



Digitale Betriebsarten auf Kurzweile

Michael, HB9FGU

Übersicht über die heutigen Themen

- Hellschreiben (1929)
- RTTY (~1950er)
- PSKxx (1998)
- FreeDV (2012)
- FT8 (2017)
- VarAC (2021)
- Freedata (2022/2023)

Übersicht

- **Hellschreiben** ist die älteste – eine elektromechanische Faksimile-Schreibmethode, lange vor der Digitaltechnik.
- **RTTY** kam mit der Verbreitung von Fernschreibgeräten (z.B. Baudot/Murray-Code) auf Kurzwelle in den 1950ern auf.
- **PSK31** war der erste wirklich PC-basierte, schmalbandige Textmode und revolutionierte das digitale HF-Betreiben. ■

Übersicht

- **FT8** wurde durch seine extreme Schwachsignaltauglichkeit zum meistgenutzten HF-Digitalmode überhaupt.
- **FreeDV** (DV = Digital Voice) ist mehr und mehr im Kommen.
- **VarAC** und **Freedata** sind die jüngsten – beide für Datei-/Nachrichtenaustausch auf HF ausgelegt, gewissermassen die modernste Generation. ■

Fldigi und Flrig

- **Fldigi** wurde von Dave Freese (W1HKJ) entwickelt und erschien erstmalig 2007.
- 2011/2012 kam dann noch **Flrig** als eigenständiges Tool hinzu.
- Beide werden bis heute aktiv gepflegt und laufen sowohl unter Windows als auch unter Linux.
- FL steht für Fast Light — abgeleitet von der Grafikbibliothek FLTK (Fast Light Toolkit), die für die Benutzeroberfläche verwendet wird. ■

Hellschreiben

Der Hellschreiber

- Der Hellschreiber (Typenbildfeldfernsehreiber) ist ein von Rudolf Hell erfundenes Fernschreibgerät, das Mitte des 20. Jahrhunderts auf besonders störanfälligen Übertragungswegen benutzt wurde.
- Das Prinzip wurde 1929 patentiert und sowohl mit Funk-Übermittlung als auch über Kabel eingesetzt. Besondere Bedeutung hatte er bei der Übertragung von Pressefunknachrichten bis in die 1980er Jahre.
- Heute wird Hellschreiben teilweise noch von Funkamateuren benutzt.

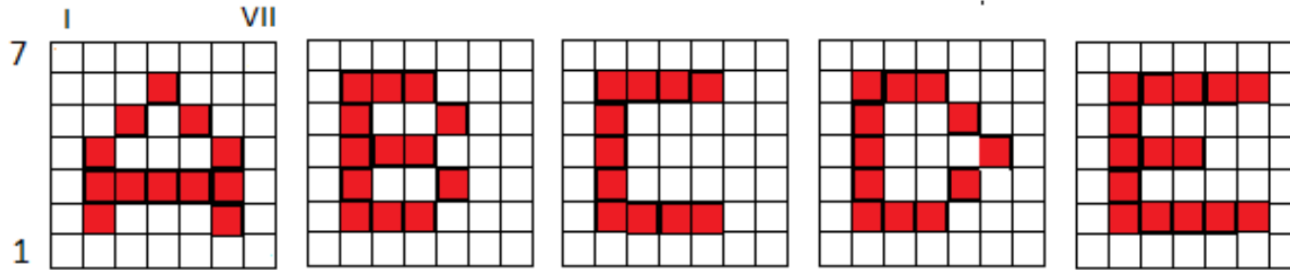


Rudolf Hell

- Geboren am 19.12.1901 in Schierling-Eggmühl (JN68CU, nr. Regensburg), gestorben am 11.03.2002 in Kiel
- Er war ein deutscher Erfinder und Unternehmer vor allem in den Bereichen Nachrichten- und Reproduktionstechnik.
- Er ist der Erfinder des
 - Hellschreibers (1929),
 - Klischographen (1951) und des
 - digital erzeugten Fotosatzes (1965).
- Er ist Träger des Grossen Bundesverdienstkreuzes mit Stern, des Gutenberg-Preises und des Werner-von-Siemens-Rings. Und er ist Ehrenbürger der Landeshauptstadt Kiel. ■

Das Prinzip (1/5)

- Schrift wird in Pixeln übertragen.

