



Ortsverband Vallendar, K43



Digitale Betriebsarten im Amateurfunk

**Aktivitätsabend des DARC Ortsverbands Vallendar, OV K43 und der
Packet-Radio-Gruppe-Mittelrhein e.V. zum Thema
„Digitale Betriebsarten“, Teil 1, Historische Entwicklung**

Zusammenstellung: Hans-Jürgen Barthen, DL5DI, dl5di@darf.de

Vorwort:

Die Vortragsreihe „Digitale Betriebsarten“ soll schrittweise eine Einführung in diesen Teil des Hobbys „Amateurfunk“ bieten. Die Veranstaltungen finden in unregelmäßigen Abständen jeweils freitags statt, Ankündigungen erfolgen in der Packet-Radio-Mailbox DB0LJ, sowie auf den Webseiten <http://www.darc.de/k43> und <http://www.db0lj.de>.

Im Mittelpunkt der Veranstaltungen soll in erster Linie praktischer Betrieb stehen, Vorführungen der Betriebsarten, Vorteile, Nachteile, wann und wo sind sie zu finden, bis hin zum gemeinsamen Aufbau eines Packet-Radio-Modems ist geplant. Im Teil „Packet-Radio“ wird auf die besondere Möglichkeiten im lokalen Bereich eingegangen, besondere Dienste und Zugangsmöglichkeiten aufgezeigt und vieles mehr.

Ort: [Ev. Gemeindezentrum Vallendar, Mallendarer Berg,
Jahnstrasse 123/Ecke Josef-Görres-Strasse
Eingang im Untergeschoss](#)

Zeit: [18:30 Uhr
um rechtzeitiges Erscheinen wird gebeten, wir beginnen pünktlich](#)

Dauer: [etwa 2-3 Stunden](#)

Einweisung: [auf 145.400 MHz und DB0MYK, Relais Gänsehals](#)

Gäste sind herzlich willkommen !

Einleitung

Oft hört man auf den Bändern von OMs, die sich gegen digitale Betriebsarten aussprechen, digitale Betriebsarten seien „neumodischer Kram“, von und für Computer-Spezialisten, nichts für Otto-Normalverbraucher. Dabei begann die Geschichte der digitalen Betriebsarten bereits Jahrzehnte bevor überhaupt jemand wusste, was ein PC ist oder Hard- und Software.

Der Ursprung der digitalen Betriebsarten im Amateurfunk liegt im Funkfern schreiben (Radio-Tele-TYPE, kurz RTTY) und begann damit in den 20er Jahren, der PC kam dagegen erst Anfang der 80er Jahre auf die Welt.

Im Jahre 1924 wurde der Code CCITT Nr. 2 als Standard im Amateurfunk vereinbart und öffnete erstmals nach einigen Jahren Entwicklungsphase mit unterschiedlichen Codes die Möglichkeit internationaler Kommunikation mit der digitalen Betriebsart RTTY. Der Code CCITT Nr.2 basiert auf einer Entwicklung von Jean-Maurice-Emile Baudot (1845-1903), einem französischen Telegrafentechniker, der bereits 1874 seinen Mehrfach-Telegrafen zum Patent angemeldet hatte.

Das Prinzip seines Typendruckers ist bis weit in die 80er Jahre erhalten geblieben und wurde bei mechanischen Fernschreibmaschinen verwendet.

Einige Funkamateure benutzten noch lange bis in die PC-Zeit hinein umgebaute Fernschreibmaschinen von kommerziellen Nachrichtendiensten, viele stammten aus der Zeit des 2. Weltkriegs und einige sind sicherlich noch heute in Betrieb. Bekannt waren in Deutschland vor allem Maschinen der Hersteller Siemens&Halske sowie Lorenz (SEL).



LO 15 im Holzstandgehäuse N
Breite 960 mm, Tiefe 640 mm, Höhe 1110 mm
Page teleprinter LO 15 with wooden casing N
width 960 mm, depth 640 mm, height 1110 mm

Quelle: <http://www.teleprinter.net>

Niemand konnte sich diese Maschinen als Neugerät leisten, die Preise lagen bei ca. 10000 DM, in der Regel wurden ausgemusterte Geräte aus dem kommerziellen Bereich eingesetzt.

