



TECHNISCHE MITTEILUNGEN

**GERÄTENTWICKLUNGEN
AUS DEN JAHREN 1929-1939**

HEFT 1 - MAI 1940

**HAUSMITTEILUNGEN DER FIRMA
DR.-ING. RUDOLF HELL - BERLIN-DAHLEM**

Inhalt:

		Seite
	Zum Geleit	1
R. Hell	Die Entwicklung des Hell-Schreibers	2
G. Ege und H. Promnitz	Der Siemens-Hell-Feldschreiber	11
G. Ege	Der Schnellmorseschreiber System Hell	20
H. Haberland	Der Schnellmorseschreiber als Funkempfangsgerät	26
H. Haberland	Eine Untersuchung zur Bekämpfung von Doppelzeichen im Kurzwellen-Hell-Telegrafie-Betrieb	31
R. Hell	Der Uebungsmorseschreiber	40
K. Bär	Tonfrequenz-Bandfilter kleiner Abmessung	45
H. Haberland und H. Haupt	Ein neues Frequenz-Meßgerät für 25—50 MHz	48
K. Bär	Der DVL-Hell-Eisensucher	50

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge. Nachdruck einzelner Aufsätze, auch auszugsweise, nach vorheriger Genehmigung gestattet.



TECHNISCHE MITTEILUNGEN

HEFT 1 - MAI 1940

DR.-ING. RUDOLF HELL - BERLIN-DAHLEM

ZUM GELEIT.

Im Jahre 1939 feierte die Firma Dr.-Ing. Rudolf Hell ihr zehnjähriges Bestehen. Es war geplant, bei dieser Gelegenheit eine Festzeitschrift herauszugeben, die gleichzeitig das erste Heft einer in zwangloser Folge erscheinenden Reihe von Hausmitteilungen sein sollte. In diesen Mitteilungen soll von allen Mitarbeitern der Firma über Entwicklungsarbeiten und über neue durchgebildete Geräte berichtet werden, die für die Allgemeinheit von Interesse und für eine Veröffentlichung geeignet sind.

Durch die außerordentlichen Zeitgeschehen verzögerte sich die Herausgabe des vorliegenden ersten Heftes, das nunmehr in vereinfachter und gekürzter Form erscheint und sich auf die Beschreibung einiger wesentlicher Geräte und Untersuchungen beschränkt.

Dr.-Ing. Rudolf Hell.

Berlin-Dahlem, Januar 1940.

Die Entwicklung des Hell-Schreibers.

Von R. Hell.

1. Einleitung.

Die starke Ausbreitung des Nachrichtenwesens, besonders des Presseverkehrs, bei dem von einer zentralen Station aus für viele Empfänger gesendet wird, erforderte bereits vor mehr als zehn Jahren die Durchbildung eines Fernschreibers, der bei einfachem Aufbau und hinreichender Uebertragungsgeschwindigkeit eine sichere Schriftzeichenübertragung im Funkverkehr ermöglicht.

Die funktelegrafische Uebermittlung von Telegrammen mit den bekannten auf dem Fünferalphabet aufgebauten Fernschreibern (Drucktelegrafen) war nicht hinreichend betriebssicher. Störungen im Funkweg verfälschten die einzelnen Zeichen und brachten empfangsseitig ein unrichtiges Schriftzeichen zum Abdruck, ohne daß es möglich war, die fehlerhafte Niederschrift als solche zu erkennen. Die Mehrfachaussendung und Speicherung desselben Zeichens auf der Empfangsseite, wie beispielsweise bei dem Verdan-Verfahren¹⁾ vermindert die Fehlerzahl bei der Uebermittlung der Zeichen. Der Erfolg derartiger Methoden kann kein vollkommener sein, er ist nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung um so größer, je öfter das gleiche Zeichen übermittelt wird. Ein Einsatz dieses Verfahrens für den Pressefunk an viele Empfänger ist u. a. wegen des erforderlichen großen apparatellen Aufwandes nicht zweckmäßig.

sehr große Uebermittlungsgeschwindigkeiten, wobei allerdings äußerst hohe Telegrafiergeschwindigkeiten, d. h. viele Stromimpulse in der Zeiteinheit, erforderlich sind. Bei Bildübertragungen über große Entfernungen auf Kurzwellen zeigen sich durch die im Uebertragungswege auftretenden Nachhallerscheinungen starke Verbreiterungen der übertragenen Zeichen, die nur durch eine derart wesentliche Herabsetzung der Uebermittlungsgeschwindigkeit unschädlich gemacht werden können, daß die Vorteile der Textübermittlung mit Bildgeräten nicht mehr ausgenutzt werden.

Aus diesen Erkenntnissen ergab sich für die Entwicklung eines neuen Fernschreibers die Aufgabenstellung: Die Vorteile der bildtelegrafischen Uebermittlung, das ist die sofortige Erkennung von Uebertragungsfehlern, sind zu erhalten, wobei mit kleinster Telegrafiergeschwindigkeit höchste Uebermittlungsgeschwindigkeit anzustreben ist.

Das Entwicklungsziel, ein für Presseempfang brauchbares Gerät zu schaffen, konnte nur mit einem denkbar einfachen Schreibgerät erreicht werden.

Gewisse Vorbilder für den angestrebten Fernschreiber gab es bereits aus den Anfangszeiten der Telegrafie in den Kopiertelegrafen²⁾ bei denen als Hauptzweck eine Schriftzeichenübertragung ange-



Abb. 1: Empfangsstreifen mit elektrochemischer Registrierung.

Bei der Uebertragung von Schriftzeichen mit Bildübertragungsverfahren sind Uebertragungsfehler sofort erkennbar. Die Bildübertragung bringt somit gegenüber Drucktelegrafen einen grundsätzlichen Vorteil. Hochwertige Bildübertragungsverfahren ergeben

¹⁾ Die Störfreiung in der drahtlosen Telegrafie nach dem Verfahren Baudot-Verdan. Elektr. Nachr. Techn. 49 (1928) S. 623.

strebt wurde. Diese vor der Jahrhundertwende entstandenen Geräte können als Pioniergeräte gelten. Sie waren jedoch den mechanischen Möglichkeiten für die Gerätdurchbildung und dem Stande der Uebertragungstechnik vorausgeeilt und konnten daher keine Einführung in die Praxis gewinnen.

²⁾ Korn-Glatzel, Handbuch der Phototelegraphie und Telautographie (1911) S. 41 ff.

2. Entwicklungsgrundlagen.

Die Beschränkung auf bildtelegrafische Uebertragung ermöglicht, sowohl Schriftzeichen in Form von großen lateinischen Buchstaben als auch Zahlen, in einzelne Abtastlinien und Bildpunkte zerlegt, als leitende und nicht leitende Elemente auf eine gleichförmig umlaufende Sendewalze aufzubringen. Es wird dadurch die Lage der einzelnen Schriftzeichen in eine feste Beziehung zu den einzelnen Abtastlinien gebracht, wobei leichte Lesbarkeit bei geringster Bildpunktzahl erzielt wird. Der Abtastvorgang der einzelnen Schriftzeichen wird durch eine Schreibmaschinentastatur oder durch einen Lochstreifen ausgelöst. Start-Stop-Anordnungen werden im Interesse der Uebertragungssicherheit bei gestörten Uebertragungskämen und aus mechanischen Gründen vermieden. Die Sendewalze und das Registrierorgan auf der Empfangsseite sollen kontinuierlich durchlaufen. Durch eine besondere Tastensperre wird die Aussendung der einzelnen Schriftzeichen abhängig von der Stellung der Sendewalze eingeleitet und beendet.

Alle Bildübertragungsgeräte erfordern einen synchronen Lauf des Gebe- und Empfangsorgans. Bei dem Hell-Schreiber werden die ausgesendeten Bildpunkte zweimal übereinander aufgezeichnet, wobei die Entfernung der beiden Registrierungen der Länge einer Bildlinie entspricht. Es entstehen jeweils zwei übereinanderliegende gleiche Schriftzeichen, zwei Schriftzeilen. Bei abweichenden Drehzahlen von Geber und Empfänger ist mindestens eine der beiden übereinander geschriebenen Schriftzeilen lesbar, während die zweite Schriftzeile unter Umständen auseinandergeschnitten ist und zum Teil über und zum Teil unter der lesbaren Mittelzeile liegt. Besondere Synchronisiereneinrichtungen sind dabei nicht erforderlich. Es muß lediglich durch elektromechanische Regler ein ungefährender Gleichlauf der Antriebsmotore des Gebers und des Empfängers eingehalten werden.

Die seinerzeit bekannten hochwertigen Bildempfangsgeräte verlangten eine fotografische Entwicklung des Bildes. Die Bilder sind nicht sofort beim Empfang sichtbar; es ist nicht möglich, den Funkempfänger unter Beobachtung der Empfangsgüte auf optimalen Empfang einzustellen. Aus diesem Grunde und im Interesse der einfachsten Bedienung des Gerätes konnte daher für den Fernschreiber nur eine Registriermethode ohne nachträgliche Entwicklung mit sofortigem Erscheinen der Schrift angewendet werden.

Für die ersten Versuchsgeräte (1929) wurde eine elektrochemische Registrierung (Abb. 1) erprobt, bei der 14 nebeneinanderliegende Fühlstifte (Abb. 2) den Registrierstreifen abtasteten. Ein Verteiler schaltete die einzelnen Stifte nacheinander an die Tastleitung. Wegen der notwendigen Anfeuchtung des Registrierpapiers konnte diese Methode keine praktische Bedeutung erlangen.

Für den Hell-Schreiber wurde dann (1931) ein elektromechanisches Schreibsystem (Abb. 3) mit einer Schreibspindel, deren Spiralgang gezahnt war,

verwendet. Der unter der Spindel laufende Papierstreifen berührte die Spindel dauernd, so daß die einzelnen Zähne eng übereinanderliegende Zeilen auf das Papier zeichneten. Die Einfärbung wurde durch ein Kohlepapier zwischen Spindel und Registrierpapier bewirkt.

Beim Eintreffen von Schriftzeichenimpulsen erhielt das Papier durch ein kräftiges Lautsprecher-system eine Vibrationsbewegung senkrecht zur Fortbewegungsrichtung. Die registrierten Zeilen wurden dadurch seitlich auseinandergezogen, es entstanden an diesen Stellen kräftige tiefschwarze Verbreiterungen der Zeilen, die als Markierung der Bildpunkte dienten und die Schriftzeichen klar erkennen ließen. In der Abb. 4 ist ein derartiges Registriergerät gezeigt. Die Methode hat heute kein praktisches Interesse, sie wurde durch Systeme mit Hubregistrierung ersetzt.

Eine Verbesserung der Registrierung wurde durch ein erstmalig (1933) von der Firma Siemens & Halske angegebenes Wechselstromsystem erzielt. Dieses System enthält zwei getrennte magnetische Stromkreise, von denen einer in Resonanz mit der Empfangsfrequenz (900 Hz) ist, so daß die magnetischen Flüsse phasenverschoben sind. Derartige Anordnungen ermöglichen die Niederschrift der eingefärbten Zeichen auf vollkommen weißem Grund bei einer Uebertragungsgeschwindigkeit von 300 Zeichen/min und 144 Bildpunkten pro Schriftzeichen.

Dieser Entwicklungsstand wurde im Jahre 1933 und 1934 mit dem technischen Aufbau der Geräte wiederholt in der Literatur beschrieben^{3), 4), 5)}.

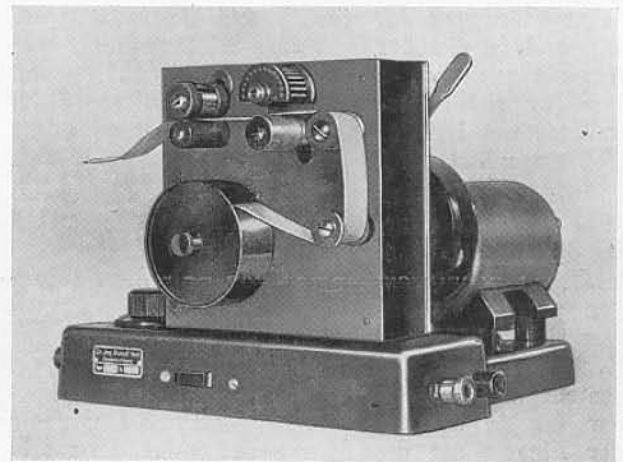


Abb. 2: ...
Versuchsgerät mit elektrochemischer Registrierung (1929).

3. Erste Erprobung.

Vor Aufnahme eines regelmäßigen Pressedienstes wurden gemeinsam mit dem Reichspost-

³⁾ H. Stahl, Der Siemens-Hell-Schreiber, *Telegr.- u. Fernspr. Techn.* 11 (1933) S. 291.

⁴⁾ H. Rassow, Der neue Siemens-Hell-Schreiber und seine Verwendung, *Fernm.-Techn.* 1 (1934) S. 1.

⁵⁾ P. Storch, Die Fortentwicklung des Fernschreibverkehrs über Draht und drahtlos, *ETZ* 55 (1934) S. 141.

zentralamt ausgedehnte Versuche über die Eignung des Fernschreibers im Funkverkehr durchgeführt. Es wurden bei Uebertragung unter schlechten Bedingungen sowohl Vergleiche des Schreibers mit Drucktelegrafien (Springschreiber) als auch mit Telefonieempfang vorgenommen, die in beiden Fällen eine wesentliche Ueberlegenheit der bildmäßigen

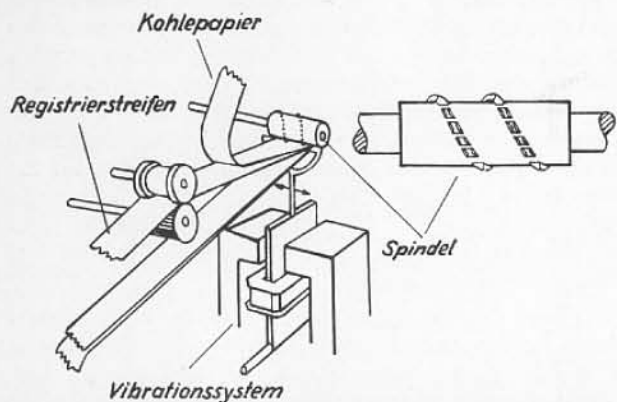


Abb. 3: Registrierung mit gezahnter Schreibspindel und Vibration des Streifens.

Schriftübertragung zeigten. Sendungen mit einer Großstation auf Langwellen ergaben in den Sommermonaten, in der Zeit der stärksten atmosphärischen Störungen, nur einen Wortausfall von 1 v. T., während zu gleicher Zeit eine telefonische Uebertragung praktisch nicht mehr durchführbar war. Der Vergleich zwischen Telegrafietastung und Telefonietastung bei Langwellen zeigte eindeutig die Ueberlegenheit der Telegrafietastung.

Auf Grund dieser Versuche erfolgte im Jahre 1934 der erste Einsatz der Geräte für die Presse. In der täglichen zwölf- und mehrstündigen Betriebszeit konnte eine Reihe von Betriebserfahrungen gesammelt werden, die von seiten des Deutschen Nachrichten-Büros und von seiten der Transocean G. m. b. H. in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurden und bei der weiteren Entwicklung der Geräte richtungweisend wurden. Besonders der Einsatz auf dem Kurzwellengebiet erforderte neue Maßnahmen zur Verbesserung der Geräte.

4. Einfärbung der Zeichen mit der Farbrolle.

Die Einfärbung der Schriftzeichen erfolgte bei den ersten Presseversuchen durch Auflegen von Kohlepapier auf das Registrierpapier, wobei bei Andruck der Schreibleiste gegen die Schreibspindel das Kohlepapier Farbe auf das Registrierpapier abgab. Die Verwendung des Kohlepapiers als Farbträger ergab bei dem hohen Preis des Kohlepapiers eine wesentliche laufende Belastung für die Nachrichtenagaturen. Außerdem mußte eine besondere

Vorrichtung angebracht werden, die das Kohlepapier aufnahm und gleich nach dem Auslaufen aus dem Gerät aufspulte.

Durch die Anbringung einer mit Farblösung getränkten Filzrolle über der Spindel (Abb. 5) ließ sich eine Einfärbung des Registrierpapiers unter Verwendung der Spindel als Farbzwischenträger erzielen. Bei dieser Einfärbung liegt die drehbar gelagerte Farbrolle mit geringem Druck auf der Spindel und wird von letzterer angetrieben. Die Verwendung einer colloidalen Lösung des Farbstoffes in Oel verhindert ein Austrocknen der Farbe und die Anlagerung von Farbresten auf der Schreibspindel; es wird eine gleichmäßige Einfärbung auch bei längster Betriebsdauer und nach beliebig langen Betriebspausen gewährleistet.

Die Untersuchung der Charakteristik der Einfärbung zeigte wesentliche Unterschiede zwischen der Einfärbung mittels Kohlepapier und mittels Farbe (Abb. 6). Die Tiefe der Einfärbung bei Kohlepapier ist von dem Andruck der Schreibleiste abhängig; es ergeben somit Störimpulse, deren Amplituden geringer als die Zeichenamplituden sind, bereits blasse Markierungen auf dem Registrierpapier, während mit stärkerem Druck niedergeschriebene Schriftzeichen kräftiger geschrieben werden. Es läßt sich in gewissen Fällen aus der Tiefe der Einfärbung eine Unterscheidung zwischen Störimpulsen und Schriftzeichenimpulsen feststellen. Der Gesamteindruck des Schriftzeichenbildes wird jedoch durch die weniger tief eingefärbten Störimpulse verschlechtert.



Abb. 4: Kombiniertes Geber und Empfänger mit gezahnter Spindel und Streifenvibration (1931).

Bei der Einfärbung mit Farbe verursacht bereits ein geringer Andruck der Schreibleiste gegen die Registrierspindel eine Einfärbung. Die Tiefe dieser Einfärbung ist von der Größe des Andruckes praktisch unabhängig. Der Schwellwert für das Ansprechen des Magnetsystems ist somit gleichzeitig identisch mit dem Beginn der Registrierung und voller Einfärbung des Registrierstreifens. Alle Zei-

chen werden unabhängig von ihrer Amplitude mit gleicher Tiefe eingefärbt. Legt man den Schwellwert des Magnetsystems möglichst nahe an die Amplitude der Zeichenimpulse, so läßt sich diese Niederschrift aller etwas schwächeren Störimpulse, besonders auch der Echos bei Kurzwellenempfang ver-

den entsprechend Abb. 7 für jeden senkrechten Strich eines Schriftzeichens zwei Bildlinien verwendet, das gesamte Schriftfeld enthielt 144 Bildpunkte. Die Telegrafiergeschwindigkeit betrug bei der Uebertragung von 5 Zeichen pro Sekunde 720 Bauds (± 360 Hz Bandbreite). Eine geringe Verformung der Schriftbilder durch Verlängerung der kürzesten Impulse auf etwa den 1,5fachen Wert verminderte die Telegrafiergeschwindigkeit auf 460 Bauds.