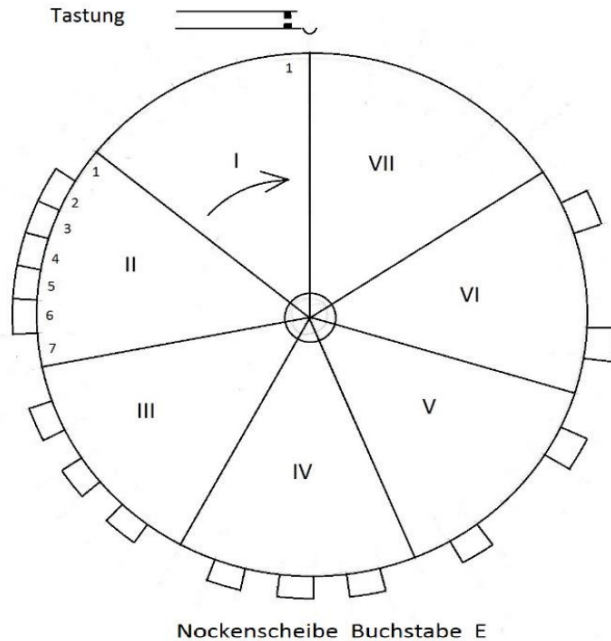


- Schneidet man am Beispiel «E» das Bild in 7 vertikale Streifen und legt sie horizontal nebeneinander, dann erhält man:



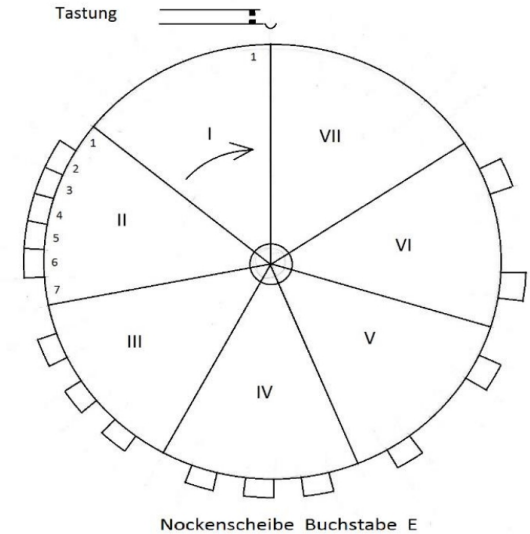
Das Prinzip (2/5)

- Daraus wird eine Nockenscheibe (für den Buchstaben E) erstellt:



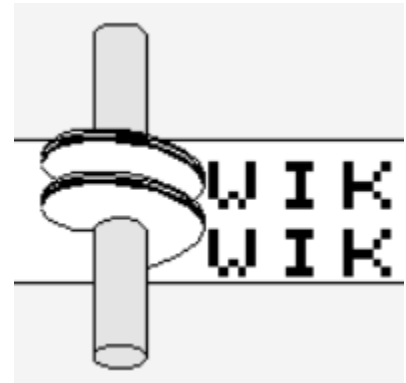
Das Prinzip (3/5)

- Beim Drehen der Nockenscheibe wird immer dann, wenn ein Zahn kommt, der Taster oben geschlossen (vergleichbar mit einer Morsetaste in CW).
- Im Empfänger wird die Schreibschnecke ans Papier gedrückt, wenn im Sender der Taster geschlossen ist.
- Die Verbindung zum Empfänger kann ein Telefonkabel sein oder eine Funkverbindung. ■