Diese Maschinen mussten zum Teil von 50 Baud auf den Amateurfunkstandard 45,45 Baud umgebaut werden, was sich meist durch kleinere Modifikationen an der

Fliehkraftregelung des Elektromotors bewerkstelligen ließ, denn die erforderliche Genauigkeit lag nur bei 6,5% und erlaubte damit etwas Spielraum. Hier war mehr der Mechaniker oder Uhrmacher gefragt, denn ein Computerspezialist.



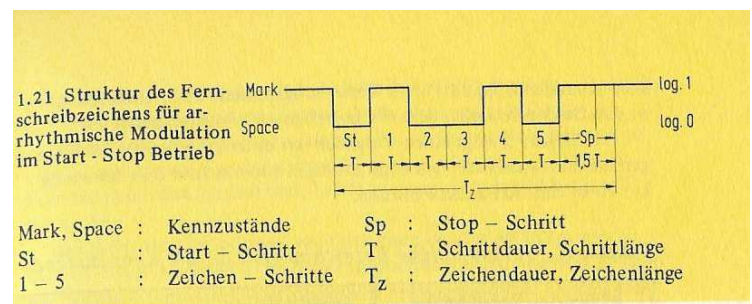
Links und Mitte: Lorentz LO15B mit Lochstreifenleser und -stanzer im Standgehäuse
 Rechts: Siemens T37 ohne Gehäuse, leider fehlte der Buchstabe „E“, da er mit dem ursprünglich darüberliegenden „SS“ nach dem Krieg entfernt wurde.
 (Quelle: eigene Aufnahmen DL5DI)

Stellenzahl	Buchstaben	Ziffern / Zeichen	
		CCITT	USA
1 2 3 4 5			
1 1 0 0 0	A	—	—
1 0 0 1 1	B	?	?
0 1 1 1 0	C	:	:
1 0 0 1 0	D	wer da?	⌘
1 0 0 0 0	E	3	3
1 0 1 1 0	F	n.f.	!
0 1 0 1 1	G	n.f.	&
0 0 1 0 1	H	n.f.	stop
0 1 1 0 0	I	8	8
1 1 0 1 0	J	Klingel	'
1 1 1 1 0	K	((
0 1 0 0 1	L))
0 0 1 1 1	M	.	.
0 0 1 1 0	N	,	,
0 0 0 1 1	O	9	9
0 1 1 0 1	P	∅	∅
1 1 1 0 1	Q	1	1
0 1 0 1 0	R	4	4
1 0 1 0 0	S	'	Klingel
0 0 0 0 1	T	5	5
1 1 1 0 0	U	7	7
0 1 1 1 1	V	=	;
1 1 0 0 1	W	2	2
1 0 1 1 1	X	/	/
1 0 1 0 1	Y	6	6
1 0 0 0 1	Z	+	”
0 0 0 1 0	Wagenrücklauf		
0 1 0 0 0	Zeilenvorschub		
1 1 1 1 1	Buchstaben		
1 1 0 1 1	Ziffern / Zeichen		
0 0 1 0 0	Zwischenraum		
0 0 0 0 0	ignoriere		

n.f. = nicht festgelegt

Im Code CCITT Nr. 2 findet man die in der elektrischen Nachrichtentechnik übliche Zweiwertigkeit, die sich durch „Strom“ und „kein Strom“, oder in der Digital-Elektronik durch „logisch 1“ und „logisch 0“, eindeutig bestimmen lässt.

Dieser Code besteht aus 5 Signalelementen (5 Bit) und erlaubt damit die Codierung von 32 Zeichen (zum Vgl. ASCII = 8 Bit = 256 Zeichen). Zur Abdeckung des Alphabets (26 Zeichen), der Ziffern (10 Zeichen) und einiger wichtiger Sonderzeichen wurden 2 Ebenen eingeführt, die mit BU/ZI umgeschaltet werden konnten.



