene Internetlink soll dem interessierten OM / YL einen weiteren Einstieg verschaffen bzw. gibt ein Programm zur (De-) Codierung an.

AMTOR (Amateur Microprocessor Teleprinting Over Radio)

AMTOR erfreute sich weltweiter Beliebtheit von etwa 1983 bis 1991. Sein typisches „chirp-chirp“ war auf den Kurzwellenbändern nicht zu überhören. Die fehlerfreien Übertragungsmöglichkeiten ließen sogar die Einrichtung von automatisch arbeitenden „Mailboxen“ zu, in denen Nachrichten abgelegt oder abgerufen werden konnten. Auch diese Betriebsart wurde von leistungsfähigeren Verfahren wie zum Beispiel PACTOR überholt und ist heute nur noch selten zu hören. Das Verfahren wurde von Peter Martinez, G3PLX, aus dem kommerziellen System SITOR (Simplex Teleprinting Over Radio) für den Amateurfunk entwickelt.

Internet: <http://www.mixw.de>

APRS

APRS (Automatic Position Reporting System) ist eine spezielle Variante von Packet Radio. Das Protokoll wurde 1992 von Bob Bruninga (WB4APR) entwickelt und hat sich mittlerweile zu einer beliebten Betriebsart des Amateurfunks entwickelt.

Ganz allgemein lassen sich mit diesem Protokoll Informationen und Messwerte jeder Art verbreiten. Da in der Regel auch Positionsdaten mit übermittelt werden, können die gehörten Stationen auf einer Karte angezeigt werden. Dies ist vor allem bei mobilen Stationen von Interesse. Die Verbreitung der Daten erfolgt lokal auf einer europaweit einheitlichen Simplexfrequenz von 144.800 MHz mit 1200 bit/s. Durch den Einsatz von APRS-Digipeatern wird die Reichweite erhöht.

Internet: <http://www.aprs.de>

CLOVER

Unter diesem Namen kam in 1993 ein von der Firma HAL Communication propagiertes System auf den Markt, das allerdings wegen des hohen Preises kaum Interessenten fand. Das System verwendete eine raffinierte, digitale Datencodierung, gekoppelt mit komplexen Modulationsverfahren und DSP-Technik. Es kann nur mit einem Prozessor der genannten Firma dekodiert werden. Neben einem stabilen Transceiver und einem Computer ist das Modem der genannten Firma erforderlich. Der Preis liegt derzeit in USA bei etwa \$ 400

Internet: <http://www.halcomm.com>

CW

Tja, ist jetzt CW (Morsen, A1A, F2A) eine digitale Betriebsart oder eher doch nicht? Der Vollständigkeit halber soll es hier mit aufgeführt werden. Trotz Wegfall des Nachweises von CW-Kenntnissen als Zugangsvoraussetzung zur Kurzwelle in Deutschland ist CW noch lange nicht tot. Diverse Gruppen und Vereine beweisen dies immer wieder.

Internet: <http://www.agcw.de>

D-ATV (Digitales Amateurfunkfernsehen)

Digitales Amateurfunk-Fernsehen (D-ATV) wird - wie derzeit schon im Fernsehrundfunk zu beobachten - analoge Fernseh-Übertragungsverfahren mittelfristig ablösen. Die wesentlichen Vorteile der digitalen Technik sind in einer vergleichsweise geringen Übertragungsbandbreite (ab 2 MHz) sowie einer größeren Reichweite und besseren Bildqualität bei gleicher Sendeleistung zu sehen.

Bei den eingesetzten Geräten wird entweder die im Mobilfunk bewährte GMSK-Modulation (Gaussian Minimum Shift Keying) verwendet oder aber die beim digitalen Satelliten-TV (DVB-S) bewährte QPSK-Modulation (Quadrature Phase Shift Keying).

Vorteil der QPSK-Modulation ist, dass auf der Empfangsseite kostengünstige digitale Satellitenempfänger mit oder ohne vorgeschaltetem Konverter für die verschiedenen Bänder genutzt werden können.