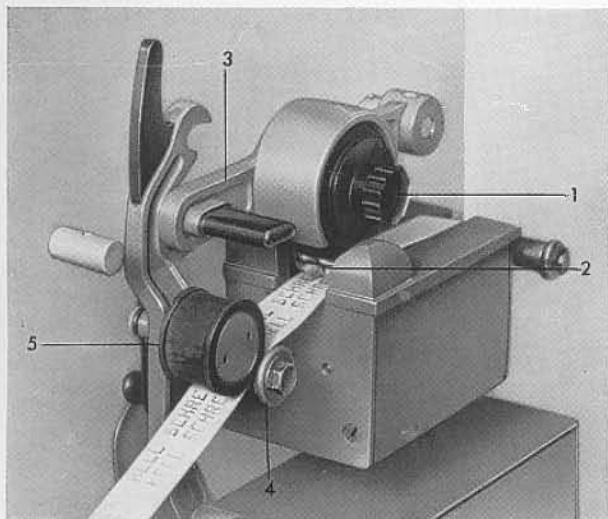


Abb. 5: Einfärbung durch Farbrolle.

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 1 Farbrolle | 4 Papiervorschubrolle |
| 2 Schreibspindel | 5 Gegenrolle |
| 3 Farbrollenhebel | |

meiden. Die Schriftzeichen werden auf klarem Untergrund erscheinen. Dieser Vorteil erwies sich in der Praxis als wesentlich, es wird bei hohem Störpegel noch eine saubere Niederschrift der Schriftzeichen erhalten.

Der erforderliche Andruck des Registrier-systems an die Schreibspindel ist bei Einfärbung

Die Bandbreite von ± 360 Hz bei der Uebertragung dieser Hell-Zeichen verbot empfangsseitig die Anwendung von engen Siebmitteln. Es zeigten sich bei Langwellenverkehr wiederholt Störungen durch Störsender und durch atmosphärische Einflüsse. Bei der Uebermittlung mit Kurzwellen traten Schriftzeichenverzerrungen durch Echoerscheinungen auf, die eine weitere Verminderung der Telegrafiergeschwindigkeit erforderlich machten.

Eine neue Aufteilung des Schriftzeichenfeldes in nur 7 Linien, wobei die Länge des kürzesten Bildimpulses gleich $\frac{1}{7}$ der Bildlinie ist, verminderte die Bandbreite auf $\pm 122,5$ Hz bei 5 Zeichen/sec Uebertragungsgeschwindigkeit. Bei der für Hand-sender gewählten Uebermittlungsgeschwindigkeit von $2\frac{1}{2}$ Zeichen/sec beträgt die Bandbreite nur ± 61 Hz.

In der Abbildung 8 ist diese Aufteilung für die Schriftzeichen E, S und die Zahl 3 gezeigt. Die senkrechten Linien der einzelnen Schriftzeichen werden hier von jeweils einer Bildlinie gebildet. Trotz der geringen Zahl von 49 Bildpunkten pro Bildfeld, von denen nur 25 Punkte für die Bildung der Schriftzeichen verwendet werden, lassen sich auch schräge Striche der Schriftzeichen gut abbilden, sofern beispielsweise bei dem Schriftzeichen S Anfang und Ende der zur Bildung der Krümmungen des Schriftzeichens erforderlichen Bildpunkte um einen halben Bildpunkt verschoben werden. In ähnlicher Weise

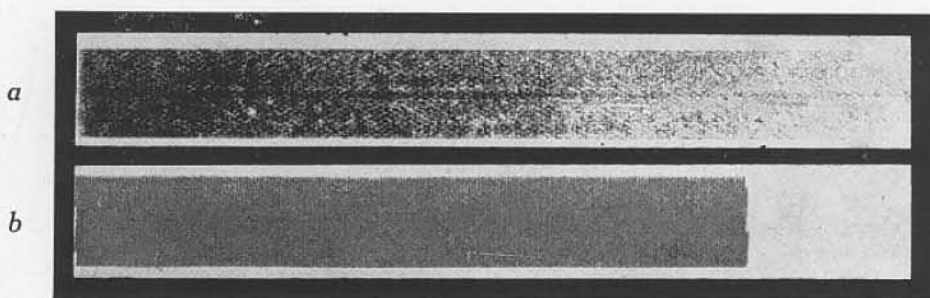


Abb. 6: Empfangsstreifen mit Einfärbung durch Kohlepapier (a) und durch Farbrolle (b) bei abnehmendem Druck der Schreibleiste.

mit der Farbrolle geringer als bei der Einfärbung mit Kohlepapier, so daß der Leistungsbedarf des Systems vermindert werden konnte.

5. Sieben-Linienschrift.

Zur Uebertragung wurden die einzelnen Schriftzeichenfelder bei den ersten Geräten in insgesamt 12 Linien mit je 12 Bildpunkten zerlegt. Dabei wur-

werden die schrägen Striche bei N, X usw. gebildet. Dabei ist selbstverständlich darauf zu achten, daß keine Pause zwischen den Impulsen auftritt, die kürzer als die Länge eines Bildpunktes ist. Zur besseren Unterscheidung der einzelnen Zahlen wurden diese mit sogenannten Unterlängen und Ueberlängen ausgerüstet. So wurde beispielsweise die in der Abbildung gezeigte Zahl 3 nach unten über das für die Bildung der Buchstaben erforderliche Schriftzei-

chenfeld hinaus verlängert. Eine derartige Verlängerung der Schriftzeichen bringt eine wesentlich bessere Erkennbarkeit der Zahlen, ohne den mechanischen Aufbau der Geräte und die maximale Uebertragungsgeschwindigkeit zu beeinflussen.

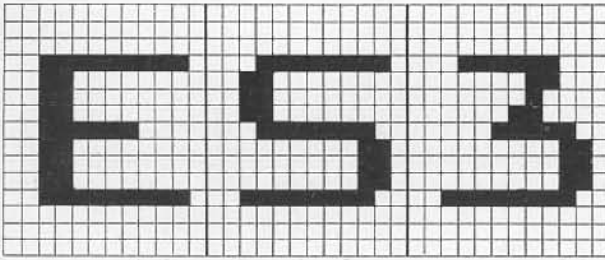


Abb. 7: Schriftzeichenaufteilung bei 12-Linienschrift.

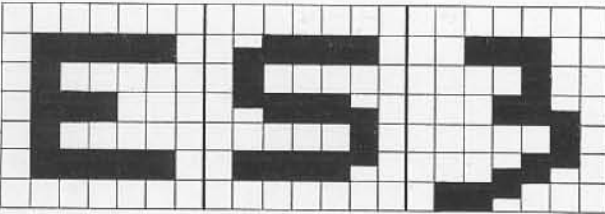


Abb. 8: Schriftzeichenaufteilung bei 7-Linienschrift.

Ausgedehnte Versuche im Laboratorium mit künstlich eingemischten Störimpulsen und im Kurzwellen- und Langwellenverkehr über große Entfernungen erwiesen die Vorteile der neuen Schriftzeichenbildung. Die geringe Bandbreite brachte eine verminderte Störung benachbarter Sendestationen und eine erhöhte Störfreiheit bei Empfang mit Siebgliedern, die der Bandbreite der Uebertragung angepaßt waren. Bei Kurzwellenverkehr wurde

Schreibsystems. Gleichzeitig war bei Einführung der Sieben-Linienschrift, deren kürzeste Impulse 4 msec lang sind, auch eine größere Ansprechzeit des Schreibsystems hinreichend. Es war die Möglichkeit gegeben, als Magnetsystem ein Gleichstromsystem zu verwenden, welches mit den gleichgerichteten Wechselstromimpulsen des Verstärkers betrieben wird.

Die sorgfältige Auswahl des Eisens, die entsprechende Dimensionierung der bewegten Masse, der Lagerungen und des Luftspaltes ermöglichte die Fertigung eines Schreibsystems (Abb. 10), das bereits bei einer Leistung von 0,4 Watt eine zuverlässige Zeichenregistrierung ergibt. Die Ansprechzeit dieses Schreibsystems liegt noch unter 1 msec. Der Ansprechwert und der Abfallwert sind etwas verschieden. Im Interesse einer störungsfreien Registrierung der Zeichen ist es erforderlich, beide Werte einander weitgehendst zu nähern.

Während das Wechselstrom-Schreibsystem bereits durch die Resonanzabstimmung eines Stromkreises eine gewisse Selektion in sich trug, ist das Gleichstromsystem unselektiv. Diese Tatsache erwies sich als wesentlicher Vorteil des neuen Systems. Bei tönender Kurzwellenübertragung über längere Strecken zeigen sich Frequenzverfälschungen des Tones, die eine empfangsseitige Selektion unzulässig machen. Ebenso ist bei tonloser Telegrafie auf Kurzwellen und Ueberlagerungsempfang die Einschaltung einer Selektion bei der geringen Frequenzstabilität vieler noch im Betriebe befindlicher Sender und Empfänger nicht möglich, so daß nur unselektive Gleichstromsysteme einen hinreichend stabilen Empfang ohne Nachregelung des Funkempfängers ergeben. Bei Langwellenverkehr läßt sich die notwendige Selektion durch zusätzliche elektrische Siebmittel mit geringem Aufwand herstellen.

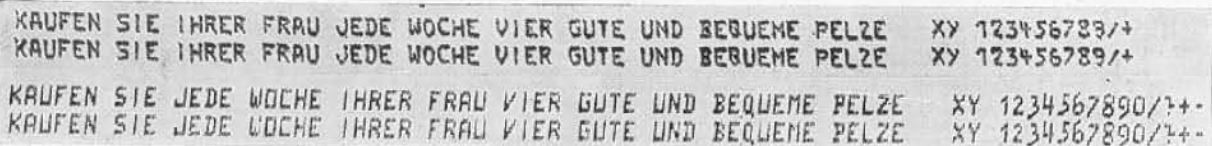


Abb. 9: Vergleichsstreifen für 12-Linienschrift (oben) und 7-Linienschrift (unten).

der Einfluß der Störungen durch Echo und Impulsverbreiterung wesentlich vermindert. In der Abb. 9 sind zum Vergleich der Schriftqualität Streifen bei Zwölf- und Sieben-Linienschrift gezeigt.

6. Schreibsystem.

Die ersten im kommerziellen Pressedienst eingesetzten Schreibempfänger verwendeten zur Registrierung der Schriftzeichen das bereits beschriebene Wechselstrom-Schreibsystem. Dieses System benötigte eine zugeführte Tonfrequenzleistung von etwa 2 Watt, zu deren Erzeugung Röhren mit 5 Watt Anodenverlustleistung verwendet wurden.

Die Einfärbung mit Farbrolle erlaubte eine wesentliche Verminderung des Andruckes des

7. Verstärker.

Bei Empfang der Hell-Zeichen wurde eine einwandfreie Niederschrift der Telegramme ohne zusätzliche Bedienung der Apparate angestrebt. Auf Langwellen traten vielfach durch den wechselnden örtlichen Störpegel Empfangsstörungen auf, die eine laufende Nachregelung des Verstärkungsgrades des Verstärkers erforderten. Auch bei Kurzwellenverkehr waren die in den meisten Empfängern eingebauten hochfrequenten Pegelregulierungen für einen ungestörten Schreibempfang nicht hinreichend. Es ergab sich die Notwendigkeit, einen Verstärker für das Gleichstromsystem zu entwickeln, der plötzliche Änderungen des Störpegels und Änderungen der Zeichenstärke auf ein für das störungsfreie Ar-

beiten des Magnetsystems zulässiges Maß reduzierte. Zur Beseitigung der Nachhallerscheinungen mußte das Magnetsystem bereits bei Verminderung der Zeichenstärke um geringe Beträge abfallen. Dieser Verstärker (Abb. 11) enthält eine Verstärkerstufe, einen Gleichrichter und ein Steuerrohr für das Magnetsystem. Das Verstärkerrohr bringt die empfangenen Schriftzeichenimpulse auf einen Spannungswert, der das Tastrohr wesentlich übersteuern kann. Die ionfrequenten Impulse werden in dem Gleichrichter gleichgerichtet und dann geglättet. Das nachfolgende Steuerrohr ist im Ruhezustand des Verstärkers gesperrt, beim Eintreffen von Impulsen wird es bis zum Einsatz des Gitterstromes angesteuert. Durch eine Widerstand-Kondensatoranordnung im Gitterkreis des Steuerrohres wird der Arbeits-Ruhepunkt des Rohres durch den Gitterstrom in das negative Gebiet der Charakteristik verschoben. Das Magnetsystem wird nur auf die höchste Amplitude der Zeichenimpulse ansprechen. Störimpulse und auch Nachhallzeichen, deren Amplitude geringer als die Zeichenamplitude ist, werden nicht niedergeschrieben. Für die Dimensionierung der Zeitkonstante des Regelkreises sind bei Telegrafietastung die beiden entgegengesetzten Forderungen zu beachten: Ausreglung der kürzesten Fadings ohne Niederschrift des Echos und Ueberbrückung normaler Schreibpausen ohne Niederschreiben des Störpegels. Ein dem Aufladekondensator im Gitterkreis des Tastrohres vorgeschalteter Widerstand verhindert eine Sperrung des Tastrohres durch sehr kurze und hohe Spannungsspitzen, wie sie von atmosphärischen und auch von lokalen Störungen verursacht werden.

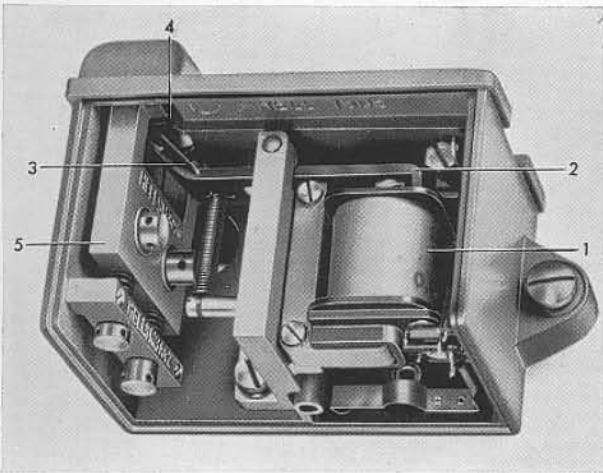


Abb. 10:

- Schreibsystem für Gleichstrombetrieb (ohne Deckel).
- | | |
|-----------------|--------------------------------------|
| 1 Magnetspule | 4 Schreibspindel |
| 2 Anker | 5 Lagerbock (justierbar) für Spindel |
| 3 Ankerschneide | |

8. Empfangsergebnisse.

Wieviel das Hell-Telegrafiesystem durch die Einführung der Siebenlinienschrift, des Gleichstrom-

schreibsystems und des pegelgeregelten Verstärkers gewonnen hat, zeigt eine Gegenüberstellung von Empfangsstreifen eines Zwölflinienschreibers mit Wechselstromschreibsystem mit denen eines Siebenlinienschreibers mit Gleichstromsystem (Abb. 12).

Benutzt wurden für diesen Vergleichsversuch zwei Feldschreiber. Die Tastgeschwindigkeit betrug

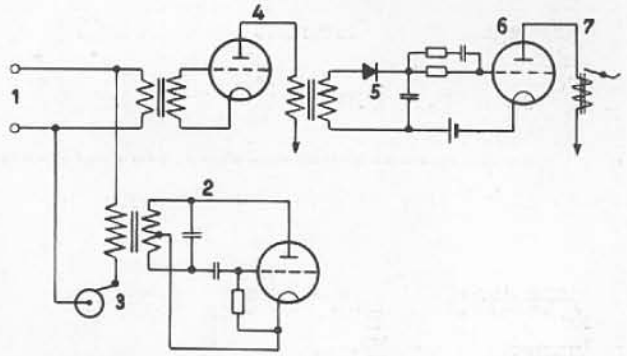


Abb. 11:

Prinzipschaltbild des Verstärkers für den Hell-Schreiber.

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 1 Leitungsanschluß | 5 Gleichrichter und Glättungsmittel |
| 2 Tonsummer | 6 Steuerrohr |
| 3 Geberwalze | 7 Schreibmagnet |
| 4 Vorverstärker | |

150 Zeichen/min. Die Uebertragungswelle war 1710 kHz. Als Sender diente ein telegrafietasteter Meßsender, dessen Ausgangsenergie bei den aufeinanderfolgenden Streifen (a—e) in gleichen Verhältnissen herabgesetzt wurde. Die Zeichen wurden an einem Ort mit starkem, gleichmäßigem Störpegel empfangen. Beide Schreiber lagen einander parallel, so daß schnell von einem zum anderen Schreiber umgeschaltet werden konnte. Tauchten die Zeichen immer mehr in den Störpegel, so wurden sie durch Nachregeln der Hochfrequenzverstärkung am Empfänger wieder auf denselben Ausgangspegel gebracht. Empfänger und Schreiber wurden nach bestem Vermögen optimal eingestellt.

Abb. 12 a zeigt die erhaltenen Empfangsstreifen bei größter Lautstärke und daher geringster Störung, Abb. 12 e beim Verschwinden der Zeichen im Störpegel, Abb. 12 b—d die Zwischenwerte. Zur Veranschaulichung der Empfangsverhältnisse wurden gleichzeitig die nebenstehenden Oszillogramme aufgenommen.

Die Empfangsstreifen mit Siebenlinienschrift sind bei allen Störverhältnissen besser lesbar als die Streifen mit der Zwölflinienschrift. Die Oszillogramme zeigen die geringe Anfälligkeit des Hell-schreibers gegenüber starken Störungen. Trotz vollständigen Untergehens der Zeichen im Störpegel sind noch immer Buchstaben zu erkennen. Zu bemerken ist, daß bei den mit dem Empfangsstreifen e gezeigten Störungen auch ein Morsetelegrafie-Hör-empfang nur noch teilweise möglich war.

Es war nach Einführung dieser Verbesserungen eine wesentlich erhöhte Uebertragungssicherheit zu

KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME PE
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME PE
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P

KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P

KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P

KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P

KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUEME P



Abb. 12: Vergleichsstreifen eines 12-Linienschreibers mit Wechselstromsystem (jeweils 1. Streifen) und eines 7-Linienschreibers mit Gleichstromsystem (jeweils 2. Streifen) bei zunehmenden Störungen.

erwarten. Die Ergebnisse der regelmäßigen kommerziellen, insbesondere transozeanischen Uebertragungen bestätigten diese Erwartungen vollauf. Erst jetzt konnte der Hellschreiber mit einer täglich achtzehnstündigen Betriebszeit nach Südafrika und Südamerika eingesetzt werden.

9. Sendertastung.

a) Tasteinrichtung.

Die Tastung kleiner Hochfrequenz-Sender mit dem Hell-Schreiber ist durch Ersatz der Morsetaste durch den Hell-Geber möglich, wenn die an der Morsetaste auftretenden Spannungen kleiner als 200 Volt sind und die Tastströme nur wenige Milliampère betragen. Diese Möglichkeit besteht bei den meisten gittergetasteten Sendern. Einige Schwierigkeiten treten bereits bei Sendern auf, deren Tastung durch Kurzschluß eines Teiles des Anodenspannungsteilers erfolgt. Die hier auftretenden Ströme und Tastfunken sind für den Kontakt des Hellschreibers nicht mehr zulässig.