(Quelle: Amateur-Funkschreibtechnik RTTY, H.J.Pietsch, 1979)

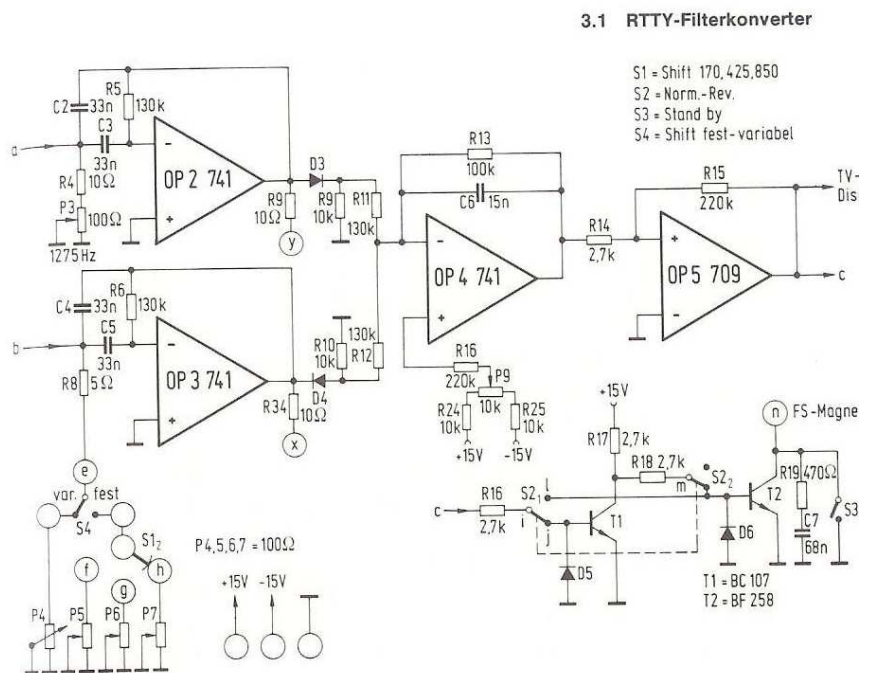
Die Verwendung eines größeren Codes zur Abdeckung eines größeren Zeichenumfangs hätte zur Zeit der mechanischen Maschinen einen erheblich höheren mechanischen Aufwand bedeutet.

Luxuriöse Maschinen erlaubten das Vorschreiben von Texten auf Lochstreifen, die dann zu einem späteren Zeitpunkt beliebig oft wieder eingelesen und ausgesendet werden konnten, dies war der Vorläufer von Vorschreibspeichern, Fixtexten und Makros.

Bis Ende der 70er Jahre benötigte man in Deutschland als Funkamateure für den Betrieb in RTTY eine besondere Genehmigung der damaligen Deutschen Bundespost, wozu man mindestens ein Jahr lizenziert sein musste und bekam dafür einen besonderen Eintrag in die Lizenzurkunde.

Außer der dieser Digitaltechnik in Form von Mechanik war noch einiges an Analogtechnik in Form von Elektronik erforderlich:

Zum Betrieb in FSK konnten die digitalen Impulse direkt auf den FSK-Eingang des Senders gegeben werden. Für AFSK-Betrieb auf der Sendeseite erfolgte die Wandlung der digitalen Signale in Töne zunächst mit Quarz-gesteuerten Tongeneratoren, später mit einem AFSK-Chip von Exar, dem auch noch später für erste Packet-Radio-Modems verwendeten XR2206.



Auf der Empfangsseite wurden zur Konvertierung der Töne in elektrische Impulse mehr oder weniger aufwendige Filterkonverter eingesetzt.

Hans-Joachim Pietsch (DJ6HP) entwickelte und veröffentlichte zahlreiche Schaltungen von analogen Filter-Konvertern (heute: Modems) auf der Basis von Operationsverstärkern wie dem LM709 und LM741.

Hier wurden die beiden Töne in 2 engen NF-Filtern aus der Empfangs-NF separiert und in digitale Signale umgewandelt, die dann über eine Schaltstufe die mechanische Fernschreibmaschine mit ihrem Linienstrom versorgte.