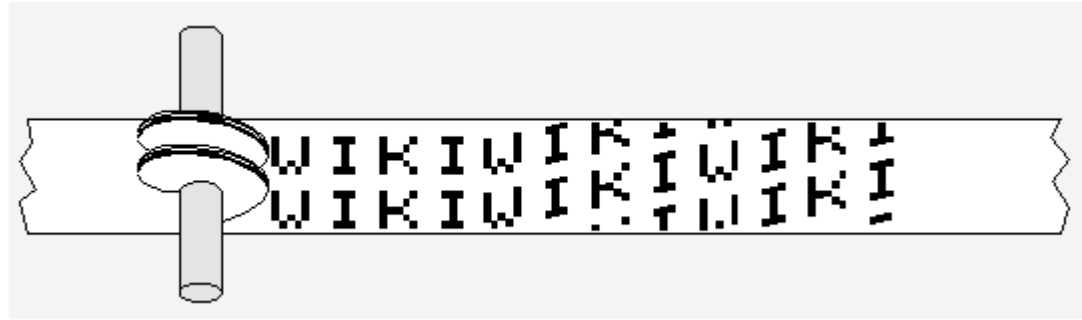
Das Prinzip (4/5)

- Die Schreibschnecke hat zwei Windungen und dreht sich 7 Mal so schnell um ihre Achse wie die Nockenscheibe.
- Dadurch, dass es zwei Windungen sind, werden alle Symbole zweimal geschrieben. ■



Das Prinzip (5/5)

- Laufen die Nockenscheibe im Sender und die Schreibschnecke im Empfänger nicht synchron, dann laufen die Zeilen schräg nach oben oder nach unten:



- Und hier sieht man auch, warum jede Zeile zwei Mal geschrieben wird: Wenn es schräg wird, kann man es trotzdem noch lesen. ■

Praxis (1/2)

...HE
...HE
00FGU HB9FGU DE DL1MM DL1MM PDE K...
00FGU HB9FGU DE DL1MM DL1MM PDE K...
...DL1MM DE HB9FGU - HALLO MEINHARD, JETZT GEHT ES!!! ENTSCHE
...DL1MM DE HB9FGU - HALLO MEINHARD. JETZT GEHT ES!!! ENTSCHE
UL DICE, ICH HATTE VERGESSEN, DEN SENDER EINZUSCHALTEN. DAS MUSS ICH NOCH EIN
UL DICE, ICH HATTE VERGESSEN, DEN SENDER EINZUSCHALTEN. DAS MUSS ICH NOCH EIN
BIS SEHEN LIEBEN. ABER ENDLICH HABEN WIR ES GEFUNDEN. - DL1MM DE HB9FGU ...HB9F
BIS SEHEN LIEBEN. ABER ENDLICH HABEN WIR ES GEFUNDEN. - DL1MM DE HB9FGU ...HB9F
GU HIER IST DL1MM, JA DAS KLAPPT GUT, WENN UNS KEINER DAZWISCHENFUNKT! LEIDER IST
GU HIER IST DL1MM, JA DAS KLAPPT GUT, WENN UNS KEINER DAZWISCHENFUNKT! LEIDER IST
ES SEHR SCHWACH UND GEST RT. HB9FGU DE DL1MM PSE K... DL1MM DE HB9
ES SEHR SCHWACH UND GEST RT. HB9FGU DE DL1MM PSE K... DL1MM DE HB9
FGU - JA, ES IST ZU VIEL LOS AUF DER FREQUENZ. ABER WIR HABEN EINEN PROOF OF CONCEP
FGU - JA, ES IST ZU VIEL LOS AUF DER FREQUENZ. ABER WIR HABEN EINEN PROOF OF CONCEP
T, ES FUNKTIONIERT. ICH WUERDE SAGEN, MACHEN WIR RT. DL1MM DE HB9FGU DE HB9F
T, ES FUNKTIONIERT. ICH WUERDE SAGEN, MACHEN WIR RT. DL1MM DE HB9FGU DE HB9F
GU ...
GU ...
...ROGER ROGER ROGER, HB9FGU HIER WAR DL1MM...
...ROGER ROGER ROGER, HB9FGU HIER WAR DL1MM...