Eine Tastung über ein Relais ist zwar bei Aussendung von 2^{1/2} Zeichen pro Sekunde und Verwendung der Sieben-Linienschrift durchaus möglich, sie erfordert jedoch bereits bei Aussendung von 5 Zeichen pro Sekunde besondere, sorgfältig justierte Tastrelais. Es wurde aus Gründen der Betriebssicherheit grundsätzlich davon abgesehen, die Sender im Dauerbetrieb über Relais zu tasten.

Sender mittlerer Leistung bis zu 100 Watt wurden ohne Zwischenschaltung besonderer Taströhren mit einer Schaltung nach Abb. 13 getastet. Aus einem Tongenerator (900 Hz) wird eine stark hochtransformierte Spannung entnommen, durch ein besonderes Gleichrichterrohr gleichgerichtet, geglättet und als Sperrspannung in den Gitterkreis des Sendemodulationsrohres oder unmittelbar des Senderohres eingeführt. Der Gebekontakt des Hellschreibers schließt diese Sperrspannung kurz und öffnet damit das Modulationsrohr und das Senderrohr.

Bei der Einführung der Hell-Telegrafie stellten sich in der Praxis Schwierigkeiten bei der Tastung der Groß-Sender heraus. Diese Sender wurden bisher über Relais getastet. Eine unmittelbare Telegrafietastung war nicht vorgesehen. Die Hell-Tastung mußte zum Teil über Fernsprechleitungen erfolgen, deren einwandfreier Aufbau und Leitungs-Abschluß betriebsmäßig nicht immer gewährleistet werden konnte, so daß wiederholt auf den Leitungen Echoerscheinungen auftraten, die den Sendern aufmoduliert wurden.

Es wurden besondere Tastgeräte entwickelt, die Leitungsechos und Störimpulse, deren Amplitude noch geringer als die Amplitude der Sendempulse ist, nicht auf den Sender übertragen. Diese Aufgabe wurde mit einer Begrenzerschaltung (Abb. 14), die der Schaltung für den Empfangverstärker ähnlich ist, gelöst.

Für stationäre Sender, bei denen ein geringer technischer Mehraufwand nur eine unbedeutende Rolle spielt, erwies es sich als vorteilhaft, mit dem Schreiber eine Tonfrequenz (900 Hz) bei etwa 2 Volt Spannung zu tasten und diese Impulse unmittelbar oder über Telefonleitungen dem Hochfrequenzsender zur Tastung zuzuführen. Derartige Tasteinrichtungen können vorteilhaft auch für reine Morsetelegrafietastung, besonders bei Schnellsendern an Stelle der bisher üblichen Tastrelais verwendet werden. In diesem Falle ist der Uebergang von der Morsetelegrafie zur Helltelegrafie ohne besondere Umschaltung schnellstens möglich.

Bei Funksendern wird eine Kontrollschrift der Sendung verlangt. Die Kontrollschrift kann gleichzeitig zur Mitüberprüfung des Senders dienen, wenn sie über eine Funkempfangsanlage aufgenommen wird. In unmittelbarer Nähe des Senders ist ein Funktelegrafieempfang wegen der Uebersteuerung des Empfängers meist schwierig, zumindestens gibt dieser kein einwandfreies Bild zur Beurteilung der Aussteuerung des Senders. Es wird infolgedessen die Kontrollschrift zweckmäßigerweise unmittelbar von der vom Geber getasteten Tonfrequenz abgezweigt. Bei der Tastung von Kleinsendern, deren Gitter unmittelbar vom Tastkontakt des Schreibers gesteuert wird, wird die Kontrollschrift durch eine besondere Schaltung, die im Siemens-Hell-Feldschreiber eingebaut ist, erzielt.

b) Tastart.

Neben diesen apparatellen Schwierigkeiten bei der Tastung von Sendern war zu klären, bei welcher Tastart die günstigsten Uebertragungserfolge zu erwarten sind. Für den Langwellenverkehr war bereits die Entscheidung zu Gunsten der reinen Telegrafietastung gefallen.

Bei Kurzwellenübertragung war die Beantwortung der Frage nach der günstigsten Tastart etwas schwieriger. Die ersten Kurzwellensendungen wurden mit Telefonietastung (tönende Tastung mit Träger auch in den Zeichenpausen) durchgeführt. Aus einer Reihe von Empfangsbeobachtungen, die gemeinsam mit der Deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegrafie anlässlich einer Mittelmeerreise des Dampfers „Steuben“ im Jahre 1937 unter der Mitwirkung der Transocean G. m. b. H. und der Deutschen Reichspost durchgeführt wurden, ergab sich eine klare eindeutige Ueberlegenheit der Sendungen mit Telegrafietastung gegenüber der Telefonietastung.

Dabei konnte zunächst noch nicht entschieden werden, ob die Tastung mit tönender Telegrafie (tönend modulierte Zeichen, aber kein Träger in den Zeichenpausen) oder mit reiner Telegrafietastung (tonlose Impulse) vorteilhafter ist. Die reine Telegrafietastung (tonlos) bringt offensichtlich auch bei Kurzwellen bei starken Schwunderscheinungen größere Reichweite, sie stellt jedoch größere Anforderungen an die Konstanz der Sender und vor allem an die Konstanz der Empfangsgeräte. Ob der stö-

rende Einfluß der Echos bei tonloser Uebertragung größer ist als bei tönender Uebertragung läßt sich an Hand des vorhandenen Materials noch nicht klar erkennen.

Von der Firma Telefunken wurden im Frühjahr 1938 Uebertragungsversuche von Berlin nach Athen durchgeführt, bei denen die Sender mit Doppelton

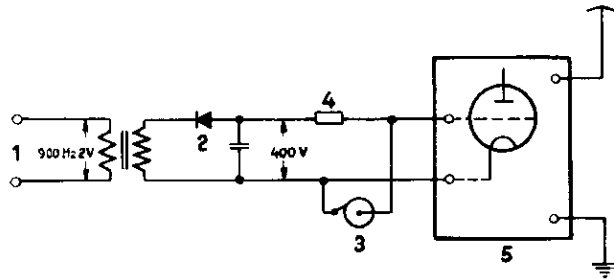


Abb. 13: Schaltschema eines Tastgerätes für Sender mittlerer Leistung.

- | | |
|-------------------------------------|--------------------|
| 1 Tonfrequenzspannung | 3 Geberwalze |
| 2 Gleichrichter und Glättungsmittel | 4 Schutzwiderstand |
| | 5 HF-Sender |

telegrafiegetastet wurden. Es wurde gleichzeitig der Ton 750 Hz und der Ton 1500 Hz aufmoduliert. Diese Tastart ermöglicht bei starker Durchmodulation der Sender eine Verminderung der Schwunderscheinungen bei selektiven Fadings. Die seinerzeitigen Versuche zeigten Vorteile der Doppelton-tastung, für die endgültige Beurteilung sind noch ausgedehnte Versuche über Ueberseestrecken durchzuführen.

10. Anwendung des Schreibers.

a) Funkverkehr^{*)}.

Die günstigen Betriebserfahrungen bei den Uebertragungsversuchen und auch bei dem regelmäßigen Pressedienst riefen ein steigendes Interesse für den Hell-Schreiber hervor. Als erster Dienst wurde 1934 vom Deutschen Nachrichtenbüro ein Europa-Langwellendienst eingeführt, der in deutscher und französischer Sprache die Nachrichten gibt. Dieser Nachrichtendienst läuft von 6 Uhr morgens bis 1 Uhr nachts und gibt halbstündlich die jeweils neuesten Nachrichten, wobei sich die Dauer der einzelnen Sendungen nach dem vorliegenden Material richtet. An diesen Nachrichtendienst sind in allen europäischen Hauptstädten sowie auch in den großen vorderasiatischen Hauptstädten Pressestellen angeschlossen.

Außerdem läuft mit täglich acht Sendungen ein Kurzwellendienst des Deutschen Nachrichtenbüros, der in englischer und französischer Sprache die Nachrichten gibt. Empfangsstellen befinden sich in Spanien, Portugal, Aegypten, Türkei, Indien, Japan u. a. Im April 1940 wird ein besonderer Deutschlanddienst mit Langwellen eingerichtet, an dem etwa 700 DNB-Zweigstellen und deutsche Zeitungs-

^{*)} Dieser Abschnitt wurde bereits im Juni 1939 abgeschlossen; er schildert die damaligen Verhältnisse.

redaktionen angeschlossen werden. Dieser Dienst soll an Stelle der bisherigen Funksendungen mit Telefonie treten.

Die Transocean G. m. b. H. sendet mit ihrem Sender Rehmate täglich bis zu achtzehnstündigem Dienst auf Hell-Schreiber hauptsächlich nach Südamerika und Afrika sowie nach Niederländisch-Indien.

Außer diesen Pressediensten verwendet der Polizeifunk den Hell-Schreiber für den internationalen Verkehr bei Langwellen und gibt täglich zweimal polizeidienstliche Mitteilungen. Ein weiterer Dienst mit Kurzwellen sendet für Amsterdam und Brüssel. Demnächst wird auf Mittelwellen ein festes Polizeifunknetz mit Hell-Schreiberverkehr eingerichtet. Hierbei sollen die einzelnen Gendarmeriestationen mit Hellschreiberdienst verbunden werden. Außer diesen fest eingerichteten Diensten laufen noch verschiedene länger dauernde Versuchssendungen, besonders für die Einrichtung eines Wetterdienstes.

Im Ausland sind Dienste der Agentur Stefanie, der Nachrichtenbüros Reuter und Havas für täglichen regelmäßigen Hell-Schreiberdienst eingerichtet. In Amerika ist zur Zeit unter anderem eine Nachrichtenlinie auf Kurzwellen von New York nach S. Franzisko in Betrieb.

b) Drahtverkehr.

Die Entwicklung des Hell-Schreibers erfolgte speziell im Hinblick auf die drahtlose Uebertragungstechnik. Es wurde Wert auf größte Unempfindlichkeit gegenüber Störimpulsen sowie gegenüber Verfälschungen der Impulslänge gelegt. Die geringen Ansprüche, die der Schreiber an den Uebertragungskanal stellt, ermöglichen seine Anwendung auch über Leitungen mit mangelhafter Uebertragungsgüte wie Freileitungen, Kabel mit Trenn-

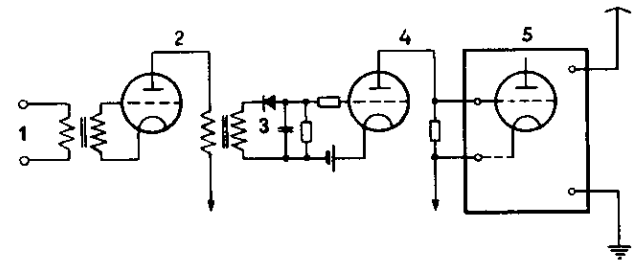


Abb. 14: Schaltschema eines Tastgerätes für Sender großer Leistung.

- | | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 1 Tonfrequenzspannung | 3 Gleichrichter und Glättungsmittel |
| 2 Vorverstärker | 4 Steuerrohr |
| | 5 HF-Sender |

stellen und mangelhaftem Abschluß und anderen behelfsmäßigen Leitungen. Zahlreiche durchgeführte Uebertragungen über Leitungen verschiedener Art bestätigen die schnelle Einsatzbereitschaft des Schreibers ohne die geringsten Schwierigkeiten. Es war möglich, einen brauchbaren Schreibverkehr über stark gestörte Fernsprechleitungen zu führen, die nur mehr eine mangelhafte Sprechverbindung

ergeben. Die starke Verstärkung überbrückt Leitungsdämpfungen bis zu 5 Neper, das sind Dämpfungen, bei denen der normale Fernsprechverkehr nicht mehr befriedigend arbeitet. Selbstverständlich ist der Schreiber auch über Unter- und Ueberlagerungs-Telegraphiekkanäle zu betreiben, sofern diese Kanäle für die notwendige Bandbreite eingerichtet sind.

c) Sonstige Anwendungen.

Mit der Durchbildung des Hell-Schreibers wurden die Grundlagen für eine Reihe anderer Telegraphen-Geräte geschaffen, die einen technischen Fortschritt bringen. Das Registrierverfahren konnte vorteilhaft für Morseschnellempfang Verwendung finden. Die erzielbaren Empfangsgeschwindigkeiten liegen bei 500 Wpm, das ist über der Geschwindigkeit, mit denen Drehspulsnellschreiber arbeiten. Das Gerät gibt bei einfachster Bedienung einen störungsfreien leicht lesbaren Empfang der Morsezeichen.

Das Schreibsystem und die Einfärbeanordnung wurden in einen nach modernen konstruktiven Grundsätzen durchgebildeten Morseschreiber für Handbetrieb eingebaut, der an Stelle des alten Postmorseschreibers treten soll. Dieses Gerät wird auch in besonderer Ausführung als Uebungsschreiber für den Morseunterricht hergestellt.

Das Registrierprinzip ist jedoch auch für Geräte anderer Art vorteilhaft. So wurden beispielsweise Geräte für die gleichzeitige Aufzeichnung mehrerer Stromkurven und andere hergestellt.

Zum Abschluß dieser zusammenfassenden Darstellung der Entwicklung des Hell-Schreibers

möchte ich allen meinen Mitarbeitern, besonders Herrn Ege für seine zehnjährige Mitarbeit, herzlichst danken.

Ich danke auch Herrn Direktor Storch für seine Förderung einer engen ersprießlichen Zusammenarbeit zwischen dem Telegraphen-Labor bzw. dem Konstruktionsbüro der Firma Siemens & Halske und meiner Firma.

Zusammenfassung:

Nach der ersten Entwicklungsstufe des Hell-Schreibers wurden 1933 bereits Geräte im Presseverkehr eingeführt. Die Betriebserfahrungen brachten eine Reihe von Geräteverbesserungen.

Die Streifeneinfärbung mittels Kohlepapier wird durch eine direkte Einfärbung mit Farbrolle, die Zwölf-Linienschrift durch eine Sieben-Linienschrift ersetzt. Zur Niederschrift der Zeichen wird ein mit Gleichstromimpulsen arbeitendes Magnetsystem verwendet, dem ein besonderer Verstärker und ein Steuerrohr für das Magnetsystem mit Begrenzerschaltung vorgeschaltet ist.

Der Betrieb der Geräte erforderte die Entwicklung besonderer Schaltgeräte zur Tastung der Sender. Es wurden Untersuchungen zur Feststellung der günstigsten Tastart bei Langwellen- und Kurzwellensendern durchgeführt.

Der Schreiber findet im Funkverkehr und auch im Drahtverkehr Anwendung. Die Registrieranordnung des Schreibers wird zur Durchbildung eines Morseschnellschreibers und eines Morseübungsschreibers herangezogen.

Der Siemens-Hell-Feldschreiber.

Von G. Ege und H. Promnitz.

I. Einleitung.

Die Betriebserfahrungen mit der Helltelegrafie bei zahlreichen Nachrichtendiensten des In- und Auslandes haben gezeigt, daß der Hellschreiber eine sichere Funkverbindung auf Kurz- und Langwellen auch unter schlechten Uebertragungsbedingungen ermöglicht.

Die Unempfindlichkeit des Hellschreibers gegen atmosphärische Störungen und die einfache Bedienung durch wenig geschultes Personal machen ihn besonders geeignet zum Einsatz auf Funk- und Drahtverbindungen ortsveränderlicher Stationen. Für derartige, vielfach stark gestörte Verbindungen, auf denen bisher nur Morsehörfang oder Tele-

foniebetrieb möglich war, wurde ein tragbarer Schreiber von der Firma Dr.-Ing. R. Hell entwickelt, der von der Siemens & Halske A.-G. serienmäßig gebaut und unter dem Namen Siemens-Hell-Feldschreiber auf den Markt gebracht wird.

Der Siemens - Hell - Feldschreiber, nachstehend kurz als Feldschreiber bezeichnet, entspricht in der grundsätzlichen Wirkungsweise vollkommen dem als Siemens-Hell-Schreiber bekannten kommerziellen Gerät und kann mit diesem ohne weiteres zusammenarbeiten, sofern die Schreibgeschwindigkeit übereinstimmt.

In konstruktiver Hinsicht stellt der Feldschreiber jedoch eine völlige Neuentwicklung dar, die un-

ter den speziellen Forderungen für den beweglichen Einsatz entstanden ist.

Der Geber und der Empfänger sind zu einem einzigen Gerät, dem Schreibgerät, vereinigt mit einer beiden Teilen gemeinsamen Antriebsmaschine, die als Motorgenerator ausgebildet ist und die die



Abb. 1: Der Feldschreiber in Arbeitsstellung.

Anodenleistung für den Verstärker liefert. Das Schreibgerät ist mit dem zugehörigen Verstärker zusammen in einem Tornisterkasten untergebracht, der als Rückenlast getragen werden kann und in dem die Geräte auch bei Betrieb verbleiben.

Abbildung 1 zeigt den Feldschreiber im Tornisterkasten mit abgenommenem Kastendeckel.

Die Zeichenabtastung wird geberseitig nicht wie beim Siemens-Hell-Schreiber durch einen Lochstreifen, sondern direkt durch Betätigen einer Schreibmaschinentastatur bewirkt. Dadurch ist zwar die Schreibgeschwindigkeit auf 150 Zeichen/Min. begrenzt — gegenüber 300 Zeichen/Min. beim Lochstreifenbetrieb —, aber der apparatelle Aufwand ist dabei denkbar gering, der Betrieb einfach und kurze Telegramme können rascher abgesetzt werden, was besonders bei Gegensprechbetrieb wichtig ist. Auf der Empfangsseite werden die Impulse in bekannter Weise wie beim Siemens-Hell-Schreiber durch eine schraubenartige Schreibspindel linienweise zu Schriftzeichen zusammengesetzt. Die getasteten Zeichen werden am gebenden Gerät stets als Kontrollschrift mitgeschrieben.

Im Funkbetrieb kann der Feldschreiber mit jedem für Telegrafiebtrieb geeigneten Funkempfänger

oder -sender zusammenarbeiten. Bei Leitungsbetrieb liefert ein im Verstärker eingebauter Tonsummer eine Trägerfrequenzspannung von 900 Hz.

Der Feldschreiber ist unabhängig von allen Netzspannungen und benötigt zum Betrieb nur eine einzige Stromquelle von 12 V Gleichspannung.

Die äußeren Abmessungen sind infolge gedrängtester Bauart sehr klein gehalten. Die wenigen Bedienungsgriffe sind übersichtlich angeordnet. Durch weitgehende Anwendung von Leichtmetall als Baustoff wurde ein geringes Gewicht erzielt. Trotzdem ist durch Verwendung von Elektronguß für alle tragenden Konstruktionsteile eine große mechanische Festigkeit und damit Unempfindlichkeit gegen rauhe Behandlung erreicht worden. Eine korrosions sichere Lackierung schützt das Gerät gegen Klimaeinflüsse.

Der Feldschreiber ist heute bereits in großem Umfang in Funk- und Drahtbetrieb eingeführt. Die kleinen Abmessungen, das geringe Gewicht und der niedrige Leistungsverbrauch des Gerätes bei völliger Unabhängigkeit von Netzspannung ermöglichen den raschen Einsatz ohne Vorbereitung an jeder Stelle. Durch die einfache Bedienung und die geringen Anforderungen an den Uebertragungskanal wird auch bei schlechten Betriebsbedingungen ein brauchbarer Schreibverkehr erzielt.

