

Funkfern-schreib-Verfahren (1)

Ludwin Monz, DF8PD, Südring 40, 6500 Mainz; Joachim Wollweber, DF5PY, Schillerplatz 18 a, 6500 Mainz

Ziel dieses Artikels ist es, einen kompakten Überblick über die Grundlagen der einzelnen Funkfern-schreibverfahren zu vermitteln. Im einzelnen wird auf Heli, Baudot, ASCII und AMTOR eingegangen sowie auf die Beschreibung eines einfachen Universalterminals, das leicht nachbaubar ist und preislich jedem den Einstieg ermöglichen soll.

Die einfachste und zugleich bekannteste Möglichkeit, Nachrichten zu übermitteln, ist der Morsecode. Dieser erlaubt das gehörmäßige Erkennen sowie die Niederschrift einer Nachricht unter schwierigsten Bedingungen.

Da dies aber das Erlernen des Morsecodes voraussetzt, wurde schon früh der Wunsch laut, die Nachricht ohne Erlernen eines Codes zu übermitteln und auf der Gegenseite gleich schriftlich fixiert zu erhalten. So entstanden Heli und Baudot ungefähr zur gleichen Zeit, später ASCII und zuletzt AMTOR.

Auf Packet Radio, das komplexeste zur Zeit im Amateurfunk verwendete Übertragungsverfahren, soll hier noch nicht eingegangen werden.

Hellschreiben

Die Fernschreibbetriebsart Hellschreiben, benannt nach ihrem Erfinder Dr. Ing. Rudolf Hell, ist wohl die seltenste Schriftübertragungsmethode des Amateurfunks. Das System wurde in den zwanziger Jahren erdacht, fand dann etwa 1935 bis 1950 seine größte kommerzielle Anwendung. Abgewandelte Systeme sind sogar heute noch in Betrieb [1].

Hellschreiben wurde für störanfällige Draht- und drahtlose Fernschreibstrecken entwickelt [2]. Seine hohe Störunanfälligkeit bei gleichzeitig extremer Einfachheit der Geräte macht wohl die Faszination aus, die von dieser Betriebsart ausgeht.

Hellschreiben nimmt unter den Fernschreibbetriebsarten eine gewisse Sonderstellung ein: Den Zeichen werden keine definierten Codes zugeordnet, wie das bei allen anderen Betriebsarten nötig ist. Die Gestalt der Zeichen wird direkt übermittelt, ähnlich der Übertragung eines komplizierten Bildes bei SSTV oder FAX. Aus diesem Grund spricht man häufig auch von „Typenbildfern-schreiben“ oder von einer speziellen Art der „Bildtelegraphie“.

Zur Übertragung wird das Zeichen mittels eines bestimmten Rasters zerlegt (Abb. 1). Ursprünglich wurde ein Raster von 7 x 7 Punkten benutzt, es sind jedoch auch andere Einteilungen möglich, z.B. die in der Mikrocomputertechnik häufig verwandte 5 x 7-Aufteilung, das entspricht mit Leerspalten zwischen den Zeichen 8 x 7 Punkten. Hierzu müssen die Empfangsanlagen nicht modifiziert werden.

Bei der Aussendung des Zeichens werden dann die Einzelpunkte in einer bestimmten Reihenfolge und Geschwindigkeit so ausgegeben

8	16	24	32	40
7	15	23	31	39
6	14	22	30	38
5	13	21	29	37
4	12	20	28	36
3	11	19	27	35
2	10	18	26	34
1	9	17	25	33

Abb.1: Der Hellsender gibt die Schwarz-Weiß-Informationen in der angegebenen Reihenfolge aus.

(Abb. 1), daß bei jedem schwarzen Punkt der Sender eingetastet wird. Bei dem im Amateurfunk gebräuchlichen sogenannten Feldhell ist die Ausgabegeschwindigkeit 17,5 Spalten pro Sekunde. Bei 7 Spalten pro Zeichen ergeben

sich somit 2,5 Zeichen/Sekunde. Für das 7 x 7-Punkte-Raster wird also eine Datenflußrate von 122,5 einzelnen Schwarz-weiß-Informationen pro Sekunde erreicht. Dies entspricht einer Telegraphiegeschwindigkeit von 122,5 Baud.