Internet: <http://www.d-atv.de>

Fax

Beim analogen Faksimile (FAX) werden Bilder zeilenweise abgetastet und in ein analoges Schwarzweiß- oder in drei Farbsignale umgewandelt und im Frequenzbereich zwischen 1500 und 2300 Hz übertragen.

Bei FAX ist man im Gegensatz zu SSTV allerdings von der Bildgröße unabhängig. Große Bilder zu übertragen dauert entsprechend länger. Diese analoge Bildübertragung liefert eine sehr hohe Bildqualität, die man mit digitalen Verfahren nur bei sehr hoher Anzahl von Bildpunkten und somit recht hoher Dateigröße erreichen kann.

Für Schwarzweißbilder (Wetterkarten) verwendet man eine binäre Übertragung, indem nur die beiden Werte für Schwarz und für Weiß als zwei Töne in AFSK übertragen werden.

Internet: <http://www.jvcomm.de>

FSK441

FSK441 ist eine spezielle Betriebsart für High Speed Meteorscatter Verbindungen und findet damit Verwendung in den VHF und UHF-Amateurfunkbändern. FSK441 steht für Frequency Shift Keying mit 441 Hz

Weiteres siehe WSJT.

G-TOR

G-TOR ist eine gesetzlich geschützte Erfindung der Firma Kantronics, allerdings nicht so teuer wie Clover oder PACTOR II. Da G-TOR ausschließlich nur mit Produkten der Firma Kantronics lauffähig ist und erst nach PACTOR aufkam, hat es sich auf den Bändern nicht durchgesetzt. G-TOR verwendet die Baudraten 100, 200 und 300 Baud. Diese werden je nach Ausbreitungsbedingungen umgeschaltet. Weiterhin verwendet G-TOR eine On-line Huffman Datenkompression. Dabei werden die zu übertragenden Zeichen nach einer Tabelle umkodiert, so dass häufig auftretende Zeichen nur wenige Bit benötigen, seltene Zeichen dafür umso länger sind. Damit kann man eine gute Kompression der Datenmenge erreichen. Der Hauptnachteil liegt darin, dass bei 300 Baud die Signalbandbreite mehr als 500 Hz beträgt und somit nicht mehr durch die üblichen CW-Filter passt.

Internet: <http://www.kantronics.com/products/kamxl.html>

HELLSCHREIBER

Dieses Verfahren wurde zwischen 1920 und 1930 von dem deutschen Ingenieur Rudolf Hell erfunden und hauptsächlich kommerziell sowohl drahtgebunden wie auch drahtlos eingesetzt. Es wird mit Tönen gearbeitet, die ein Zeichen, das aus einer Matrix von 7x7 Punkten besteht produzieren. Ein Ton erzeugt einen schwarzen Punkt, kein Ton bedeutet dann einen weißen Punkt. Die Zeichen werden auf einen Papierstreifen gedruckt. Sie sind, auch wenn der ein oder andere Ton wegen Übertragungsschwierigkeiten in der Matrix fehlt, dennoch einigermaßen lesbar. ZL1PBU und IZ8BLY haben das Hellschreibverfahren weiterentwickelt und bieten im Internet Freeware für verschiedene Varianten an. Hellschreiben kann also mit einem Telegrafiesender produziert werden, die empfohlene Treff-Frequenz für HELL ist 14063 kHz in LSB-Mode. Die Signale klingen wie ein rhythmisches „brrr-brrr-brrr-brrr“. Der früher für die Darstellung der gedruckten Zeichen notwendige Lochstreifen wird mit der Computersoftware für HELL auf dem Bildschirm imitiert.

Internet: <http://sites.google.com/site/feldhellclub/>

MT-63

Pawel Jalocho, SP9VRC, entwickelte dieses System. Es verwendet 64 verschiedene Töne, was eine hohe Fehlerfreiheit bei der Aufnahme schwacher oder gestörter Signale ermöglicht. MT-63 bietet exzellente Verfügbarkeit unter schlechten Bedingungen und ist Konkurrenz zu Clover und PACTOR II. Nachteilig ist allerdings die Bandbreite mit 1 kHz, was bei den heutigen Bedingungen auf den Bändern nicht akzeptabel erscheint. Zum Vergleich: PSK31 benötigt nur eine Bandbreite von 31 Hz. In USA war das Verfahren Anfang 2001 von der Behörde noch nicht als legale Betriebsart zugelassen. In wie weit es sich durchsetzen wird und Bestand erhält, bleibt auch hier abzuwarten.