Die Reichweite des Feldschreibers beim Einsatz auf Funkverbindungen liegt wesentlich über derjenigen des Telefonbetriebes und fällt etwa zusammen mit der Reichweite bei Morse-Hör-Empfang.

II. Das Schreibgerät.

Um eine leichte Montage und rasche Austauschbarkeit der Einzelteile zu erreichen, wurde das Schreibgerät in folgende Aggregate unterteilt:

1. Geber mit Tastenfeld,
2. Schreibsystem,
3. Antriebsmaschine,
4. Unterteil mit Getriebe, Papierkasten und Einrichtung für Streifentransport und Streifenfärbung.

Das Unterteil ist das tragende Konstruktionselement des Gerätes, an dem die anderen Aggregate, leicht auswechselbar, auf- und angebaut sind.

a) Der Geber.

Der Geber ist als Gußrahmen ausgebildet, der die Geberwalze, die Abtastmechanik und das Tastenfeld enthält.

Wie beim normalen Siemens-Hell-Schreiber wird jedes Schriftzeichenbild in 7 Linien zu je 7 Bildpunkten zerlegt, wobei 5 Linien für das Zeichen und 2 Linien für den Zeichenabstand verwendet werden. Ein Bildpunkt entspricht dem kürzesten vorkommenden Impuls. Die 7 Bildlinien sind hintereinandergereiht auf dem Umfang der Geberwalze in der Weise aufgebracht, daß den Bildelementen Kontaktsegmente entsprechen, während die Zwischenräume durch Isoliermaterial ausgefüllt sind. Dadurch entstehen den einzelnen Schriftzeichen ent-

sprechende Kontaktreihen, die derart nebeneinander angeordnet sind, daß alle Zeichenanfänge auf der gleichen Höhe liegen. Die Geberwalze ist auf 150 Umdrehungen in der Minute fest eingestellt. Die Schreibgeschwindigkeit beträgt daher 150 Zeichen je Minute oder 2,5 Zeichen je Sekunde und die Telegrafiergeschwindigkeit $2,5 \cdot 7 \cdot 7 = 122,5$ Baud.

Die Abtastung der Geberwalze durch Schleifkontakte stellte wegen der durch die verhältnismäßig hohe Umfangsgeschwindigkeit der Walze bedingten Schleifwirkung einige werkstofftechnische Probleme. Alle Anordnungen mit Schmierung der Abtastorgane schieden von vornherein aus wegen der damit zusammenhängenden Forderung nach Wartung und Pflege. Kohleartige Abtastorgane oder Bronzebürsten waren wegen der hohen Abnutzung auf den harten Isoliermaterialien und der Gefahr einer stromleitenden Filmbildung auf den Isolierstreifen ungeeignet. Andererseits war ein extrem hartes Material ebenfalls unbrauchbar im Interesse einer langen Lebensdauer der Geberwalze. Weiter durfte das durch die Abtastfeder abgeschliffene Isoliermaterial nicht schmieren, sondern mußte sofort als Staubkörnchen abfallen. Dazu kam noch die Forderung nach Korrosionsfreiheit der Kontakte.

Auf Grund umfangreicher Materialuntersuchungen und langer Versuchsreihen wurde eine Anordnung gefunden, mit der eine sehr große Betriebssicherheit der Kontaktgabe erreicht wurde. Selbst nach einer Betriebszeit von über 1000 Stunden kann noch keine schädliche Abnutzung der Geberwalze oder der Kontaktfedern festgestellt werden.

Es ist vom Hell-Schreiber bekannt, daß seine große Betriebssicherheit und Unempfindlichkeit gegen jegliche Störungen auf dem Uebertragungswege zu einem wesentlichen Teil in der Vermeidung von Start-Stop-Kupplungen begründet liegt. Deshalb läuft auch beim Feldschreiber die Geberwalze (ebenso auch die Schreibspindel und der Papiervorschub) dauernd um. Daraus und aus der an den Feldschreiber gestellten Forderung nach einfacher Bedienung durch wenig geschultes Personal ergaben sich für die Konstruktion der Abtastmechanik einige bestimmte Gesichtspunkte. Es mußten im einzelnen folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Abtastung der Schriftzeichen muß bei der dauernd umlaufenden Walze jeweils am Zeichenanfang beginnen.
2. Wird die gedrückte Taste vorzeitig losgelassen, so muß die Abtastung selbsttätig bis zum Schluß des Schriftzeichens fortgeführt werden.
3. Bei beliebig langem Drücken einer Taste darf das zugehörige Schriftzeichen nur ein einziges Mal abgetastet werden. Um ein Doppelzeichen zu schreiben, muß also die entsprechende Taste auch zweimal betätigt werden.
4. Wird die gedrückte Taste losgelassen, so muß sie sofort, auch vor Beendigung der Abtastung, in die Ruhstellung zurückgehen.

Die erste Forderung, der zwangsläufige Beginn der Abtastung am Zeichenanfang, wurde durch eine allen Tasten gemeinsame Sperrschiene erfüllt, die durch die dauernd umlaufende Geberwalze gesteuert

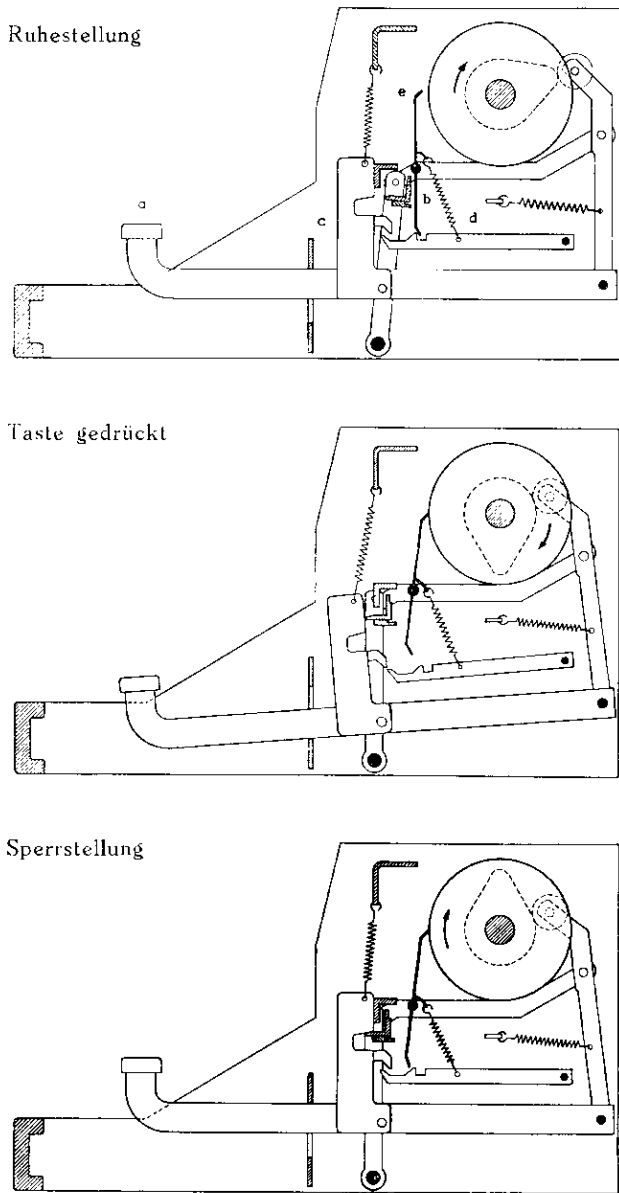


Abb. 2: Schematische Darstellung des Gebers.

wird und die bewirkt, daß eine Taste jeweils nur in der Zeit gedrückt werden kann, die den beiden für den Zeichenabstand vorgesehenen Bildlinien entspricht. Während der übrigen Walzenumlaufzeit sind alle Tasten gesperrt. Deshalb ist beim Feldschreiber ein rhythmisches Tasten erforderlich, um die höchste Schreibgeschwindigkeit von 150 Zeichen je Minute auszunützen. Wird der Tastrhythmus nicht eingehalten, so werden die Schriftzeichen auf dem kontinuierlich durchlaufenden Empfangsstreifen in entsprechenden, mindestens doppelten Abständen aufgezeichnet.

Das rhythmische Tasten könnte auf den ersten Blick als wesentlicher Nachteil empfunden werden. Es hat sich jedoch in der Praxis gezeigt, daß schon bei geringen Schreibmaschinenkenntnissen das Schreiben auf dem Feldschreiber keine Schwierigkeiten bereitet und keine große Übung erfordert.

Nach den Forderungen 2 bis 4 muß die Zeichenabtastung durch Betätigen einer Taste eingeleitet und ausgelöst, dann aber unabhängig von der Stel-

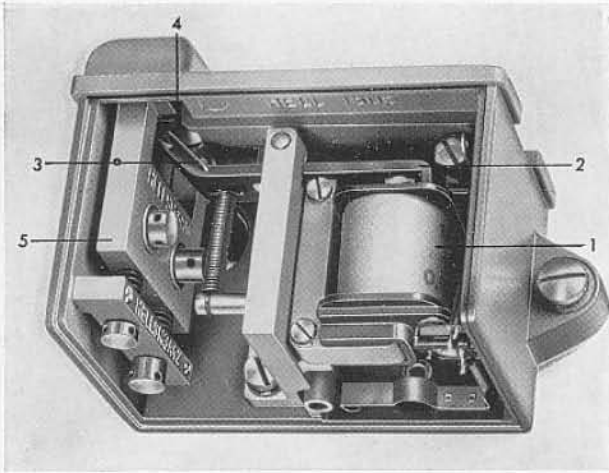


Abb. 3: Das Schreibsystem mit abgenommenem Deckel.

- | | |
|-----------------|--|
| 1 Magnetspule | 4 Schreibspindel |
| 2 Anker | 5 Lagerbock (justierbar)
für Schreibspindel |
| 3 Ankerschneide | |

lung der Taste aufrecht erhalten und selbsttätig beendet werden. Dies wurde durch Einführen eines weiteren Elementes zwischen Taste und Abtastfeder, durch den Zwischenhebel erreicht.

Damit sind nun die einzelnen Elemente der Abtastmechanik festgelegt und an Hand von Abbildung 2 soll die Wirkungsweise im einzelnen erläutert werden.

Jedem Tastenhebel (a) ist ein Zwischenhebel (d) zugeordnet, der bei Tastendruck die zugehörige Abtastfeder (e) freigibt, so daß sich diese unter dem Zug einer Spiralfeder auf die Walze legen kann (Abb. 2, Stellung 2). Wird die Taste kurz nach dem Niederdrücken wieder freigegeben, so kehrt sie in die Ruhestellung zurück, ohne die Abtastfeder von der Walze abzuheben. Ebenso kehrt der Zwischenhebel (d) in seine Ruhestellung zurück (Stellung 3). Die Abtastfeder wird erst nach Beendigung einer Umdrehung durch eine isolierte Leiste an der Sperrschiene (b) von der Walze abgehoben und rastet in die Aussparung des Zwischenhebels (Stellung 1) ein. Wird die Taste in Arbeitsstellung gehalten (Stellung 2), so drückt die Sperrschiene den zugehörigen Zughebel (c) nach vorn. Der Zwischenhebel kann in Ruhestellung gehen und die nach einer Walzenumdrehung durch die Sperrschiene wieder abgehobene Abtastfeder in den Zwischenhebel einrasten. Dieser verhindert damit ein weiteres Abtasten, wenn eine Taste länger als eine Walzenumdrehung niedergedrückt wird.

Das Tastenfeld enthält in einer der normalen Schreibmaschine entsprechenden Anordnung nur die für den Telegrafbetrieb unbedingt erforderlichen Buchstaben- und Zeichentasten. Umlaute müssen durch ae usw. ersetzt werden. Außer der Zahlenreihe 1 bis 0 sind noch die Zeichen ?, +, —, / und zwei Leertasten für den Buchstabenabstand vorgesehen.

Mit der mit einem grünen Punkt auf dem Tastenknopf gekennzeichneten Strichtaste, durch die ein zur Geberwalze parallel geschalteter Kontaktfedersatz betätigt wird, können langsame (wegen des großen Tastenhubes!) Morsezeichen gegeben werden.

Die Pausenzeichentaste wird nach einmaligem Niederdrücken in dieser Stellung durch eine Sperrschiene gehalten und sendet in zeitlichen Abständen von 4 Schriftzeichen automatisch das Pausenzeichen Ξ aus. Durch Betätigen einer beliebigen anderen Taste wird die Verklüpfung der Pausenzeichentaste gelöst, und diese geht in die Ruhestellung zurück.

Der Geberrahmen ist mit 3 Schrauben auf dem Unterteil befestigt. Die Tastleitung wird über Kontaktstifte mit dem Unterteil verbunden.

b) Das Schreibsystem.

Das Gehäuse des Schreibsystems enthält einen aus hochpermeablen Blechen aufgebauten Gleichstrommagneten, dessen Anker unter der Wirkung der Empfangsströme mit einer Schneide den Papierstreifen von unten gegen die Schreibspindel drückt. Die Achse der Schreibspindel ist im Gehäuse fest gelagert.

Abbildung 3 zeigt das Schreibsystem mit abgenommenem Gehäusedeckel.

Die Spindel ist als zweigängige, links steigende Schraube von der Länge einer Ganghöhe ausgebildet. Da die halbe Ganghöhe der Höhe einer Schriftzeile entspricht, werden bei einer halben Umdrehung zwei genau übereinanderliegende Bildlinien aufgezeichnet, wodurch die vom Hell-Schreiber bekannte Doppelaufzeichnung in zwei übereinanderliegenden Schriftzeilen entsteht. Die Bildlinien werden, dem Drehsinn der links steigenden Schreibspindel entsprechend, auf dem Papierstreifen von unten nach oben verlaufend aufgezeichnet, und infolge des Streifenvorschubs erhalten dadurch die Schriftzeichen eine dem natürlichen Schreibwinkel entsprechende Rechtsneigung.

Bei nicht genau übereinstimmendem Gleichlauf zwischen Geber und Empfänger verläuft die Schriftzeile auf dem Papierstreifen schräg, und zwar von unten nach oben, wenn der Empfänger schneller als der Geber, oder von oben nach unten, wenn der Empfänger langsamer als der Geber läuft.

Das Schreibsystem wird mit zwei Schrauben leicht auswechselbar am Unterteil an der Frontseite des Getriebekastens befestigt. Das auf der Schreibspindelachse sitzende Ritzel kommt dabei in Eingriff mit dem Getriebe. Die Stromzuführung erfolgt über Kontaktstifte.

Durch die feste Verbindung des Schreibsystems mit der Geberwalze über das gemeinsame Getriebe wird die Kontrollschrift stets in gerade verlaufenden Schriftzeilen aufgezeichnet.

c) Das Unterteil und die Antriebsmaschine.

Neben dem Schreibsystem ist am Unterteil die dauernd umlaufende, gerändelte Papiervorschubrolle angeordnet, gegen die der Papierstreifen durch die Gegenrolle angedrückt wird. Die Gegenrolle ist drehbar auf dem unter Federdruck stehenden, um eine Achse schwenkbaren Gegenrollenhebel befestigt.

Der Farbrollenhebel legt unter seinem Eigengewicht und durch eine Zugfeder unterstützt die kugelgelagerte Farbrolle auf die Schreibspindel auf, so daß sie von der umlaufenden Spindel mitgenommen wird und dabei dauernd gleichmäßig Farbe an die Spindel abgibt.

Wird der Farbrollenhebel hochgedrückt, so verklinkt er sich mit dem Gegenrollenhebel. In dieser Stellung ist die Farbrolle von der Schreibspindel abgehoben. Der Papierstreifen wird nicht mehr gegen die Transportrolle gepreßt und steht deshalb still. Durch Linksdrücken des Gegenrollenhebels wird die Verklüpfung gelöst, so daß sich die Farbrolle auf die Schreibspindel und die Gegenrolle an die Papiervorschubrolle legt. Diese Anordnung ermöglicht mit einem Griff die rasche Ein- und Ausschaltung des Streifentransports und der Einfärbung.

Das im Getriebekasten des Unterteils gelagerte gemeinsame Getriebe ist in Abbildung 4 schematisch dargestellt. Ueber die Stiftkupplung (a) treibt die Antriebsmaschine die Hauptachse (b) mit den Schnecken (s) an. Die Schreibspindel (c) und die Geberwalze (d) werden jeweils über ein Schneckenrad und ein Stirnradpaar angetrieben. Das getriebene Stirnrad ist nicht im Getriebekasten gelagert, sondern sitzt, wie bereits beschrieben, fest auf der Achse der Geberwalze bzw. der Schreibspindel, wodurch eine besondere Kupplung für die Einzelaggregate erspart und trotzdem deren leichte Austauschbarkeit erreicht wird. Der Eingriff der Räder ist nicht markiert. Es ist lediglich bei der Montage des Schreibsystems erforderlich, durch Verändern des Zahnradengriffes die Phasenlage der Schreibspindel nach der Geberwalze einzustellen, damit bei der Kontrollschrift beide Zeilen vollständig lesbar sind. Die Papiervorschubrolle (e) wird über ein Schraubenradpaar angetrieben.

Die als Motorgenerator ausgebildete Antriebsmaschine wird von einem Zentrierring auf dem Getriebekasten des Unterteils aufgenommen und durch 4 Schrauben senkrecht stehend befestigt. Die Achse der Maschine trägt das Gegenstück zur Stiftkupplung. Am Kopf der Antriebsmaschine sitzt die Reglerkappe, durch deren Verdrehen der Fliehkraftregler auf Gleichlauf zwischen Geber und Empfänger eingestellt wird. Die Einstellung wird praktisch immer am empfangenden Gerät vorgenommen, und zwar derart, daß die Schriftzeile in genügendem

Maße horizontal verläuft. Die Skala der Reglerkappe soll dabei angenähert in der Mitte stehen, um ein gegenseitiges Hochregeln der Drehzahl zwischen Geber und Empfänger zu vermeiden.

Ein Sechsfach-Kabel mit Stecker ist an der Rückseite der Antriebsmaschine befestigt und verbindet deren Stromkreise mit dem Verstärker. Die Wirkung der Drehzahlregelung wird weiter unten beschrieben.

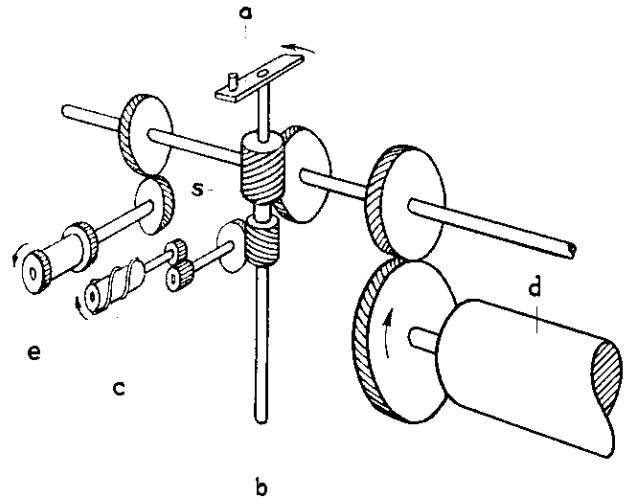


Abb. 4: Schematische Darstellung des Getriebes.