Später verwendete man PLL-Konverter, die auch für die ersten Packet-Radio-Versuche noch eingesetzt wurden. Häufig kam hierbei der Chip XR2211 zum Einsatz. Älteren Packet-Radio-Bastlern ist dieser Baustein noch von der „digitalen Rauschsperr“ bekannt.

Bereits bevor der Computer Einzug in die Shacks der Funkamateure zog, versuchte man die großen, lauten mechanischen Maschinen durch elektronische Geräte abzulösen. Auch hier war DJ6HP sehr aktiv, er veröffentlichte neben den analogen Filterschaltungen auch verschiedene Digitalschaltungen, die den Aufbau von elektronischen

Fernschreibmaschinen mit Vorschreibspeichern und anderem „Luxus“ erlaubten. Tastaturen wurden zu der Zeit noch aus Einzeltastern zusammengesetzt hinter denen sich Diodenmatrizen mit hunderten von Einzeldioden verbargen, die die Codierung vornahmen und die Daten an zahlreiche logische Gatter (74XX), Schieberegister und andere Bauteile weitergaben.

Microprozessoren, EPROMs und derartige Dinge waren noch nicht verfügbar. Der Aufbau dieser „TTL-Gräber“ war meist nur Spezialisten vorbehalten.

Der „absolute Luxus“ war ein TV-Display, was die mechanische Maschine komplett ersetzte und den empfangenen und gesendeten Text mit handcodierten Buchstaben auf dem heimischen Fernseher ausgeben konnte.

5 Computer in der RTTY-Technik

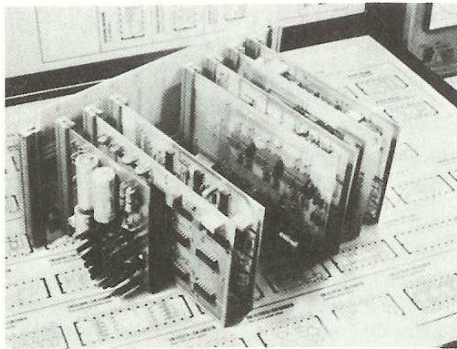


Abb. 5.1 konstruktiver Aufbau des RTTY-TV-Displays DJ6HP 014 mit gedrucktem Kabelbaum und aufgesteckten Platinen.

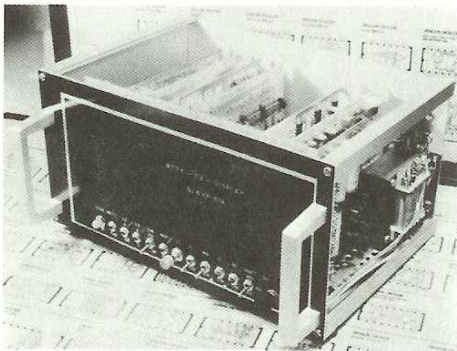
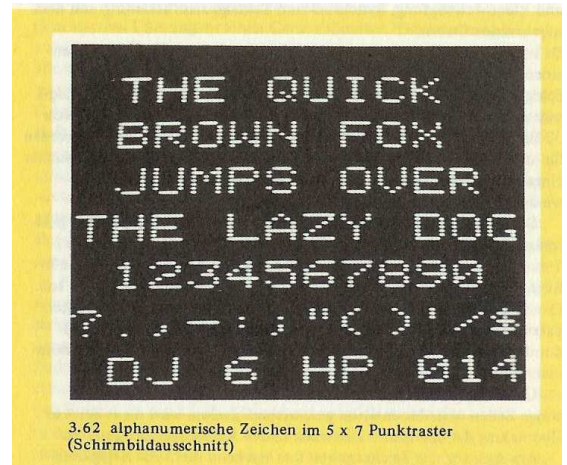


Abb. 5.2 Das fertig zusammengebaute RTTY-Display DJ6HP 014.