Internet: <http://www.janson-soft.de/seminare/dh7uaf/mt63/mt63.htm>

MFSK 16

Dies ist eine der neuesten digitalen Betriebsarten und bereits sehr häufig zu hören und erreicht die Qualität des PSK31. Die Software ist von IZ8BLY unter dem Namen „stream“ im Internet zu finden und fasst die Entwicklung von IZ8BLY und ZL1BPU zusammen. Bei MFSK16 werden 16 verschiedene Töne im Abstand von 15,626 Hz mit einer Rate von 15,625 Baud getastet, die belegte Bandbreite beträgt 316 Hz. Das Verfahren ist bereits früher als COQUELET und PICCOLO im militärischen und diplomatischen Funkdienst verwendet worden. Die Amateurfunkversionen sind aber eigenständige Entwicklungen. Makoto Mori, JE3HHT, hat das Programm MMSSTV für SSTV (SlowScan Television, Übertragung von stehenden Bildern auf Kurzwelle) unter Verwendung der Soundkarte des PC geschrieben. Damit können die meist auf 14220 kHz zu findenden SSTV-Signale decodiert werden. Auch das Senden von Bildern aus dem PC ist mit dem Programm möglich.

Internet: <http://mmhamsoft.amateur-radio.ca/>

Olivia

„Olivia“ eine neue Betriebsart für die Amateurfunk-Kommunikation und ist eine Kombination aus MFSK (Multitone-Frequency-Shift-Keying) und einem auf Walsh-Funktionen basierendem FEC-Code (Forward Error Correcting). Sie wurde von Pawel Jalocho SP9VRC nach wochenlanger Programmierarbeit ins Leben gerufen. Pawel gab diesem neuen Modus den Namen seiner Tochter „Olivia“. Geplant war ein Programm, das in der Lage sein sollte, einen empfangenen Text zu dekodieren, der noch tiefer als bei MT63 im Rauschen liegen kann. Pawel fand, dass diese Version Text erkennt, der noch 22 dB unter dem Rauschpegel liegen kann (weißes Rauschen mit Gauss'scher Verteilung) das Programm benutzt eine Bandbreite von 125 bis 2000 Hz mit 4...128 Tönen. Bei der vorgegebene Standardeinstellung (1000 Hz und 32 Töne) kann eine Empfänger-Verstimmung bis zu +/- 125 Hz ausgeglichen werden.

Internet: <http://www.dl3ayj.homepage.t-online.de/pdf/MixW-Olivia.pdf>

Packet Radio

Getrieben von der Entwicklung der Personalcomputer konnte sich Packet Radio, kurz PR, von den frühen 70er- Jahren bis in die Mitte der 80er gut ausbreiten. Packet ist ein fehlerkorrigierendes Verfahren, benötigt allerdings gute und saubere Signale. Es funktioniert nicht bei Schwund (Fading), Mehrwegausbreitung, Störungen oder Überlagerungen von Signalen. Daher ist Packet Radio (PR) nicht sonderlich gut für die Kurzwelle geeignet und hat seine Vorzüge hauptsächlich auf den VHF- und UHF-Bändern und ihren Netzwerken. Die relativ neue Betriebsart (APRS - Automatic Position Reporting System) nutzt PR allerdings auch im HF – Bereich (z.B. am oberen Ende des 30m-Bandes).

Internet: <http://www.nordlink.org>

PACTOR

PACTOR vereint die digitalen Übertragungsmöglichkeiten von Packet Radio und des fehlerkorrigierenden Systems AMTOR. PACTOR ist seit etwa 1991 im Gebrauch und ist heute noch das am meisten verwendete, fehlerkorrigierende Übertragungssystem im Amateurfunk. Zunächst werden für die Dekodierung der PACTOR-Signale noch entsprechende Modems (z.B. von MFJ, Kantronics oder HAL) verwendet. Die Firma SCS hat derzeit die alleinigen Modems für PACTOR II und PACTOR III. Diese Abart verwendet bereits die DSP-Technik (Digital Signal Processing). Der Preis für ein SCS - Modem liegt etwa bei 800 €, eine neuere Version (PTC IIe) ist bereits für 650 € zu haben.