Unter dem Geber sind im Unterteil zwei Papierkästen untergebracht, die in Führungsschienen laufen und durch Druckknopfbetätigung unter der Wirkung von Blattfedern herauschnellen. Der Papierkastenraum ist vorn durch einen Klappdeckel abgeschlossen, der ebenfalls durch Druckknopfbetätigung und Federkraft geöffnet wird.

Als Papierstreifen werden wahlweise einseitig gummierte bzw. ungummierte Rollen von 15 mm Breite und 250 m bzw. 300 m Länge verwendet. Eine Papierrolle reicht für etwa 11 Betriebsstunden. Der Rollenkern ist auf einige Meter rot eingefärbt. Bei Erscheinen des roten Papiers kann sofort das Einlegen der zweiten Rolle vorbereitet werden, womit sich ein unterbrechungsloser Betrieb durchführen läßt.

Ein am Unterteil befestigtes Kabel mit Stecker verbindet die Stromkreise des Schreibsystems und der Geberwalze mit dem Verstärker.

Das Schreibgerät wird in zwei Führungsschienen im Tornister gehalten. Eine am Gerät befestigte Arretiervorrichtung hält es im eingeschobenen Zustand in der Transportstellung fest. Durch einen Griff wird die Arretierung gelöst, und der Schreiber kann nach vorn bis zum Anschlag gezogen werden. In dieser Stellung schnappt die Arretiervorrichtung wieder ein und hält das Gerät in der Betriebsstellung fest.

Der Tornisterkasten wird durch einen mit vier Riegeln gehaltenen Deckel verschlossen und besitzt außer dem Traggriff noch Beschläge zur Aufnahme von zwei Tragriemen und einem Rückenkissen.

III. Der Verstärker.

a) Die Schaltung.

Der Verstärker enthält den gesamten elektrischen Teil des Feldschreibers, bestehend aus Tonsummer, Vorverstärker mit Endstufe und dem Reglerrohr für die Drehzahlregelung der Antriebsmaschine.

Abbildung 5 zeigt das vereinfachte Prinzipschaltbild des Gerätes.

Der Verstärker besitzt zwei verschiedene Eingänge. Bei Leitungsbetrieb wird an die Klemmen „ $L_a - L_b/E$ “ die Leitung angeschlossen. Der Eingangswiderstand beträgt 800 Ohm für 900 Hz. Eine Anpassung ist jedoch nicht erforderlich, es sind sehr große Fehlanpassungen zulässig. An die Klem-

die Empfangsimpulse über die beiden Trockengleichrichter 8 und 9 an den Gitterkreis der Endstufe 13.

Die Endstufe ist in Ruhe gesperrt und wird durch die gleichgerichteten Empfangsimpulse bis zum Gitterstromerinsatz geöffnet. Durch den Spannungsabfall des Gitterstromes an den Regelgliedern 10, 11, 12 wird dabei der Arbeitspunkt des Rohres soweit ins Negative verschoben, daß immer nur die höchste vorhandene Amplitude das Endrohr öffnet. Alle kleineren Amplituden fallen in den Gitterspannungssperbereich. Der Widerstand 11 bewirkt, daß nur Impulse einer bestimmten Mindestdauer den Kondensator 12 aufladen können. Dadurch wird eine Sperrung des Verstärkers durch kurze Störimpulse, wie atmosphärische Entladungen, Schaltstöße usw. verhindert.

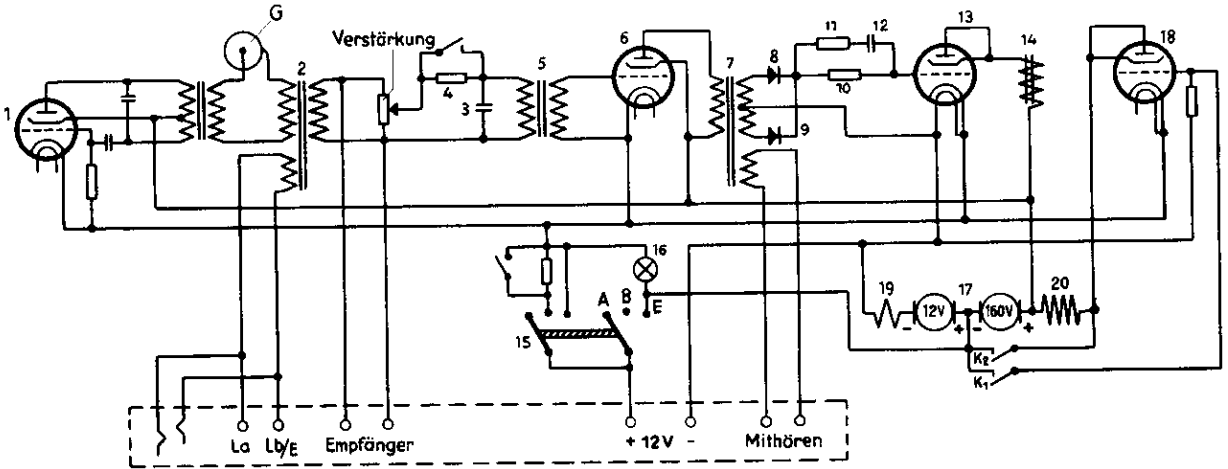


Abb. 5: Prinzipschaltbild des Feldschreibers.

men „Empfänger“ mit einem Eingangswiderstand von 4000 Ohm wird der Funkempfänger angeschlossen.

Der Röhrensummer 1 erzeugt in Dreipunktschaltung die Tastspannung von 900 Hz und 2,5 Volt, die durch den Geberkontakt G über den Anpassungsübertrager 2 an die Klemmen „ $L_a - L_b/E$ “ gelegt wird. Gleichzeitig gelangt die Tastspannung über das Potentiometer „Verstärkung“ in den Eingangskreis des Verstärkers.

Eine genaue Einstellung der Verstärkungsregelung ist nicht erforderlich, da Pegelschwankungen bis zu 5 Neper durch die Pegelregelung des Verstärkers ausgeglichen werden.

Der Eingangsübertrager 5 ist durch den Kondensator 3 auf 900 Hz abgestimmt. Die Bandbreite beträgt etwa ± 150 Hz. Durch Kurzschließen des Vorwiderstandes 4 wird die Selektion unwirksam. Der Uebertrager 7 im Anodenkreis des Vorverstärkerrohres 6 trägt eine „Mithör“-Wicklung, die das Abhören der verstärkten Empfangsimpulse hinter dem Tonsieb ermöglicht und damit das Einstellen der richtigen Tonhöhe am Funkempfänger erleichtert. Eine weitere Wicklung des Uebertragers gibt

Im Anodenkreis der Endstufe liegt die Wicklung 14 des Schreibmagneten, dessen Anker im Takte der Empfangsströme angezogen wird.

Der Hauptschalter 15 besitzt zwischen „Aus“ und „Ein“ eine weitere Stellung „Bereit“, in der nur die indirekte Röhrenheizung eingeschaltet ist. Damit besteht die Möglichkeit, bei kurzen Betriebspausen die Antriebsmaschine auszuschalten und durch die Weiterheizung der Röhren das Gerät stets betriebsbereit zu halten. In der „Bereit“-Stellung brennt die Kontrolllampe 16.

Der Anker der Antriebsmaschine 17 trägt eine zweite Wicklung mit Kollektor zur Anodenspannungserzeugung für den Verstärker.

b) Der Aufbau.

Der konstruktive Aufbau des Verstärkers wurde, ebenso wie der Aufbau des Schreibgerätes, durch die Forderung nach geringem Gewicht und kleinen Baumaßen bestimmt. Durch eine mechanische und elektrische Aufteilung in Gehäuse und Schalteinsatz mit Röhrenplatte bleiben trotz der gedrängten Anordnung alle Schaltelemente gut zugänglich, und die Verdrahtung durch Kabelbäume ist

übersichtlich und einfach. In dem Gehäuse liegen die Gleichstromkreise der Stromversorgung; der Schalteinsatz enthält alle Röhrenkreise. Beide Teile sind durch eine Reihe von Lötverbindungen elektrisch zusammengeschaltet.

Das die ganze Konstruktion tragende Gehäuse ist in Elektronenguß ausgeführt. Es wird von zwei Führungsschienen im Tornister getragen und an dessen Rückwand durch einen Bolzen befestigt. An zwei seitlich angebrachten Buchsenleisten werden die Kabelstecker des Schreibgerätes und der Antriebsmaschine angeschlossen. Die Stecker sind gegen Herausfallen bei starken Erschütterungen durch einen Sicherungswinkel geschützt.

An der Frontseite des Verstärkers sind als Bedienungselemente der Hauptschalter, der Schalter für das Tonsieb und der Reglerknopf „Verstärkung“ angeordnet.

Die Anschlußplatte trägt die Kontaktstifte für die 12 Volt-Spannung, die Buchsen „Mithören“ und „Empfänger“ und die Klemmen „ L_a L_b/E “. Parallelgeschaltet zu den Klemmen und unter diesen angeordnet sind Klinken für einen normalen Fernsprechstöpsel vorgesehen. Neben der Anschlußplatte ist eine Erdklemme angebracht.

Das Voltmeter zeigt bei eingeschaltetem Gerät dauernd die Betriebsspannung und bei Betätigen eines Druckknopfes im Instrumentengehäuse die Anodenspannung an.

Die Zwölfstachsteckdose dient zum Anschluß von Zusatzgeräten, wie Sendertastgerät und Anrufgerät.

Zum Auswechseln der Röhren muß der Verstärker nach Lösen des Befestigungsbolzens aus dem Tornister herausgenommen werden. Auf der Oberseite des Gerätes sind dann die Röhren und die Sicherung zugänglich. Nach Abnahme der Rückwand liegen die Lötverbindungen zwischen Gehäuse und Einsatz frei.

c) Die Drehzahlregelung der Antriebsmaschine.

Die Antriebsmaschine des Schreibgerätes wird durch Feldbeeinflussung auf konstante Drehzahl geregelt. Der Strom im Reglerfeld wird durch ein Tastrohr gesteuert, dessen Gitter durch den Kontakt eines auf der Achse der Antriebsmaschine sitzenden Fliehkraftreglers geöffnet und gesperrt wird.

Durch die leistungslose Gittersteuerung ist die Lebensdauer der Reglerkontakte praktisch unbegrenzt. Die Regelgenauigkeit bei Schwankungen der Betriebsspannung ist sehr gut. Selbst über lange Zeiträume sind die Drehzahlabweichungen kleiner als $1/1000$ der Solldrehzahl.

Die grundsätzliche Wirkungsweise der Reglerschaltung geht aus dem Prinzipschaltbild des Feldschreibers, Abb. 5, hervor.

Das Hauptstromfeld 19 des Motorgenerators 17 ist so dimensioniert, daß die Ankerdrehzahl weit über der Solldrehzahl liegt („obere Grenzdrehzahl“). Das Reglerfeld 20 wird von der Generatorseite der

Maschine gespeist und liegt in Reihe mit dem Reglerrohr 18.

Das Gitter des Reglerrohres ist zunächst vollständig gesperrt, so daß kein Strom durch das Reglerfeld fließt. Sobald die anlaufende Maschine die Solldrehzahl erreicht hat, wird durch den Fliehkraftregler der Kontakt K_1 geschlossen und dadurch das Reglerrohr geöffnet. Der Anodenstrom erregt die Feldwicklung 20, die eine sehr hohe Windungszahl besitzt. Da die Erregung der beiden Felder 19 und 20 gleichsinnig wirkt, wird die Gesamterregung der Maschine derart verstärkt, daß die Drehzahl bei Aufrechterhaltung der augenblicklichen Erregung weit unter die Solldrehzahl absinken würde („untere Grenzdrehzahl“). Sobald jedoch die Solldrehzahl unterschritten ist, wird der Kontakt K_1 durch den

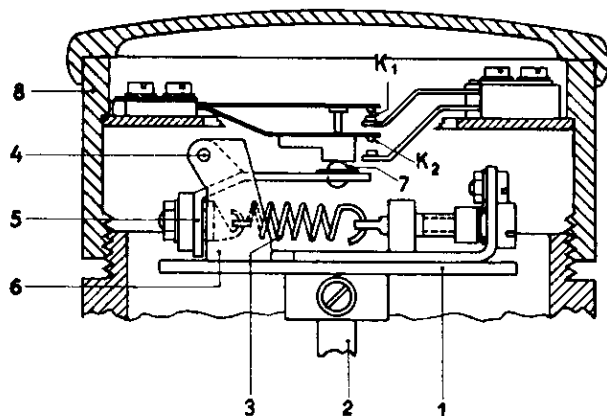


Abb. 6: Konstruktiver Aufbau des Reglers.
Die gezeichnete Lage entspricht der Arbeitsstellung des Reglerkontaktes K_1 .

Fliehkraftregler geöffnet, das Reglerrohr wird wieder gesperrt und das Reglerfeld ist stromlos. Nun wiederholt sich der Regelvorgang.

Ist das Reglerrohr defekt, so kann das Feld nicht erregt werden und die Antriebsmaschine würde eine gefährlich hohe Drehzahl annehmen. Dies verhindert der Sicherheitskontakt K_2 , der ebenfalls durch den Fliehkraftregler betätigt wird, aber erst bei einer etwas höheren Drehzahl als der Solldrehzahl. Wird der Reglerkreis unterbrochen und übersteigt die Maschine die Solldrehzahl, so legt der Kontakt K_2 das Reglerfeld direkt an die Generatorspannung, und es spielt sich in entsprechender Abänderung der oben beschriebene Regelvorgang ab. Die Öffnungsspannung des Kontaktes K_2 ist infolge der hohen Induktivität des Reglerfeldes sehr groß und der Kontaktabbund ziemlich stark. Die Antriebsmaschine soll deshalb betriebsmäßig nicht auf dem Sicherheitskontakt arbeiten.

Die Generatorspannung ist unabhängig vom Erregerfeld durch die primäre EMK gegeben und wird daher durch die Reglerstromstöße praktisch nicht beeinflusst.

In Abb. 6 ist der konstruktive Aufbau des Reglers dargestellt. Die gezeichnete Stellung entspricht

der Anlaufstellung der Antriebsmaschine, in der die Kontakte K_1 und K_2 geöffnet sind und die Maschine die Neigung hat, eine hohe Drehzahl anzunehmen.

Der Reglerteller 1 ist auf der Motorachse 2 befestigt. Durch die Spiralfeder 3 wird der um die Achse 4 drehbare Reglerhebel 5 gegen den Anschlag 6 gedrückt. Auf der genau zentrierten Kugel 7 liegt der Federsatz K_1, K_2 mit geringem Druck auf. Unter der Wirkung der Fliehkraft wird der

Kurzwellenempfang alle Fadings ausgleicht. Lediglich bei schwierigen Störungsfällen kann eine grobe Einregulierung der Empfangsverstärkung von Vorteil sein. Die günstigste Empfängereinstellung ist immer unmittelbar an der störungsfreien Aufzeichnung der Schriftzeichen zu erkennen. Diese Tatsache erleichtert ganz wesentlich die Einstellung des Funkempfängers, besonders bei ungeübter Bedienung oder bei starken Raumgeräuschen.

Die Störsicherheit, ausgedrückt in dem zulässigen Verhältnis von Störspannung zu Signalspannung, ist beim Feldschreiber sehr groß. Praktisch kann man sagen, daß die Empfangsgrenze des Feldschreibers mit derjenigen beim Morsehörfeld zusammenfällt.

Die Antriebsmaschine ist auf dem gesamten Wellenbereich, von Ultrakurz- bis Langwellen, entstört.

Die Sender sind für den Hell-Schreiberbetrieb im allgemeinen in Telegrafietastung zu betreiben. Durch die Schriftzeichenimpulse wird bis zur Oberstrichleistung angesteuert, und in den Pausen soll der Träger vollständig unterdrückt sein. Für die Sendertastung durch den Feldschreiber sind verschiedene Möglichkeiten vorgesehen.

Eine direkte Tastung des Senders durch die Geberkontakte des Feldschreibers ist nur bei genügend kleiner Tastleistung zulässig. Die Geberkontakte sind dazu an die Zwölfachsteckdose auf der Frontseite des Verstärkers geführt. Durch den Führungsstift des entsprechenden Steckers wird ein Kontakt geöffnet und damit die Geberkontakte von den Stromkreisen des Verstärkers abgetrennt.

Größere moderne Sender besitzen meist ein Modulationsgerät zur Tastung durch Tonfrequenz-

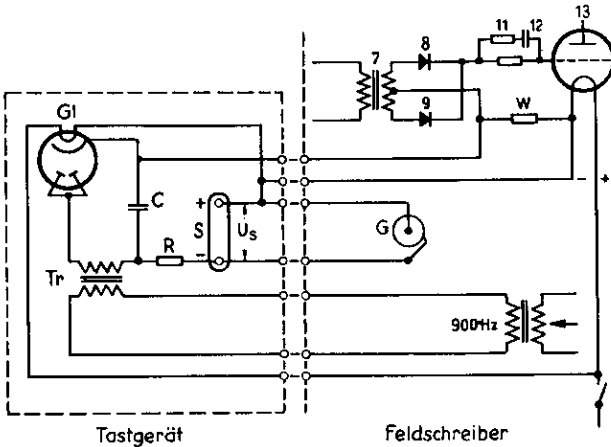


Abb. 7: Tastgerät für mittlere Sender. Schaltbild mit den Anschlußstromkreisen des Feldschreibers.

Reglerhebel 5 entgegen der Wirkung der Spiralfeder nach außen gedrückt. Dabei senkt sich die Kugel und der auf ihr liegende Federsatz bis zum Schluß des Kontaktes K_1 , womit der Reglervorgang einsetzt.

Der Reglerfedersatz kann durch Verdrehen der am Kopf der Antriebsmaschine angebrachten Kappe 8 in der Höhe verstellt werden, wodurch sich die Drehzahl in Grenzen von etwa $\pm 5\%$ verändern läßt.

IV. Der Feldschreiber im Betrieb.

a) Der Funkbetrieb.

Für den Einsatz des Feldschreibers im praktischen Betrieb ist neben seiner einfachen Bedienung besonders die Anpassungsfähigkeit an alle vorkommenden Betriebsverhältnisse wichtig.

Die Betriebsspannung kann um $\pm 10\%$ schwanken, ohne daß der Gleichlauf der Antriebsmaschine davon beeinflusst wird.