Eine wichtige Eigenart des Feldhellschreibens ist, daß im Gegensatz zu Weiterentwicklungen keine Start-Stop-Informationen ausgegeben werden. Die Übertragung des Zeichens kann somit zu jedem beliebigen Zeitpunkt beginnen. Dennoch müssen Sender und Empfänger vor der Zeichenübermittlung nicht synchronisiert werden, d.h., beide müssen nicht in ein festes Zeitschema eingepaßt werden, aus dem hervorgeht, wann die Zeichen beginnen und enden.

Der Grund hierfür liegt in dem ausgeklügelten, aber denkbar einfachen Empfangsmechanismus: Man stelle sich zwei Punkte vor, die sich mit konstanter Geschwindigkeit von unten

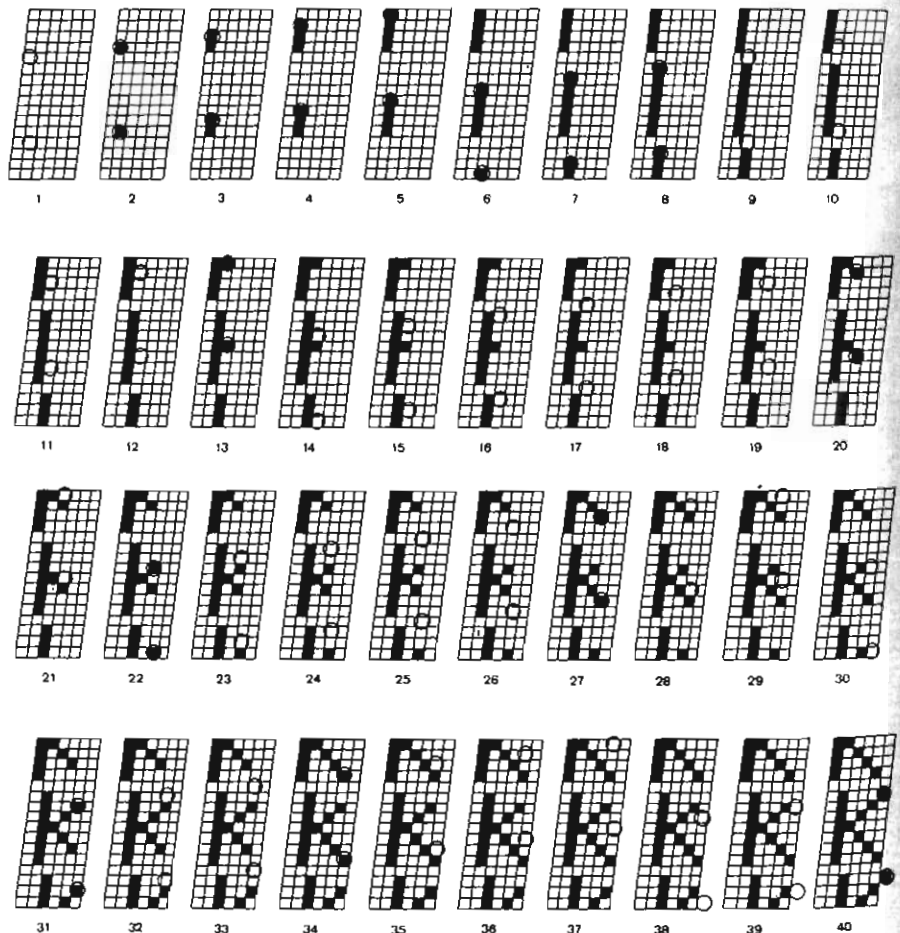


Abb.2: Die beiden „Schreibpunkte“ des Hellschreibers bewegen sich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit von unten nach oben über den Papierstreifen. Ihr Abstand zueinander ist zu jeder Zeit gleich. Erreicht ein „Schreibpunkt“ den oberen Streifenrand, so beginnt er erneut am unteren Rand. Der Papierstreifen bewegt sich langsam von rechts nach links. Immer dann, wenn der Hellsender die Informationen „schwarz“ sendet, wird an der momentanen Position der Schreibpunkte je ein schwarzer Punkt erzeugt. Unabhängig von der Stellung der Schreibpunkte bei Sendebeginn entsteht immer eine vollständige Abbildung des Zeichens.