Internet: <http://www.scs-ptc.com>

PSK31

PSK31 ist eine hochwertige Weiterentwicklung von RTTY. Es ist keine fehlerfreie digitale Übertragungsmöglichkeit, funktioniert aber noch einwandfrei bei sehr schwachen Signalen. Anfänglich blühte PSK31 eine Zeitlang nur im Verborgenen bei einigen Insidern weil spezielle DSP-Technik zur Dekodierung notwendig war. Der Erfinder Peter Martinez, G3PLX, entwickelte aber 1999 eine Version, die nur einen PC und dessen Soundkarte erfordert. Signale, die nicht mehr im Lautsprecher zu hören sind, werden noch einwandfrei dekodiert. Allerdings muss der PC schon einen schnellen Pentium ab 150 MHz aufwärts haben. Die Treffpunkte der PSK31-Nutzer sind die Frequenzen 3580, 14070, 21070 und 28210 kHz in USB.

Mit PSK (*phase shift keying*) werden Daten bzw. Texte per Funk übertragen. Ähnlich wie beim Chat im Internet, gibt es bei dieser Form der Kommunikation auch einen Sender, der die Daten codiert absetzt und einen Empfänger, der die Daten empfängt, nachdem diese dekodiert wurden. Für die Umwandlung der Daten in Audiosignale bzw. Phasemodulation ist eine spezielle Software notwendig, die in der Lage ist, einzelne Audiofrequenzen per Filter hoher Ordnung aus dem Gesamtspektrum herauszufiltern. Bei einer Phasenmodulation eines Tones benötigt man eine Bandbreite von etwas mehr als der Baudrate. Bei PSK sind das 31,25 Hz. Diese geringe Signalbandbreite kommt den schmalen Frequenzfenstern auf den Amateurbändern sehr entgegen. Bei der Übertragung von PSK31-Signalen handelt es sich um eine Phasenmodulation, bei der die Phasenlage des Audiosignals um 180 Grad umgetastet wird. Durch die Umtastung der Phasenlage werden somit eine logische "1" oder "0" übertragen. Die Tastung erfolgt sehr schnell, was wiederum ein sehr breitbandiges Signalspektrum zur Folge hätte. Damit ein schmalbandiges Signal erzeugt werden kann, muss die Amplitude des Trägersignals zum Zeitpunkt der Phasenumtastung auf Null reduziert werden. Dies übernimmt die Software automatisch während des Sendevorgangs, da die Übertragung per SSB Seitenbandmodulation in USB oder LSB erfolgt und ein absenken der Lautstärke gleich dem Absenken des Trägers entspricht. Somit ist es möglich, dass 10 oder mehr Stationen gleichzeitig auf einer Bandbreite von nur wenigen kHz arbeiten können, da die Bandbreite je Station weniger als 63 Hz beträgt.

Internet: <http://www.mixw.de>

RTTY Radioteletype

RTTY ist der Ursprung der digitalen Betriebsarten. Es werden keine Fehlerkorrekturverfahren verwendet, was auf dem Bildschirm erscheint, ist das, was auch empfangen wird. Mit scharfen Filtern und entsprechenden Demodulatoren können auch unter schwierigen Bedingungen brauchbare Ergebnisse erzielt werden. Firmen wie KANTRONICS, MFJ, Timewave, HAL Communications und andere lieferten die für RTTY notwendigen „Multimode Prozessoren“ oder Terminals. In diesen wird das Audiosignal in Datensignale für den notwendigen PC gewandelt. Inzwischen haben Computerprogramme für Soundkarten des PC diese Geräte überflüssig gemacht.