Zum Funkempfang kann der Feldschreiber an jeden für Telegrafieempfang geeigneten Funkempfänger angeschlossen werden. Bei tonloser Sendung wird ein Ueberlagerungston von etwa 900 Hz eingestellt, der bei Kurzwellenempfang um einige hundert Herz schwanken kann. Die Eingangsspannung für den Verstärker ist auf übliche Kopfhörerlautstärke einzustellen und liegt dann mit großer Sicherheit innerhalb der zulässigen Grenzen von 0,05 bis 5 Volt. Die Einregulierung auf optimale Verstärkung erfolgt automatisch durch die Pegelregelung, die auch bei

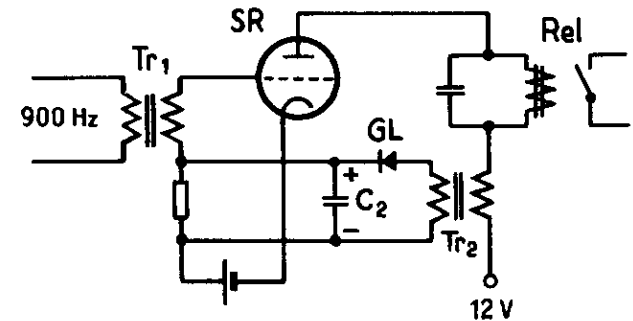


Abb. 8: Schaltbild des Anrufgerätes.

Impulse. In diesem Fall werden die Klemmen „ L_a, L_b, E “ des Feldschreibers mit dem entsprechenden Tastanschluß des Senders verbunden, der dann durch die vom Feldschreiber gelieferten und im Modulationsgerät verstärkten und gleichgerichteten 900-Hz-Impulse getastet wird. Der Feldschreiber liefert dabei Kontrollschrift.

Für mittlere Sender mit Anodenstromtastung wurde ein kleines Tastgerät entwickelt, das zwischen Sender und Feldschreiber geschaltet wird und

aus diesem die Betriebsspannung entnimmt. Abbildung 7 zeigt das vereinfachte Schaltbild des Tastgerätes mit den dazugehörigen Stromkreisen des Feldschreibers. Die 900-Hz-Spannung des Röhrensummers wird im Transformator Tr auf 400 Volt heraufgesetzt, in dem Gleichrichterrohr Gl gleichgerichtet und nach Glättung durch den Kondensator C über den Widerstand W im Feldschreiber und über R an die Klemmen S geführt. An diese Klemmen ist der Gittergleichstromkreis des Senders derart angeschlossen, daß das Senderrohr gesperrt ist. Wird der parallel zu S liegende Geber G des Feldschreibers getastet, so wird die Sperrspannung U_s über den Schutzwiderstand R kurzgeschlossen und damit der Sender geöffnet. Der dabei auftretende Taststrom erzeugt am Widerstand W des Feldschreibers eine Spannung, die das Gitter des Endrohres im Rhythmus der getasteten Zeichen öffnet. Damit liefert also das gebende Gerät Kon-

Infolge der Pegelregelung ist das Gerät auch unempfindlich gegen Echoimpulse, sofern diese wenigstens um etwa 0,7 Neper gegenüber dem Hauptimpuls gedämpft sind.

c) Das Anrufergerät.

Beim Betrieb des Feldschreibers auf Leitungen, besonders beim Einsatz an Stelle des Feldfernsprechers, ergab sich die Forderung nach einer Anrufmöglichkeit der Gegenstation. Die Parallelschaltung des Feldfernsprechers zum Feldschreiber wäre eine ungenügende Lösung, da mit dem Feldschreiber größere Entfernungen als mit dem Feldfernsprecher überbrückt werden können.

Es wurde deshalb ein besonderes Anrufergerät entwickelt, das als kleines Zusatzgerät an der Steckdose des Feldschreibers angeschlossen wird und aus ihr die erforderliche Betriebsspannung entnimmt. Als Anrufspannung stehen 900 Hz Impulse



Abb. 9: Schriftprobe bei Gleichlauf zwischen Geber und Empfänger und bei 0,5% Drehzahlabweichung.

trolschrift. Der Widerstand R ist so groß (etwa 10^6 Ohm), daß an den Geberkontakten keine gefährliche Berührungsspannung auftreten kann.

Das Tastgerät ist in einem kleinen Blechgehäuse von den Ausmaßen $120 \times 80 \times 90$ mm untergebracht. Je ein Kabel führt zur Steckdose des Feldschreibers und zum Tastkreis des Senders. Das Gerät bedarf im Betrieb keinerlei Bedienung oder Wartung. Die zusätzliche Stromaufnahme aus der 12-Volt-Batterie des Feldschreibers beträgt etwa 0,2 A.

b) Der Leitungsbetrieb.

Die mit den Schriftzeichen modulierte Trägerfrequenz von 900 Hz gelangt von den Klemmen „ $L_a - L_b/E$ “ aus über die Leitung zur Gegenstation und gleichzeitig in den eigenen Verstärker. Man erhält also bei Leitungsbetrieb ebenfalls stets Kontrollschrift. Eine Umschaltung von Senden auf Empfang ist nicht erforderlich, das Gerät ist stets sendend und empfangsklar.

Grundsätzlich kann der Feldschreiber an jeder Art von Leitung betrieben werden, wobei nur die zu überbrückende Leitungsdämpfung für 900 Hz kleiner als 5 Neper sein muß. Eine Anpassung des Feldverstärkers an den Leitungswiderstand ist nicht erforderlich.

mit einer minimalen Leistung von etwa 10^{-4} Watt zur Verfügung, durch die über ein Verstärkerrohr in einer Art Reflexschaltung ein Relais eingeschaltet wird. Bemerkenswert ist, daß dabei als Anoden-spannung nur die Betriebsspannung des Feldschreibers von 12 Volt zur Verfügung steht.

Die Abb. 8 zeigt das grundsätzliche Schaltbild des Gerätes. Die Tonfrequenzspannung wird im Eingangsübertrager Tr 1 sehr stark heraufgesetzt und dem Gitterkreis des Schaltrohres SR zugeführt, dessen Arbeitspunkt in Ruhe nur soweit über dem unteren Knie der Anodenstromkennlinie liegt, daß das Rohr gerade noch verstärkt, der Anodenstrom aber so gering ist, daß das Relais Rel nicht anspricht. Die verstärkte Wechselfrequenzspannung wird im Transformator Tr 2 weiter heraufgesetzt und nach Gleichrichtung im Trockengleichrichter Gl derart in den Gitterkreis des Rohres zurückgeführt, daß sich dessen Arbeitspunkt nach dem Positiven verschiebt. Dadurch wird die Verstärkung und damit wieder die Verschiebespannung vergrößert, so daß das Rohr mit großer Stabilität bis zum Gitterstromereinsatz gesteuert wird und das Relais mit Sicherheit zum Ansprechen kommt, sobald nur die Mindestspannung von etwa 10 mV am Eingangsübertrager erreicht ist.

Der Glättungskondensator C_g unterdrückt einmal jede wechselstrommäßige Rückkopplung und

damit Neigung zur Selbsterregung und bewirkt weiter eine Ansprech- und Abfallverzögerung des Relais. Kurze Störspannungen bringen das Relais nicht zum Ansprechen, während längere Zeichenpausen durch die Wirkung des Kondensators C_2 überbrückt werden. Das Relais wird durch Schriftzeichenspannung ohne weiteres gehalten und fällt erst ab nach einer Zeichenpause von der Länge mehrerer Buchstaben.

Der Anodenstrom von 12 Volt entsprechend ist der Anodenstrom verhältnismäßig gering, und das Relais Rel muß empfindlich ausgeführt sein. Deshalb ist diesem Relais ein robustes Sekundärrelais nach-

geschaltet, das den Stromkreis für ein optisches oder akustisches Signal schließt.

Es ist auch möglich, durch das Anrufergerät den Feldschreiber direkt einzuschalten. Das Relais muß dazu die an der Steckdose des Anschlußgerätes liegenden Kontakte des Hauptschalters verbinden. Steht dabei der Hauptschalter in Stellung „Bereit“, so ist der Feldschreiber sofort nach der Ferneinschaltung ohne Verlust der Röhrenanheizzeit empfangsklar. Wird die Sendung beendet, so schaltet das Anrufergerät nach einer Pause von einigen Sekunden den Feldschreiber automatisch aus.

DRUCKER

Der Schnellmorseschreiber System Hell.

Von G. Ege.

I. Einleitung.

Beim Schnellmorseverkehr der drahtlosen Telegrafie werden zur Aufzeichnung der Morsezeichen auf der Empfangsseite heute allgemein Schreibgeräte verwendet, die in verschiedenen bekanntgewordenen Ausführungsformen alle nach dem Prinzip des Drehpulschreibers arbeiten.

Derartige Geräte sind grundsätzlich schon lange bekannt und wurden vor Erfindung der drahtlosen Telegrafie bei der Seekabeltelegrafie angewandt. Bestimmend für die Konstruktion waren damals die Forderungen nach einer möglichst kurvengetreuen Aufzeichnung des Empfangsstromes, um die durch die Wirkung der Kabelkapazität stark verzerrten Telegrafiezeichen unterscheiden zu können. Ebenso wichtig war aber die Forderung nach höchster Stromempfindlichkeit, da die Verstärkerröhre noch nicht zur Verfügung stand.

Das erste derartige Gerät, der von Thomson im Jahre 1867 angegebene Siphon-Rekorder¹⁾, zeigt folgende grundsätzliche Wirkungsweise. Die Empfangsströme durchfließen eine Drehspule in einem starken Magnetfeld. Durch die Drehspulbewegung wird ein Kapillarröhrchen gesteuert, das die Farbe aus einem Tintengefäß auf den Papierstreifen in Wellenlinienschrift überträgt. (Bei dem von Thomson angegebenen Gerät sorgte außerdem ein Vibrator für Verringerung der Reibung zwischen Kapillarröhrchen und Papierstreifen.)

In der Folgezeit sind verschiedene Gerätkonstruktionen zur Aufzeichnung von Morsezeichen bekannt geworden, die aber auch nach Einführung der Verstärkerröhre in die Praxis immer noch nach

dem ursprünglich für die verstärkerlose Seekabeltelegrafie angegebenen Prinzip arbeiten. Trotz verschiedenartiger Verbesserungen haftet diesen Geräten deshalb grundsätzlich der durch das drehspulartige Empfangssystem und die Farbübertragung durch ein Kapillarröhrchen bedingte Nachteil einer großen mechanischen Empfindlichkeit und das Erfordernis einer ständigen sorgfältigen Wartung und Pflege an.

Eine der letzten Entwicklungsstufen in dieser Richtung stellt wohl der Drehpulschnellschreiber von Siemens & Halske dar, der durch Erhöhung der Eigenfrequenz des Drehpulsystems die Schreibgeschwindigkeit auf 300 Worte pro Minute²⁾ steigerte, wobei durch die Frequenzabhängigkeit der Amplitude des Drehpulsystems oberhalb der Eigenschwingung eine Unterdrückung der hohen Störfrequenzen erreicht wird.

Unbeeinflusst von den bisher bekannten Geräten wurde nun mit der Konstruktion des Schnellmorseschreibers System Hell ein völlig neuer Weg beschritten. Das Gerät wurde speziell für die Erfordernisse des Funkempfangs zur Aufnahme von Morsezeichen höchster Telegrafiergeschwindigkeit entwickelt. Es wurde dabei angestrebt, die durch den heutigen Stand der Verstärkertechnik gegebenen Möglichkeiten zur Störungsselektion und Pegelregulierung bei geringem Aufwand voll auszunützen. Das Schreibgerät ist deshalb mit dem dazugehörigen Verstärker in der Funktion eng verknüpft.

Die Registrieranordnung zur Aufzeichnung der Morsezeichen auf dem Papierstreifen wurde im Prinzip vom Hellschreiber übernommen. Die Auf-

¹⁾ u. a. H. W. Goetsch, Taschenbuch für Fernmelde-technik 1938, Seite 312.

²⁾ A. Jipp, Der Drehpuls-Schnellschreiber von Siemens & Halske, Siem. Zeitschr. 6 (1926) S. 590.

gabe des Schnellmorseschreibers war ja auch ähnlich der des Hellschreibers: praktisch verzerrungsfreie Aufzeichnung von elektrischen Impulsen mit der kürzesten Dauer von 2,5 Millisekunden (entsprechend 500 Worten pro Minute). Durch eine bildpunktmäßige Aufzeichnung der Empfangsspannung wird eine optimale Unterscheidbarkeit von Zeichen- und Störspannungen auch bei schlechtem Funkempfang erreicht.

Mit der Summe dieser Konstruktionsmerkmale ist es gelungen, im Schnellmorseschreiber System Hell ein Gerät zu schaffen, das die für den heutigen Funkbetrieb vom technischen Standpunkt aus zu stellenden Forderungen erfüllt:

1. Höchste Schreibgeschwindigkeit.
2. Optimale Trennung der Signal- und Störspannung im Vorverstärker, Ausgleich von durch kurzzeitige und lange Fadings verursachten Pegelschwankungen.
3. Befriedigende Lösung der Farbübertragung auf den Papierstreifen.
4. Mechanisch robuster Aufbau, in stark erschütterten Fahrzeugen betriebsfähig, einfache Bedienung, kleine Abmessungen, geringer Stromverbrauch.

II. Grundsätzliche Wirkungsweise.

Die grundsätzliche Wirkungsweise des Schnellmorseschreibers geht aus Abb. 1 hervor. Die tonfrequente Ausgangsspannung des Funkempfängers E wird in dem Verstärker V in einem Tonsieb von Störspannungen gereinigt, dann verstärkt, gleichgerichtet und in der Endstufe auf konstanten Strom geregelt. Durch die verstärkten Empfangsströme wird der Schreibmagnet M erregt. Ueber der Schreibleiste S des Magnetankers ist das vom Schreibermotor angetriebene Schreibrad R und die farbgetränkte Filzrolle F angeordnet. Der durch die Transportrollen Tr gleichförmig transportierte Papierstreifen P wird unter der Wirkung der Empfangssignale gegen das Schreibrad gedrückt, und dieses färbt den Streifen ein. Die Morsezeichen

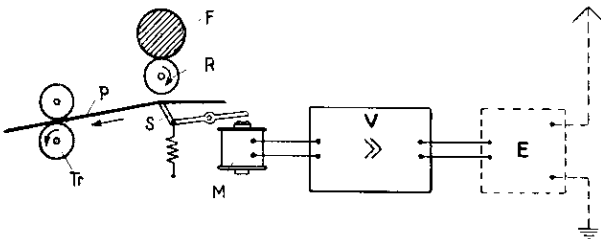


Abb. 1: Schema des Schnellmorseschreibers.

markieren sich dadurch als kurze und lange Striche auf dem Papierstreifen, entsprechend der Anzugdauer des Magnetankers.

III. Die Registrieranordnung.

Das beim Schnellmorseschreiber System Hell angewandte Registrierprinzip ermöglicht bei hoher Schreibgeschwindigkeit eine sehr robuste konstruk-

tive Durchbildung aller Teile, so daß beim Betrieb keinerlei Justierungen vorzunehmen sind.

a) Das Schreibsystem.

Die Abbildung 2 zeigt den Aufbau des Schreibsystems. Der drehbar gelagerte Anker 1 wird unter der Wirkung der Empfangsströme entgegen der Rückzugfeder 2 angezogen. Der Magnet ist aus lamellierten Blechen aufgebaut. Zwischen der

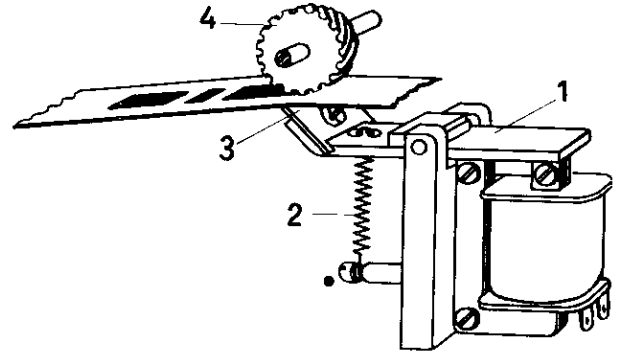


Abb. 2: Schematische Darstellung des Schreibsystems.

Schneide 3 des Magnetankers und dem Schreibrad 4 wird durch die Transportvorrichtung der Papierstreifen derart hindurchgezogen, daß er mit geringem Druck auf der Schneide aufliegt und bei nicht angezogenem Anker das Schreibrad nicht berührt. Bei erregtem Magneten wird der Papierstreifen durch die Ankerschneide mit großer Kraft gegen das Schreibrad gedrückt. Das Magnetsystem ist in einem Spritzgußgehäuse eingebaut, aus dem nur das Schreibrad herausragt und das auf der Oberseite eine Führungsbahn für den Papierstreifen besitzt. Die Abb. 3 zeigt das Schreibsystem im geschlossenen Gehäuse mit der Papierführungsbahn und dem Schreibrad 4.

Die an das Schreibsystem zu stellenden Leistungsforderungen für die Registrierung von Schnellmorsezeichen sind:

1. Kurze Ansprech- und Abfallzeit zur Vermeidung von Verzerrungen entsprechend einem kürzesten zu registrierenden Impuls von 2,5 Millisekunden (500 wpm).
2. Kleine Differenz zwischen Ansprech- und Abfallstrom.

Die erste Forderung wird erfüllt durch kleine bewegte Massen und kleinen Arbeitshub des Magnetankers sowie durch einen steilen Stromanstieg in der Magnetspule durch geeignete elektrische Dimensionierung der Endrohrschaltung des Verstärkers. Durch diese Maßnahmen wird die Ansprechzeit des Schreibsystems unter 1 Millisekunde gesenkt.

Die zweite Forderung ist wichtig im Hinblick auf die verzerrungsfreie Registrierung der Morsezeichen bei gestörtem Empfang, wenn der Zeichenpegel nur wenig über dem Störpegel liegt. Durch möglichste Annäherung des Abfallwertes des

Schreibsystems an den Ansprechwert wird vermieden, daß der Anker unter der Wirkung der Störspannung kleben bleibt oder bei langsam abklingenden Empfangsimpulsen (z. B. Nachhall, Echoerscheinungen) die Zeichen verzerrt registriert werden. Die erforderliche Ansprechcharakteristik wird durch geeignete Materialauswahl für das Magnetblech,

Ring aus Spezialfilz, der mit der Registrierfarbe getränkt ist. Eine einmalige Tränkung reicht für etwa 20 Betriebsstunden.

c) Die bildpunktmäßige Registrierung.

Treten beim Funkempfang Störungen auf, die bezüglich Frequenz und Amplitude mit den aufgenommenen Morsezeichen übereinstimmen, so kann das Tonsieb und die Pegelregulierung des Verstärkers Signal- und Störspannung nicht mehr trennen. Das einzige brauchbare Unterscheidungsmerkmal ist dann oft nur die unregelmäßige, meist kürzere zeitliche Dauer der Störimpulse gegenüber dem durch die jeweilige Telegrafiergeschwindigkeit festgelegten Rhythmus der Morsezeichen. Um dieses Kriterium bei der Auswertung der Empfangsstreifen voll ausnützen zu können, wird beim Schnellmorseschreiber eine bildpunktmäßige Aufzeichnung angewandt.