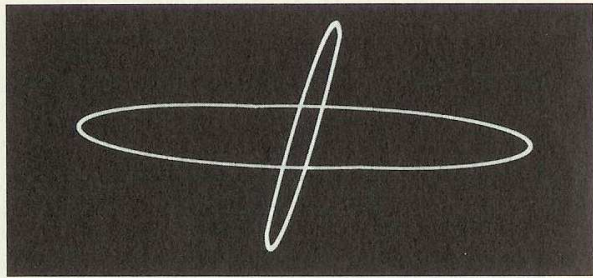


3.62 alphanumerische Zeichen im 5 x 7 Punktraster (Schirmbildausschnitt)

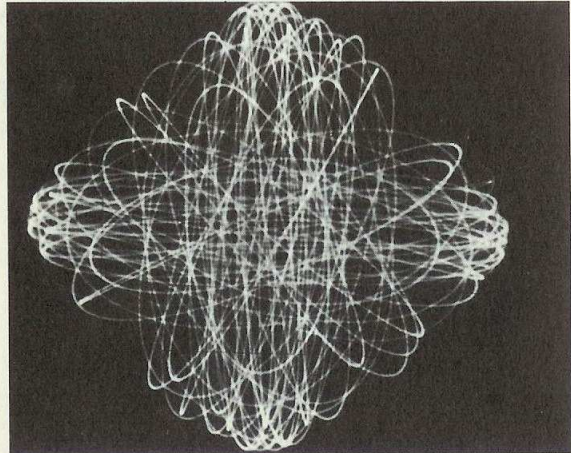
(Quelle: Amateur-Funkfernsehertechnik RTTY, H.J.Pietsch, 1979)

Zum Aufbau der Schaltungen benötigte man Kenntnisse im Umgang mit digitalen und analogen Bauteilen, Messmittel, aber auch im laufenden Betrieb waren technische Kenntnisse und Hilfsmittel erforderlich, die heute nicht mehr zur Standardausrüstung der meisten Funkamateure gehören.

Die Abstimmung der QRG auf den KW-Bändern erforderte z.B. in der Regel ein Oszilloskop, was später durch eine Matrix aus Leuchtdioden ersetzt wurde.



3.113 Oszillografische Abstimmanzeige beim Filterkonverter: Fehlabbildung - der eingestellte Filterabstand ist zu groß. Kleineres Übersprechen im Y-Kanal.



3.114 Oszillografische Abstimmanzeige beim Filterkonverter: Exakte Abstimmung - Typisches Bild mit Nebellinien durch hohe Oberwellenbildung bei schnellem Wechsel der Kennzustände (hier: ryry).

(Quelle: Amateur-Funkfernsehertechnik RTTY, H.J.Pietsch, 1979)

Nach und nach kamen auch ein paar fertig aufgebaute Geräte auf den Markt. Diese aufwendigen, teuren Geräte waren zunächst ausschließlich auf die Betriebsart RTTY beschränkt, einige noch für CW ausgelegt. Damit lag die Anzahl der an dieser digitalen Betriebsart teilnehmenden Funkamateure entsprechend gering, denn es war ein relativ teures und technisch aufwendiges Hobby !

5 Computer in der RTTY-Technik



Abb. 5.4 Fernschreib- und CW-Computer kommerzieller Fertigung aus den USA (HAL CT2200) Foto: Richter + Co.



Abb. 5.3 Fernschreib- und CW-Computer kommerzieller Fertigung aus Japan (TONO 9100 E) Foto: Weberruß



Abb. 5.5 Fernschreib- und CW-Computer mit getrennter Tastatur aus Japan (Telereader CWR 685E und KB 685E) Foto: Richter + Co.

(Quelle: RTTY, AMTOR und Packet-Radio von H.J.Pietsch, 1985)

Diese anfangs relativ komplizierte und teure Technik, hatte ihre Auswirkung auf die Anzahl der Aktiven. Nach spärlichen Anfängen in den 50er Jahren gab es Ende der 70er in Deutschland etwa 2000 Funkamateure, die an RTTY teilnahmen, ca. 3000 in Europa, geschätzt etwa 10000 weltweit.

Bis zum Ende der 70er Jahre benötigte man in Deutschland zum Betrieb in RTTY einen speziellen Eintrag der damaligen Deutschen Bundespost in die Lizenzurkunde, wozu man mindestens ein Jahr lang lizenziert sein musste.