Praxis (2/2)

DL1MM DE HB9FGU - HALLO MEINHARD, JETZT GEHT ES!!! ENTSCULDIGE, ICH HATTE VER
DL1MM DE HB9FGU - HALLO MEINHARD, JETZT GEHT ES!!! ENTSCULDIGE, ICH HATTE VER
RGESSEN, DEN SENDER EINZUSCHALTEN. DAS MUSS ICH WOHL NOCH EIN BISSCHEN UEBEN.
RGESSEN, DEN SENDER EINZUSCHALTEN. DAS MUSS ICH WOHL NOCH EIN BISSCHEN UEBEN.
ABER ENDLICH HABEN WIR ES GEFUNDEN. - DL1MM DE HB9FGU ...
ABER ENDLICH HABEN WIR ES GEFUNDEN. - DL1MM DE HB9FGU ...
IST DL1MM, JA DAS KLAPPT GUT, WENN UNS KEINER DANKT! LEIDER IST ES S
SEHR SCHWACH UND GEST RT HB9FGU ... DL1MM DE HB9FGU
SEHR SCHWACH UND GEST RT HB9FGU ... DL1MM DE HB9FGU
FGU - JA, ES IST ZU VIEL LOS AUF DER FREQUENZ. ABER WIR HABEN EINEN PROOF OF C
FGU - JA, ES IST ZU VIEL LOS AUF DER FREQUENZ. ABER WIR HABEN EINEN PROOF OF C
NCEPT, ES FUNKTIONIERT. ICH WUERDE SAGEN, MACHEN WIR QRT - DL1MM DE HB9FGU
NCEPT, ES FUNKTIONIERT. ICH WUERDE SAGEN, MACHEN WIR QRT - DL1MM DE HB9FGU
DE HB9FGU ...
DE HB9FGU ...

RTTY

RTTY

- Funkferschreiben (Radiotelex, englisch *Radio Teletype*) ist eine digitale Betriebsart, bei der die Kommunikation zwischen Fernschreibern über Funk durchgeführt wird.
- Zeichen (Buchstaben, Ziffern, Sonderzeichen) werden im Baudot-Code übertragen. ■

Baudot-Code

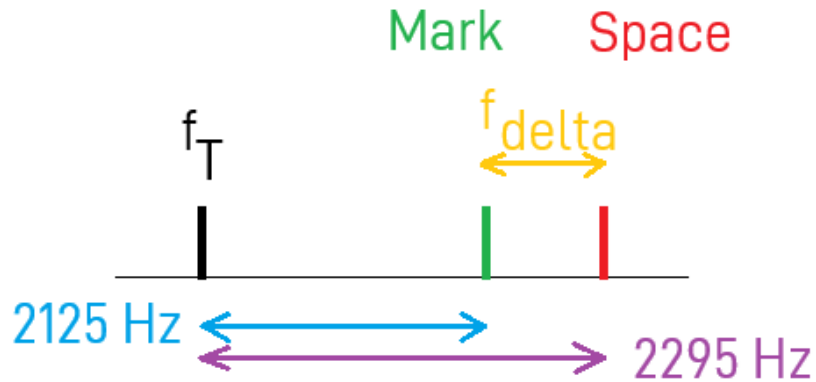
Steuerzeichen			
•- ...	Leerzeichen, Buchstabentabelle benutzen		
• • ...	Leerzeichen, Zahlentabelle benutzen		
•• ...	Letztes Zeichen löschen		
• • ... A	• • ... K	• • ... 1	• • ... ⁵ /
• • ... É	• • ... L	• • ... 2	• • ... ⁷ /
• • ... E	• • ... M	• • ... 3	• • ... ⁹ /
• • ... I	• • ... N	• • ... 4	• •
• • ... O	• • ... P	• • ... 5	• • ... '
• • ... U	• • ... Q	• • ... 6	• • ... :
• • ... Y	• • ... R	• • ... 7	• • ... ?
• • ... B	• • ... S	• • ... 8	• • ... (
• • ... C	• • ... T	• • ... 9	• • ...)
• • ... D	• • ... V	• • ... 0	• • ... -
• • ... F	• • ... W	• • ... ¹ /	• • ... /
• • ... G	• • ... X	• • ... ² /	• • ... +
• • ... H	• • ... Z	• • ... ³ /	• • ... =
• • ... J	• • ... -	• • ... ⁴ /	• • ... £