Auf dem Umfang des Schreibrades, Abb. 5, sind Schraubengänge derart angeordnet, daß das Ende eines Ganges jeweils genau unter dem Anfang des nächsten Ganges liegt. Wird der Papierstreifen gegen das Rad gedrückt, so erfolgt die Berührung nicht gleichzeitig über die ganze Radbreite, sondern nur an einem einzigen Punkt. Bei der Drehung des Rades verschiebt sich der Berührungspunkt auf dem Papierstreifen von oben nach unten, entsprechend dem Ablauf eines Schraubenganges. Unter Berücksichtigung der in der Zeichnung dargestellten Stei-

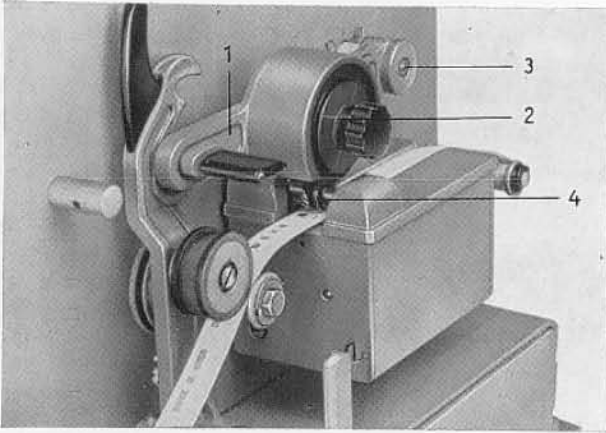


Abb. 3: Schreibsystem mit Farbrolle und Papiertransport.

durch Justiermaßnahmen sowie durch eine Versteigerungsschaltung in der Endstufe des Verstärkers erreicht.

b) Die Einfärbung des Streifens.

Während bei den bisher bekannten Schreibern mit Kapillarröhrchen eine möglichst dünnflüssige Tinte verwendet werden mußte, die rasch eintrocknete und dadurch die Betriebsbereitschaft der Geräte herabminderte, erlaubt das beim Schnellmorseschreiber angewandte Registrierprinzip die Verwendung einer kolloidalen Lösung des Farbstoffes in Oel. Die Farbe kann daher nie eintrocknen und der Schnellmorseschreiber ist auch nach Betriebspausen von mehreren Monaten stets betriebsklar.

In der Abb. 3 ist das Schreibsystem mit der Farbrolle dargestellt. An dem Hebel 1 ist die Farbrolle 2 leicht drehbar gelagert. Der Hebel ist um den Punkt 3 schwenkbar und drückt die Farbrolle mit geringem Druck auf das Schreibrad 4. Durch die Reibung mit diesem umlaufenden Rad wird die Farbrolle ebenfalls in Rotation versetzt und gibt nun ständig gerade soviel Farbe an das Schreibrad ab, daß dessen Oberfläche mit einer dünnen Farbschicht gleichmäßig überzogen ist (Dicke der Schicht einige μ). Wird nun der Papierstreifen unter der Wirkung der Empfangsströme gegen das Schreibrad gedrückt, so wird die Farbe von diesem auf den Papierstreifen übertragen, während gleichzeitig das Rad durch die Farbrolle dauernd nachgefärbt wird. Die Farbe wird dabei so dünn auf den Papierstreifen aufgetragen, daß sie sofort wischfest ist.

Abb. 4 läßt den Aufbau einer Farbrolle erkennen. Auf einem Stahlrohr mit Bakelitgriff sitzt ein

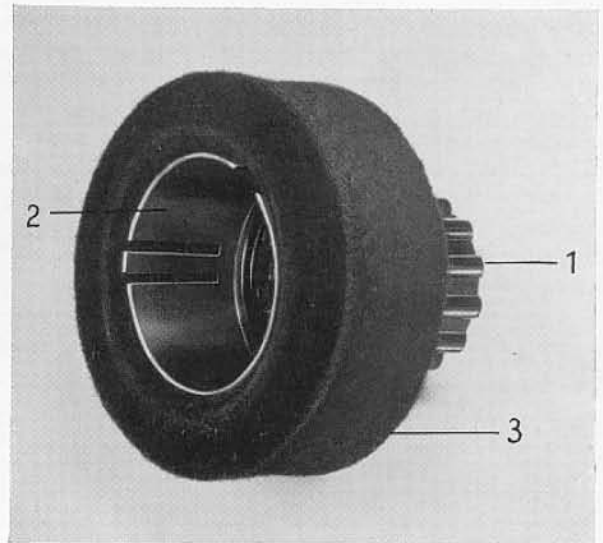


Abb. 4: Farbrolle
1 Bakelitgriff 2 Stahlrohr 3 Filzring.

Ring aus Spezialfilz, der mit der Registrierfarbe getränkt ist. Eine einmalige Tränkung reicht für etwa 20 Betriebsstunden.

gung der Schraubengänge, der Drehrichtung des Schreibrades und der Transportrichtung des Papierstreifens wird auf diesem das in Abb. 5 dargestellte Linienraster aufgezeichnet. Die Abstände der einzelnen Linien sind dabei so klein, daß sich die Linien gerade berühren und eine geschlossene Fläche bilden, sich aber nicht überdecken.

Während die Morsezeichen sich durch diese Art der Aufzeichnung auf dem Papierstreifen als geschlossene, scharf begrenzte Flächen markieren, werden die kurzzeitigen Störungen als unregelmäßig angeordnete Punkte oder kleine Striche abgebildet. Die Abb. 6 zeigt bei stark gestörtem Funkempfang aufgenommene Empfangsstreifen. Trotz großer Störhäufigkeit in den Zeichenpausen sind die Morse-

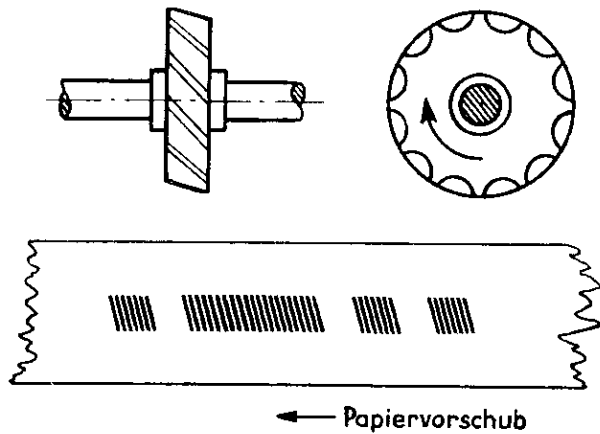


Abb. 5: Schematische Darstellung des Schreibrades und des Linienrasters bei bildpunktweiser Aufzeichnung.

zeichen noch klar erkennbar. Zum Vergleich ist daneben ein ungestörter Empfangsstreifen gezeigt. Durch die schmale, „unten“ liegende Registrierung der Morsezeichen wird die Ableserichtung bestimmt.

IV. Die Verstärkerschaltung.

Der Verstärker des Schnellmorseschreibers ist für 12 V Betriebsspannung dimensioniert, aus der die Röhren geheizt werden und die Anodenspannung über eine eingebaute Zehackeranordnung mit Trockengleichrichter gewonnen wird. Er ist bei 5000 Ohm Eingangswiderstand zum Anschluß an jeden Funkempfänger mit Kopfhörerausgang geeignet.

dem Transformator wird die Tonspannung gleichgerichtet (5 und 6), geglättet und dem Gitterkreis des Endrohres 7 zugeführt, dessen Arbeitspunkt in Ruhe am unteren Knie liegt. Dadurch wird das Rohr im Takte der Empfangsimpulse bis zum Gitterstromersatz geöffnet. Ein weiterer Anodenstromanstieg über den Gitterstromersatzpunkt hinaus wird durch die Pegelregelung im Gitterkreis (R_g , R_v , C) verhindert. Im Anodenkreis des Endrohres liegt die Wicklung M des Schreibmagneten. Der Zehacker mit Gleichrichter für die Anodenspannungserzeugung ist nicht eingezeichnet.

Das Tonsieb ist als Bandfilter in symmetrischer T-Schaltung aufgebaut. Um bei Funkempfang einem Störton ausweichen zu können, kann es durch einen Umschalter auf die beiden Resonanzfrequenzen 900 Hz und 1500 Hz eingestellt werden. Die Bandbreite beträgt dabei ± 100 Hz bzw. ± 150 Hz. In einer dritten Stellung des Umschalters ist das Tonsieb überbrückt. Dann wirkt nur noch der auf 900 Hz abgestimmte Eingangsübertrager selektiv mit einer Bandbreite von etwa ± 300 Hz, so daß der Empfangston um einige hundert Hertz schwanken kann (z. B. bei Ueberlagerungsempfang frequenzunstabiler Kurzwellensender), aber trotzdem eine gewisse Störfreiung erzielt wird.

Ueber lange Zeiträume angestellte umfangreiche Empfangsuntersuchungen haben gezeigt, daß es den Bedürfnissen des Funkbetriebes mehr entspricht, wenn das Tonsieb nicht in der Frequenz, sondern in der Bandbreite umschaltbar gemacht wird. Dieser Erkenntnis entsprechend besitzen die neuesten Schnellmorseschreiber ein Tonsieb, das bei 900 Hz Resonanzfrequenz auf die beiden Bandbreiten von ± 100 Hz und ± 200 Hz umgeschaltet werden kann. Die dritte Ueberbrückungsstellung wurde unverändert beibehalten.

Der Ausgleich von Feldstärkeschwankungen beim Kurzwellenempfang durch eine niederfrequente Regelauswahl ist im Schnellmorsebetrieb unerlässlich. Die Fadingregelung der üblichen Funk-

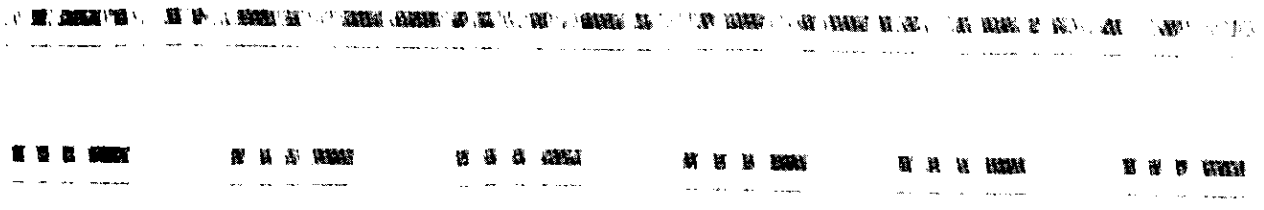


Abb. 6: Empfangsstreifen (natürliche Größe) bei starken Funkstörungen. Darunter zum Vergleich ein Streifen bei ungestörtem Empfang.

Die grundsätzliche Schaltung zeigt Abb. 7. Die Empfangsspannung gelangt über Potentiometer 1, Tonsieb BF und Anpassungsübertrager 2 zum Vorrohr 3. Der Ausgangstransformator 4 des Vorrohres besitzt eine Mithörwicklung, die das Abhören des Funkempfangs mit Kopfhörer hinter dem Tonsieb und damit eine genaue Einstellung des Ueberlagerungstones am Funkempfänger ermöglicht. Hinter

empfänger kann diese Forderung nicht ohne weiteres erfüllen wegen des Fehlens der Trägerfrequenz in den Zeichenpausen.

Eine praktisch vollkommen genügende Lösung der bestehenden Schwierigkeiten stellt die Gitterkreisschaltung Abb. 7 des Endrohres des Verstärkers dar. In einem Bereich von über 5 Neper werden Schwankungen des Eingangspegels auch bei

telegrafiegetasteten Sendern vollständig ausgeglichen. Die strombegrenzende Wirkung der Schaltung beruht auf der Verschiebung des Arbeitspunktes der Endröhre ins Negative um den Spannungsabfall des

Die Grundplatte 1 des Schreibgerätes enthält zwei in der Abbildung nicht sichtbare Papierkästen für das Registrierpapier, die durch den Klappdeckel 2 verschlossen sind und durch Druck auf

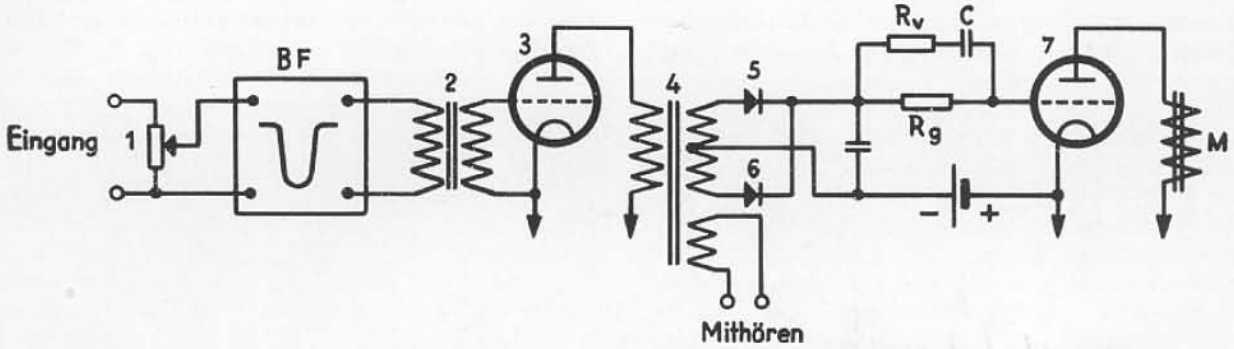


Abb. 7: Prinzipschaltbild des Schnellmorseschreibers.

auf tretenden Gitterstromes am Widerstand R_g . Der Kondensator C sorgt dafür, daß die Verschiebung entsprechend der Zeitkonstante $R_g \times C$ auch längere Zeichenpausen überbrückt. Eine weitere Wirkung der Verschiebung besteht darin, daß nur jeweils die höchste vorhandene Amplitude das Rohr aussteuert, während kleinere Störampplituden in den Sperrbereich des Rohres fallen. Bei einem bestimmten Charakter der Funkstörungen (atmosphärische Entladungen, Schaltstöße usw.) können Störspannungsspitzen auftreten, die wesentlich höher als die Zeichenamplitude sind und die deshalb den Kondensator C soweit aufladen, daß das Rohr für die Zeichenamplitude einige Zeit gesperrt ist. Derartige Störspannungen sind aber erfahrungsgemäß meist von kürzerer Zeitdauer als die kürzesten zu verstärkenden Morsezeichen. Deshalb ist der Aufladeverzögerungswiderstand R_v vorgesehen, der bewirkt, daß der Kondensator C nur durch Impulse von mindestens der Zeitdauer der Morsezeichen aufgeladen werden kann. Die Bemessung von C und R_g stellt eine Kompromißlösung der Forderungen nach möglichst kleiner Zeitkonstante zur Ausregelung der kürzesten Fadings und möglichst großer Zeitkonstante zur Ueberbrückung langer Zeichenpausen dar und wurde auf Grund langer Versuchsreihen ermittelt.

Auslöseknöpfe nach vorn herauspringen. Auf der Grundplatte ist der Getriebekasten 3 angebracht, an dessen Rückseite der Motor für Schreibrad- und Papiertransportantrieb befestigt ist. Nach Entfernen der Blechhaube 4 ist der Motor mit seiner Funkent-

V. Der konstruktive Aufbau.

Der Schnellmorseschreiber wurde als Tornistergerät gebaut, damit er als leicht transportables Gerät für jeden Betriebsfall eingesetzt werden kann. In einem Panzerholzkasten ist das Schreibgerät und der Verstärker untergebracht. Die Abmessungen über alles betragen $450 \times 390 \times 230$ mm bei einem Gesamtgewicht von 18 kg. Das ganze Gerät ist in Leichtmetall, die Gehäuseteile in Elektrometall ausgeführt. Der Schnellmorseschreiber benötigt als einzige Stromquelle einen 12 V-Sammler bei 2 Amp. Stromaufnahme. Die Abb. 8 zeigt den Schnellmorseschreiber mit abgenommenem Tornisterdeckel.

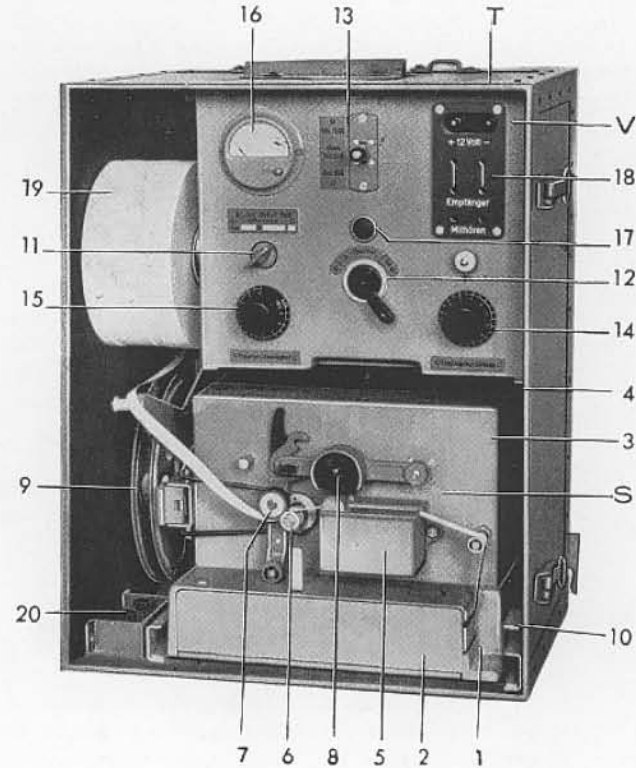


Abb. 8: Der Schnellmorseschreiber mit abgenommenem Tornisterdeckel.