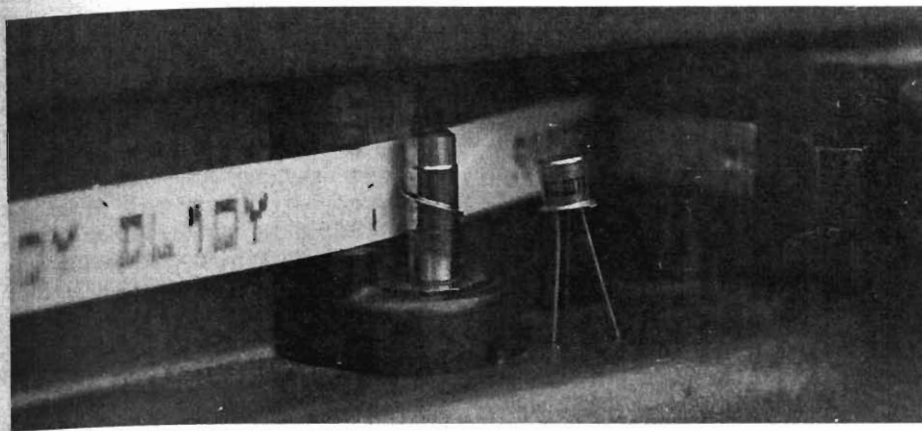


Abb.3: Mechanische Schreibereinheit eines Feldhellschreibers.

nach oben über einen schmalen Papierstreifen bewegen (Abb. 2) und bei Berührung mit dem Papier zeichnen. Erreicht ein „Schreibpunkt“ den oberen Papierrand, so „springt“ er nach unten und beginnt von neuem. Der Abstand der beiden Punkte soll konstant die halbe Streifenbreite betragen. Die Geschwindigkeit ist so gewählt, daß die Punkte die halbe Streifenbreite in der oben festgelegten Zeit für eine Zeichenspalte überstreichen. Dabei wird der Papierstreifen langsam fortbewegt. Berühren die „Schreibpunkte“ dauerhaft das Papier, so entstehen gleichmäßige, schräge Linien.

Zur Niederschrift der Zeichen steuert man den Schreiber so, daß das Papier die „Schreibpunkte“ immer dann berührt, wenn ein Signal vom Sender empfangen wird. Wie man in Abb. 2 verfolgen kann, entsteht so ein vollständiges und ein zerteiltes Abbild des empfangenen Zeichens, und zwar unabhängig von der Anfangsposition der „Schreibpunkte“. Diese beeinflusst lediglich die Lage des Zeichens.

Die Umsetzung dieses Prinzips in einem Aufzeichnungsmechanismus ist sehr einfach (Abb. 3). Die beiden „Schreibpunkte“ erzeugen eine rotierende Spirale mit zwei Windungen. Die so gebildete Schreibspindel wird von oben (in Abb. 3 nicht eingezeichnet) durch eine Farbwalze eingefärbt. Der Papierstreifen wird unter der Spindel durchgezogen und kann durch einen Elektromagneten gegen dieselbe gedrückt werden.

Worin liegt nun die hohe Störunanfälligkeit bei Feldhell begründet? Zum einen wird auf Startschritte verzichtet. Störsignale können also nicht als Startzeichen fehlinterpretiert werden, wie dies z.B. bei Betriebsarten wie Baudot oder ASCII (siehe unten) der Fall ist. Zum anderen können Störsignale, die nur einzelne Bildpunkte verfälschen, nicht das ganze Zeichen unleserlich machen. Es entsteht lediglich ein unsauberes Schriftbild.

Ein weiterentwickeltes Hellschreiben ist das sogenannte GL-System. Der Zeichenbeginn wird durch einen Startschritt signalisiert, Sender und Empfänger werden synchronisiert. Deshalb kann auf das doppelte Aufzeichnen verzichtet werden; es entsteht nur ein vollständiges Schriftbild. Die übliche Übertragungsge-

schwindigkeit ist 6,13 Zeichen pro Sekunde, das entspricht 300 Baud. Der Amateurfunk verwendet dieses störanfälligere GL-System überwiegend auf UKW.

Möchte man Hellschreiben praktizieren, so ist die Beschaffung der Maschinen das Hauptproblem. Den Hellschreiber, der im Presse-dienst früher in größerer Stückzahl eingesetzt wurde, kann man leichter erstehen als den eher seltenen Hellgeber. Der Selbstbau eines mechanischen Hellschreibers ist relativ leicht möglich [3].