Internet: <http://mmhamsoft.amateur-radio.ca/>

SSTV

Obwohl streng genommen nicht zu den „digitalen Betriebsarten“ zählend, gehört diese sehr populäre Betriebsart doch zu der Gruppe der „computerunterstützten Betriebsarten“ und wird daher gerne in den gleichen Topf zu den „Digimodes“ geworfen. SSTV dient dem (zeilenweise) Übertragen eines Farbbildes. Bis Anfang der 90er war SSTV vorwiegend Besitzern der teuren Konverter von ROBOT-RESEARCH vorbehalten. Dann kamen zahlreiche Softwarelösungen auf den Markt, was SSTV zu schneller Verbreitung verhalf. Das Prinzip war immer gleich: Entweder hohe Auflösung und lange Übertragung oder kleine Auflösung und schnelle Übertragung. Durch unzählige Kombinationen dieser beiden Parameter entstanden bis heute fast 50 verschiedene Übertragungs-Formate. Am meisten verbreitet haben sich die 5 Formate Martin1 und Marin2 von Martin Emmerson, G3OQD und Eddie Murphy, GM3SBC sowie Scottie1, Scottie2 und ScottieDX. Zwischen den NF-Frequenzen 1500 Hz und 2300 Hz wird für jede Zeilen die Farben Grün, Blau und Rot mit einer Länge von je 147 ms übertragen, eine Zeile dauert 446 ms (Martin1) bzw. 436 ms (Scottie1). Ein (übliches) Bild besteht aus 256 Zeilen und hat eine Übertragungsdauer von rund 110 Sekunden. Das Signal klingt wie ein quietschender Keilriemen.

Vorteil: weit verbreitete Farbbild-Übertragung. Auch „ganze Filme“ möglich (je 32 Zeilen in schwarz-weiß).

Nachteil: benötigt einen SSB-Kanal, keine Fehlerkorrektur, sehr störanfällig gegen Fading und Fremdsignalen.

Internet: <http://www.jvcomm.de> <http://mmhamsoft.amateur-radio.ca/>

THROB

Lionel, G3PPT, entwickelt ein auf dem MFSK (Multi-Tone Frequency Shift Keying) basierendes Übertragungsverfahren, das er THROB (zu Deutsch Klopfen) nannte. Hier werden neun Töne im Bereich von 72 Hz oder 144 Hz verwendet, die einzeln oder als Paare ausgesendet werden. Dies geschieht mit einer Folge von 1, 2 oder 4/s, dabei ergibt sich eine Übertragungsgeschwindigkeit von 10, 20 oder 40 Wörtern pro Minute (entspricht 50, 100 oder 200 Zeichen pro Minute). Auch hier kommt wieder Freeware mit der Soundkarte zum Einsatz. Voraussetzung für THROB ist ein sehr stabiler Transceiver, schon 4 Hz Drift lassen die Töne aus den Filtern laufen, was bei langsamen Driften die AFC des Programms allerdings ausgleichen kann. Die Übertragungsart ist derzeit noch recht selten, es bleibt auch hier abzuwarten, wie sie sich bewährt und durchsetzen wird.

Internet: <http://www.mixw.de>

WSJT

Joe Taylor, K1JT, ein amerikanischer Wissenschaftler (Nobelpreisträger für Physik) hat Anfang des Jahres 2001 sein Meteorscatterprogramm WSJT vorgestellt, das sich in den USA sehr schnell durchgesetzt hat und sich auch hier in Europa in Windeseile zu verbreiten beginnt. Praktisch hat diese Meteorscatterbetriebsart innerhalb eines Jahres das „High-Speed-CW“ fast völlig verdrängt.

WSJT steht für „Weak Signal communication by Joe Taylor“, also für Funkverbindung für schwache Signale von K1JT. Das Programm sendet Textinformationen in Vierton Frequenzumtastung (FSK) mit 441 Baud. Diese Übertragungsart wird FSK441 genannt. Jedes zu übertragende Zeichen besteht aus drei von den vier Tönen. Diese drei Töne werden ohne Pause sequentiell (nacheinander) ausgesendet. Die Übertragungsgeschwindigkeit ist 147 Buchstaben pro Sekunde oder 8820 Buchstaben pro Minute.

Durch diese hohe Übertragungsgeschwindigkeit eignet es sich hervorragend für Meteorscatter. Bei 147 Zeichen pro Sekunde benötigt ein Zeichen etwa sieben Millisekunden.

Internet: <http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/>