Der Heimcomputer kommt !

Anfang der 80er Jahre zog dann mit dem Commodore PET, Tandy TRS-80, Sharp MZ80, dem Apple-II und vor allem seinen mit dem Budget eines Funkamateurs aufbaubaren Clones, der Personal-Computer langsam in die Shacks ein.



(Quelle: <http://www.cedmagic.com/history/three-computers-1977.html>)



Eigenbau-Apple-II-Clone und DJ6HP-Konverter mit LED-Scope als Abstimmmanzeige, DL5DI, München 1980

HF: TS120S und Zeilenendröhren-PA nach DL9AH

(Foto: DL5DI)

Nachfolger waren dann Heimcomputer wie Atari 400/800/ST, Sinclair ZX80, Commodore VC20, C64, C128, Amiga500/1000/2000 usw.



v.l. Atari 400/800/520ST



v.l. Commodore C16/VC20/C64



v.l. Commodore Amiga 500/2000 und Sinclair ZX80



PR-BBS DB0LJ 1987 auf Commodore Amiga2000 mit eingebautem „IBM-PC“

(Foto: DL5DI)

Der PC kommt vom Büro in den Privathaushalt

Nach den zahlreichen APPLE-II-Clones wurden nach und nach auch die IBM-PCs nachgebaut, ge-„cloned“. Die Preise bröckelten und langsam zogen PC-Nachbauten in die Haushalte und Shacks ein, sie wurden schneller und besser ausgestattet als die Originalen von IBM.

Mit den Jahren wurde aus dem PC-DOS von IBM das Microsoft MS-DOS, nach der grafischen Oberfläche GEM kamen Windows und OS/2.



2 „IBM-Clones“ im Einsatz bei DB0LJ:

Packet-Radio BBS DB0LJ mit DieBox auf einem MS-DOS-PC und TCP/IP-Server DB0LJ-1 unter OS/2

(Foto: DL5DI)

Diese Entwicklung der Computer-Technologie hatte starken Einfluss auf die digitalen Betriebsarten im Amateurfunk. Nach und nach wurden die mechanischen Maschinen durch Software abgelöst und die Zahl der an dieser Betriebsart teilnehmenden Funkamateure nahm stark zu. Ausserdem wurde es erheblich einfacher mittels Software Betriebsarten zu optimieren und neue zu entwickeln.

Mit G-Tor, Amtor, Packet-Radio und Pactor wurden zunächst die Betriebsarten zur Schriftübertragung mit üblichen Modems (FSK/AFSK) entwickelt.

Es folgten ständig Neuerungen, Verbesserungen, schnellere Verfahren, störungsunanfälligere, fehlerkorrigierende, Energie- und Platz-sparendere/effizientere und vor allem nachdem die Nutzung von preisgünstigen digitalen Signalprozessoren (DSPs) im Amateurfunk möglich wurde und damit die Phasenmodulation (Phase-Shift-Keying = PSK), tauchten ständig neue Entwicklungen auf.

SP9VRC führte die aus der Raumfahrt stammende Modulationsart PSK mit einem Motorola Modemchip erstmals in den Amateurfunk ein.

G3PLX, der Erfinder von Amtor, leitete mit der Nutzung des Soundmodem-DSPs des PCs an Stelle eines teuren externer DSP-Bausteins Ende der 90er Jahre eine ganze Reihe von Neuentwicklungen ein. Er ermöglichte mit seiner Freeware erstmals den Betrieb von PSK31 ohne zusätzliches Modem.

Heute besitzt nahezu jeder PC einen einfachen DSP in Form eines Soundmodems und erlaubt damit die unkomplizierte und preisgünstige Teilnahme vieler Funkamateure an digitalen Betriebsarten. Es ist häufig nur noch eine Frage von Software.

Für einige wenige Betriebsarten wie Pactor-2 und 3 sind auch heute noch externe Modems erforderlich, da das Betriebssystem Windows nicht die erforderlichen Reaktionszeiten zulässt.