- Binärer Code (0, 1; H, L; ...) mit 5 «Ziffern»
- Das ergibt $2^5 = 32$ mögliche Kombinationen.
- Das reicht nicht für alle Buchstaben, Ziffern und Sonderzeichen...
- Lösung: Umschaltzeichen ■

Mark und Space

- Darstellung der Zeichen durch Töne:
- Den tieferen Ton nennt man *Mark* und hat eine Frequenz von 2125 Hz.
- Den höheren Ton nennt man *Space* und hat eine Frequenz von 2295 Hz.
- Diese Werte gelten im Amateurfunk! ■

Mark und Space moduliert



- Gesendet wird in SSB (USB).
- Durch die Modulation entstehen bei USB rechts vom Träger die beiden Seitenschwingungen für Mark und Space. ■

FSK und AFSK

- FSK steht für *frequency shift keying*, AFSK für *audio frequency shift keying*.
- Der Unterschied: Bei FSK wird die ZF im Sender direkt moduliert, bei AFSK wird der Mikrofoneingang verwendet.
- Beim IC-7300 muss man USB-D einstellen und somit macht man FSK. ■

DWD-Wetterstationen



Typische DWD-Wetterstationen (Beispiele)

Frequenz	Rufzeichen	Baud	Shift	Betriebszeit
4583.0 kHz	DDK2	50	±225 Hz	24/7
7646.0 kHz	DDH7	50	±225 Hz	24/7
10100.8 kHz	DDK9	50	±225 Hz	24/7

- Man beachte die unterschiedliche Shift (Abstand zwischen Mark und Space).
- Auch die Baudrate ist anders als im Amateurfunk. ■

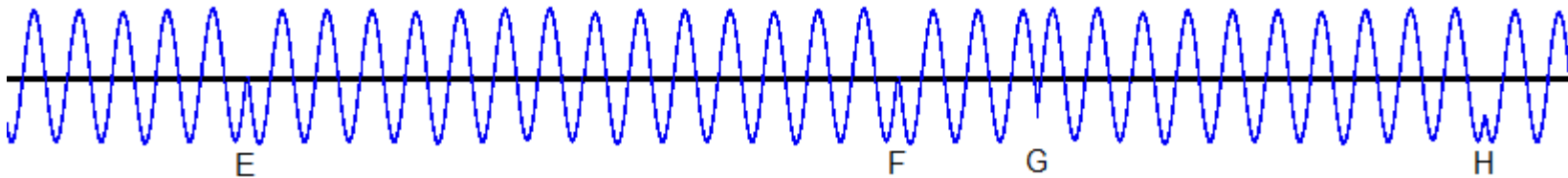
PSKxx

PSK31, PSK63, PSK125

- PSK steht für *phase shift keying*. Die Zahl dahinter für die Baudrate (Übertragungsgeschwindigkeit).
- Bei PSK31 entspricht die Übertragungsgeschwindigkeit in etwa der Tippgeschwindigkeit, wenn man das 10-Finger-System beherrscht.
- Bei PSK63 und PSK125 werden eigentlich nur noch vorgefertigte Textbausteine verwendet. ■

BPSK und QPSK

- Bei PSK unterscheidet man zwischen BPSK und QPSK.
- BPSK (binary PSK) bedeutet, dass es zwei Phasenzustände (z.B. 0° und 180°) gibt.
- QPSK (quadrature PSK) bedeutet, dass es vier Phasenzustände (z.B. 0° , 90° , 180° und 270°) gibt.
- Zwischen diesen Phasen wird hin- und hergeschaltet. ■



Peter G3PLX

- Das Verfahren wurde vom britischen Funkamateurl Peter Martinez G3PLX 1998 entwickelt.
- Er nannte dieses Verfahren ursprünglich *Varicode*, weil häufiger verwendete Zeichen kürzer und seltener verwendete Zeichen länger sind – ähnlich wie beim Morsecode.
- Die Bandbreite ist sehr gering und garantiert ein robustes Verhalten auch bei schwierigen Ausbreitungsbedingungen.
- Die entstehende Bandbreite bei der Phasenumtastung ist nicht viel grösser als die Baudrate. ■

FreeDV

(nur Demo)

FT8

(nur Demo)

FreeData

(nur Demo)