Für Mikrocomputer-Benutzer bietet sich der PC Apple II an, für den bereits entsprechende Software (z.B. von PAOKLS) existiert, deren Beschreibung demnächst veröffentlicht werden soll.

Morsen, Baudot

Beim Morsen werden die Zeichen nicht nur durch Tasten eines Trägers, sondern auch durch die zeitliche Länge (Punkt, Strich, Pausen) übermittelt. Die Gesamtzeichenlänge nimmt mit der Häufigkeit der Zeichen in der Nachricht ab.

Da Fernschreibmaschinen vor Aufkommen der Mikroprozessoren ausschließlich auf mechanisch-elektrische Wandlung der Zeichen angewiesen waren, entstanden Codes, bei denen alle Zeichen die gleiche Länge haben.

Vor Verwendung von Funk wurden 2 Leitungen zur Übertragung der Zeichen verwendet.

So boten sich zwei verschiedene Spannungspegel an (z.B. 0 und 60 V).

Bei Verwendung von mehreren Pegeln, z.B. 1 V = A, 2 V = B, ... , müßte das System vor jeder Übermittlung neu justiert werden, da die Stationen unterschiedlich weit voneinander entfernt sind und durch den Spannungsabfall auf den Leitungen die Pegel kleiner würden. Bei 2 Pegeln funktioniert die Übertragung ohne vorherige Justierung.

Der Ruhezustand wurde dabei auf den höheren Pegel gelegt, damit ein Leitungsbruch sofort erkannt werden kann. Da die Fernschreibmaschine im Ruhezustand von einem Ruhestrom (zieht den Empfangsmagnet an) durchflossen wird, beginnt die Maschine bei Fehlen desselben zu rattern.

Die Übertragung eines Zeichens beginnt mit dem Abfallen des Pegels (Abb. 4), dem sogenannten Startschritt. Die 60 V vor dem Abfallen stellen eine Marke (engl. mark) und der Abfall einen Zwischenraum (engl. space) mit 0 V dar. Die Abkürzung für diese beiden Zustände sind Mark und Space oder 1 und 0 bzw. entsprechend z.B. 60 V und 0 V.

Das eigentliche Zeichen wird durch die Kombination von 5 Spannungspegeln (entspricht 5 Bit) übertragen. Dabei sind die 5 Datenpegel jeweils genauso lang wie der Startschritt.

Die Übermittlung des Zeichens endet mit dem sogenannten Stoppschritt, der meist 1,5mal so lang (evtl. auch 1- oder 2mal so lang) ist wie der Startschritt.

Die Schrittdauer wird durch einen sehr konstant drehenden Motor bestimmt.

Die Dekodierung und Kodierung der Zeichen-Kombination funktioniert durch ineinander verschachtelte Kämmen, die mechanisch verschoben werden und der Kombination des Zeichens entsprechen.

Die Anzahl der Datenschnitte wurde mit 5 festgelegt. Dies ergibt $2^5 = 32$ Zeichen, wenn alle Kombinationen von 00000 bis 11111 berücksichtigt werden. Hiermit können aber nicht alle Zeichen, Ziffern und Buchstaben sowie nötige Funktionen übermittelt werden. Ein 6. Datenbit macht die Zeichenübertragung langsamer. Da die Ziffernhäufigkeit sehr viel kleiner ist als die von Buchstaben, wurden sogenannte Umschaltzeichen eingeführt (Figs, engl. figure-shift, von Buchstaben auf Ziffern und Zeichen

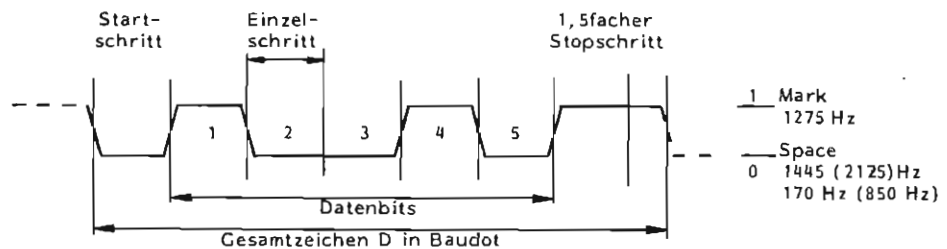


Abb.4: Zeitlicher Sendeablauf eines Baudotzeichens.