T Tornister S Schreibgerät V Verstärker.

störungsschaltung zugänglich. Das Schreibsystem 5 ist leicht auswechselbar an der Vorderseite des Getriebekastens befestigt. Die Stromzuführung erfolgt über Kontaktstifte. Neben dem bereits beschriebenen

nen Schreibrad mit Schraubengängen ist noch ein schmales Rädchen angeordnet, durch dessen auf dem Papierstreifen „unten“ liegende Aufzeichnung der Morsezeichen lediglich die Ableserichtung des Empfangstreifens bestimmt wird. Zwischen der gerändelten Transportrolle 6 und der Druckrolle 7, die leicht drehbar an dem unter Federdruck stehenden Druckrollenhebel 8 sitzt, wird der Papierstreifen

gänglich sind. An der Frontseite sind folgende Bedienungselemente angeordnet: der Hauptschalter 12 mit der Stellung „Bereit“ für Röhrenanheizung, der Tonsiebumschalter 13, das Potentiometer 14 „Empfangsverstärkung“ sowie der Regelknopf 15 für die „Papiergeschwindigkeit“. Das Voltmeter 16 zeigt die Heiz- und Anodenspannung an. 17 ist eine Signallampe, die in der „Bereit“-Stellung des Haupt-

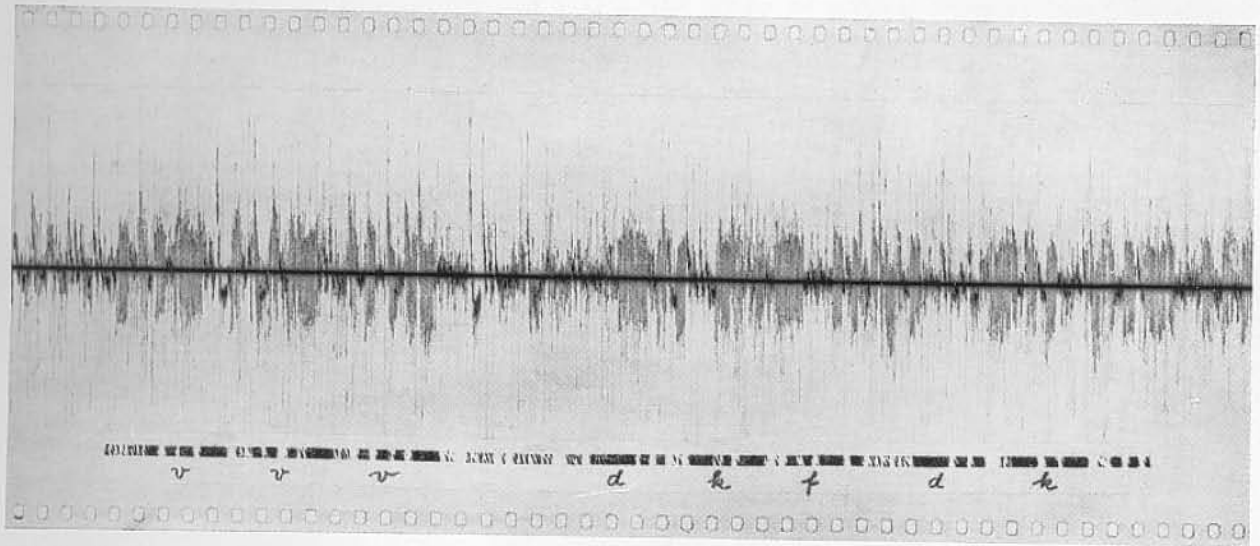


Abb. 9: Oszillogramm der Empfängerausgangsspannung mit zugehörigem Empfangstreifen bei gestörtem Funkempfang. Die Störampplitude beträgt ein Mehrfaches der Zeichenamplitude. Die Störungen werden zwischen den Morsezeichen als Punkte abgebildet.

transportiert. Die Vorschubgeschwindigkeit kann durch Drehzahlregelung des Antriebmotors mit einem Regelgriff 15 am Verstärker zwischen 1,5 und 10 m/min. für jede Telegrafiergeschwindigkeit eingestellt werden. Durch Anheben des Farbrollenhebels 8 wird der Druckrollenhebel über eine Nase nach links ausgeschwenkt und beide Hebel verkleinern sich: Einfärbung und Papiertransport sind unterbrochen. Durch Ausrücken des Druckrollenhebels nach links gelangen beide Hebel mit ihren Rollen wieder in Arbeitsstellung. An der linken Seite des Getriebekastens ist die Papieraufspulvorrichtung 9 an einem Hebel gelagert, der zum Betrieb nach vorn geklappt wird. Das Spulrad wird über eine Pese und eine auf der Transportradachse sitzende Rutschkupplung angetrieben. Die Vorderscheibe des Spulrades ist abnehmbar zum bequemen Einlegen des Streifens in den Schlitz des Aufwickelkernes.

Das Schreibgerät sitzt in zwei Führungsschienen im Tornisterkasten und wird durch den Sperrhebel 10 arretiert. Zum Betrieb wird es herausgezogen und vor dem Kasten aufgestellt. Ein Sechsfachkabel verbindet das Schreibgerät mit dem Verstärker.

Der Verstärker wird ebenfalls durch zwei Schienen im Tornister gehalten. Nach Lösen des Gewindebolzens 11 kann er aus dem Tornister herausgenommen werden, so daß auf seiner Oberseite die Röhren, der Zerhacker und die Sicherung zu-

schalters aufleuchtet. Die Anschlußplatte 18 enthält ein Stiftpaar für den 12 V-Anschluß, Buchsen für den Funkempfänger sowie die Buchsen „Mithören“ für einen Kopfhörer.

Ein in der Tornisterseitenwand angebrachter Kern dient zur Aufnahme der Reservepapierrollen 19. Links neben dem Schreiber werden zwei Reservefarbrollen 20 aufbewahrt.

VI. Betriebsangaben.

Die Betriebserfahrungen mit dem Schnellmorschreiber auf zahlreichen Kurz- und Langwellenverbindungen haben die an ihn gestellten Erwartungen voll erfüllt. Die Registriergeschwindigkeit der ersten Geräte war mit 300 wpm zur Aufnahme aller bekannten Sender ausreichend und liegt bei der neuesten Type mit 500 wpm weit über dem heutigen Stand der Gebertechnik. Besonders bemerkenswert ist, daß sich dabei der Schnellmorschreiber als sehr unempfindlich gegen rauhe Behandlung erwiesen hat und daß das Gerät auch in stark erschütterten Fahrzeugen betriebsfähig ist.

Die Bedienung ist einfach. Alle funktionswichtigen Elemente am Schreiber sind fest eingestellt, so daß betriebsmäßig keine Einstellungen vorzunehmen sind außer dem Einlegen der Papierstreifen und dem Auswechseln der Farbrolle. Die Betriebsspannung kann von 11 bis 13 V schwanken. Für die

Speisung des Schnellmorseschreibers aus dem Wechselstromnetz wurde ein kleiner Trockengleichrichter entwickelt.

Die Funkentstörung des Motors und Zerhackers reicht bis 60 MHz herauf, und es ist deshalb Funkempfang auf dem gesamten Wellenbereich möglich. Bei einer mindest erforderlichen Eingangsspannung des Verstärkers von 0,02 V besitzt der Schnellmorseschreiber eine große Verstärkungsreserve. Die Reichweite bei stark gestörtem Funkempfang entspricht im allgemeinen dem Morse-Hörfempfang und ist diesem bei dicht benachbarten Störsendern sogar überlegen durch die Wirkung des scharf begrenzenden Tonsiebes. Die Abb. 9 zeigt einen Empfangsstreifen mit dem zugehörigen Oszillogramm der Empfängerausgangsspannung. Eine vergleichende Untersuchung der Empfangsergebnisse mit dem Schnellmorseschreiber und mit einem Drehspul-

schreiber findet sich bei H. Haberland: „Der Schnellmorseschreiber System Hell als Funkempfangsgerät.“

VII. Zusammenfassung.

Der Schnellmorseschreiber System Hell ist ein neues Gerät zur Aufzeichnung von Morsezeichen im Funkbetrieb. Das Schreibgerät mit Streifenzieher und der Verstärker sind zu einem Tornistergerät für 12 V Betriebsspannung vereinigt. Das in Anlehnung an den Hellschreiber entwickelte Prinzip der Zeichenregistrierung wird näher erläutert. Der technische Fortschritt des neuen Gerätes ist im wesentlichen gekennzeichnet durch: 1. hohe Schreibgeschwindigkeit bis 500 Worte pro Minute, 2. optimale Störselektion durch bildpunktmäßige Registrierung sowie durch Tonsieb und Pegelregelung, 3. in allen Teilen robusten Aufbau.

Der Schnellmorseschreiber als Funkempfangsgerät.

Von H. Haberland.

I. Einleitung.

Der Aufbau und die Wirkungsweise des Schnellmorseschreibers System Hell ist bereits an anderer Stelle¹⁾ beschrieben worden. Es soll im folgenden sein Verhalten und die Bewährung im funktelegrafischen Morseempfangsbetrieb untersucht werden.

Der Schnellmorseschreiber System Hell brachte gegenüber den veralteten Schnellmorseschreibern mit Schreibmagnetsystemen vor allem folgende Verbesserungen:

Indirekte Einfärbung aus einer Filzrolle, damit keinerlei Verfälschung der Zeichen durch Verlaufen der Schreibtinte.

Verbessertes Magnetsystem mit kürzeren Ansprechzeiten, damit höhere Maximal-Schreibgeschwindigkeit (500 wpm).

Bildpunktweise Niederschrift der Morsezeichen, damit deutliche Erkennbarkeit kurzer Störimpulse.

Nun ist die Anwendung von Schnellmorse-telegrafengeräten auf Landleitungen im letzten Jahrzehnt bis zur Bedeutungslosigkeit zurückgegangen; Schnelldrucktelegrafen und Fernschreibmaschinen haben die Morse-telegrafie fast vollkommen verdrängt. Dagegen bedient man sich in der Funk-telegrafie im Duplex-Verkehr fast ausschließlich der Morse-telegrafie. Hier dient der Drehspul-Schnell-

schreiber (Rekorder)^{2) 3) 4)} zur Niederschrift der empfangenen Morsezeichen. Dieses Gerät hat sich im letzten Jahrzehnt im internationalen Funkmorseverkehr allgemein durchgesetzt und alle anderen Morse-schreibgeräte vollkommen verdrängt. Um die Anwendbarkeit des Schnellmorseschreibers System Hell als Schreibgerät im Funkverkehr prüfen und abschätzen zu können, war ein Vergleich mit dem Drehspulschnellschreiber notwendig; denn nur ein neues Gerät mit wesentlichen Verbesserungen gegenüber dem bisher als gut erprobten Drehspul-Schnellschreiber besitzt eine Lebensberechtigung.

II. Vergleich Schnellmorseschreiber—Rekorder.

Bei der Gegenüberstellung des Schnellmorseschreibers System Hell mit dem Drehspul-Schnellschreiber und ihrer Verstärker ergaben sich folgende Unterschiede:

1. Aufbau.

- a) Beim Schnellmorseschreiber wesentlich einfachere Zuführung der Schreibfarbe, die beim Drehspulschnellschreiber einer ständigen Ueberwachung und Wartung bedarf.

²⁾ A. Jipp, Der Drehspul-Schnellschreiber von Siemens & Halske, Siemens-Z. 1926, Heft 12, S. 590.

³⁾ H. Mögel, ENT 1933, Seite 237, Ueber Schnelltelegrafieempfang in drahtlosem Ueberseeverkehr.

⁴⁾ H. Mögel, Telefunken-Zeitschrift 76 (1937), S. 41, Neuzeitliche Anforderungen an die Verkehrsanlagen für kommerziellen Kurzwellenverkehr.

¹⁾ Siehe S. 20.

b) Robuster Aufbau des Schnellmorseschreibers System Hell, der selbst in geländegängigen Fahrzeugen noch ein ungestörtes Arbeiten erlaubt. Demgegenüber ein sehr empfindlicher Aufbau des Drehspulschnellschreibers.

2. Verstärker und Gleichrichter:

a) Größere Empfindlichkeit des Verstärkers des Schnellmorseschreibers, der schon Zeichen bei einer Lautstärke von 10 mV (an 4000 Ohm) niederschreibt.

b) Anpassung des Verstärkers des Schnellmorseschreibers an die Eigenarten des Funkempfangs durch Einsatz von ab- und umschaltbaren Niederfrequenz-Bandfiltern (hauptsächlich für den Funkverkehr auf Langwellen) und selbsttätiger Pegelregelung (für Kurzwellenempfang).

3. Registrierung:

a) Höhere Maximalschreibgeschwindigkeit des Schnellmorseschreibers (500 wpm).

b) Bildpunktweise Aufzeichnung der niedergeschriebenen Morsezeichen beim Schnellmorseschreiber gegenüber amplitudengetreuer Niederschrift beim Drehspulschnellschreiber, wobei die amplitudengetreue Niederschrift beim Drehspulschreiber jedoch durch Anschlag des Schreibröhrchens verfälscht ist.

4. Betrieb.

Schreibstreifenzug und Schreiber sind beim Schnellmorseschreiber System Hell in einem Gerät vereinigt gegenüber einer gesonderten Streifenzugmaschine beim Drehspulschreiber. Der Schnellmorseschreiber besitzt nur zwei Bedingungsgriffe, einen zur Regelung der Verstärkung, den zweiten zur Regelung der Geschwindigkeit des Schreibstreifens. Der Drehspulschnellschreiber besitzt dagegen eine große Anzahl der verschiedenartigsten Einstellknöpfe sowohl für den elektrischen Teil, als auch für die Justierung des Drehspulsystems. Während der Schnellmorseschreiber für den Betrieb nur den Anschluß an eine 12-Volt-Batterie oder das Netz benötigt, sind für den Betrieb des Drehspulschreibers verschiedene Spannungen notwendig, wobei besonders die Beschaffung der notwendigen hohen Gleichstromleistung für das Feld des Drehspulsystems un bequem ist.

III. Funkempfangsversuche.

Eine einfache Gegenüberstellung der mechanischen und elektrischen Unterschiede der beiden Geräte ergibt aber noch kein Güteurteil über diese als Schreibgeräte beim Funkempfang. Bei diesem rechtfertigt schon die richtige Niederschrift nur eines einzigen gestörten Buchstabens den allergrößten Aufwand am Schreibgerät. Es mußten also zur Klärung des Güteverhältnisses zwischen Schnellmorseschreiber System Hell und Drehspulschnellschreiber

Empfangs- und Schreibversuche mit beiden Geräten gleichzeitig vorgenommen werden.

Da bei gutem Empfang beide Schreiber gut registrieren, wurden ungünstige Empfangsverhältnisse für den Vergleichversuch gewählt. Es wurden an einen gut fadengeregelten Empfänger (RCA-Empfänger ACR 175) beide Schreiber angeschlossen. Als Antenne diente ein kurzer, 1/2 m langer Draht, um die Lautstärke der empfangenen Zeichen in der Größenordnung der starken örtlichen Störungen zu halten. Der Verstärker und Gleichrichter des Dreh-

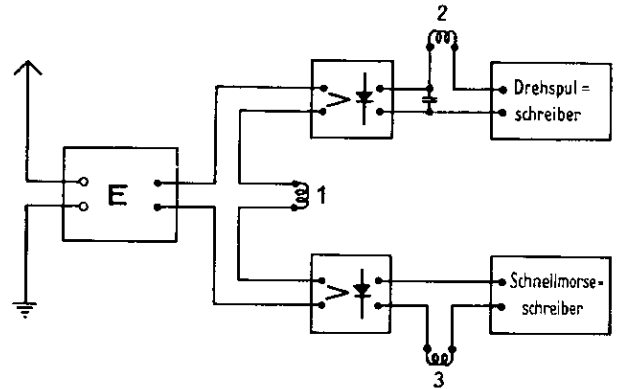


Abb. 1: Aufbau für Schreibvergleichsversuche.

1	Meßpunkt	Empfängerausgang
2	"	Drehspulschreiberausgang
3	"	Ausgang des Schnellmorseschreibers.

spulschreibers waren die üblichen. Als Endrohr diente eine RE 134 in Anodengleichrichterschaltung ohne Anodenstrombegrenzung, parallel zum Schreiber lag ein Kondensator von 0,5 µF. Der Drehspulschreiber gab mit etwa 5 mA gute Zeichen.

Die Bandfilter im Verstärker des Schnellmorseschreibers blieben ausgeschaltet, da für einen Vergleich beide Schreiber möglichst unter gleichen Eingangsbedingungen arbeiten sollten.

Beide Schreiber wurden bestmöglichst eingestellt. Um dieses jederzeit nachprüfen zu können, wurde gleichzeitig mit dem Empfangsstreifen ein Oszillogramm aufgenommen.

Abb. 1 zeigt schematisch den Versuchsaufbau.

Die erhaltenen Empfangsstreifen wurden unter die Anodenstromoszillogramme geklebt. Die folgenden Bilder zeigen jeweils von oben nach unten:

1. Oszillogramm des Empfängerausgangs (Meßpunkt 1, Abb. 1).
2. Oszillogramm des Drehspulstromkreises (Meßpunkt 2).
3. Empfangsstreifen des Drehspulschreibers.
4. Oszillogramm des Magnetstromkreises des Schnellmorseschreibers (Meßpunkt 3).
5. Empfangsstreifen des Schnellmorseschreibers.

Abb. 2 zeigt den Empfang einer türkischen Station. Der Empfang war wenig gestört, aber starken Schwunderscheinungen unterworfen. Die Pegelregelung des Schnellmorseschreibers System Hell

überbrückt diese Schwankungen. Bei dem Drehspul-schnellschreiber fallen die Buchstaben „ATA 8“ aus. Eine bessere Vorverstärkung oder Einstellung des Drehspul-schnellschreibers erscheint nicht möglich, da zwischen den Zeichen bereits der ständige Stör-

Eine bessere Drehspulschreiber-Einstellung war auch in den beiden letzten Fällen unmöglich, da die Zeichen durch Störungen einerseits schon zerbrachen, der Störpegel andererseits bereits zu hoch lag, um die Zeichen noch mehr verstärken zu können. Zu

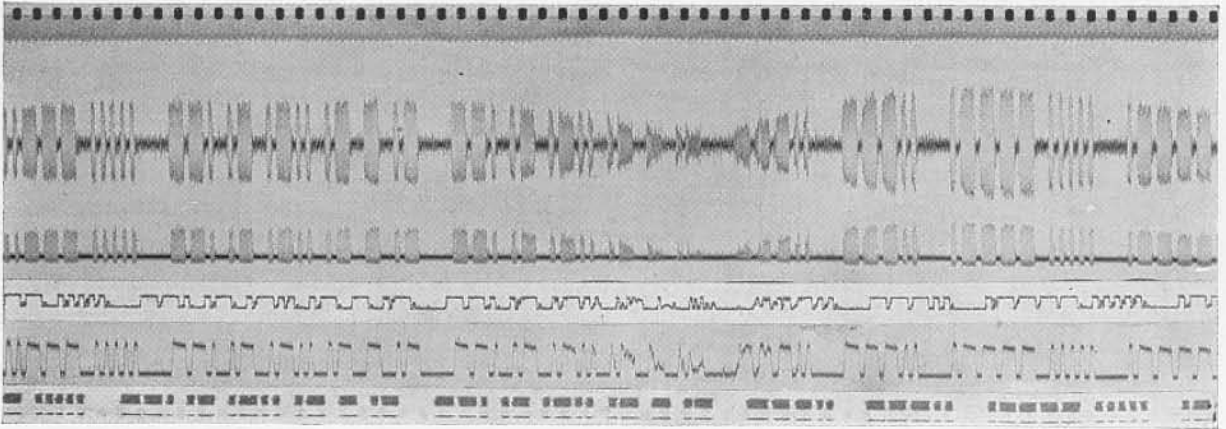


Abb. 2: Vergleich Rekorder—Schnellmorseschreiber.

Aufnahme einer in der Lautstärke stark schwankenden Station. Geringer Störpegel (Station TAG, Stambul, 30 m, 15. 12. 37. 1530 MEZ, Sendetempo 60 wpm.) Das Ende des zweiten „Galata“ ist beim Rekorder vollkommen zerstört.

pegel niedergeschrieben wurde. (Die Oszillographenschleife des Drehspulstromkreises lag bei dieser Aufnahme ausnahmsweise außerhalb des Drehspul-0,5 μ F-Kreises, sodaß das Oszillogramm keine reinen Gleichstromkurven zeigt).

Abb. 3 zeigt den Empfang einer in der Lautstärke beständigen, aber stark gestörten Station, die kaum aus dem Störpegel herausragt. Hier erscheint ebenfalls der Empfangstreifen des Schnellmorseschrei-

bemerken ist, daß bei allen diesen Aufnahmen die Schreibstreifengeschwindigkeit des Schnellmorseschreibers leider viel zu groß gewählt werden mußte, um einen Gleichlauf des Schreiberstreifens mit dem des Oszillographen zu erreichen. Damit ging der wesentliche Vorteil der bildpunktweisen Niederschrift beim Schnellmorseschreiber zum Teil verloren. Bei niedrigerer Registrier-Streifengeschwindigkeit wäre die Aufzeichnung der Störimpulse beim

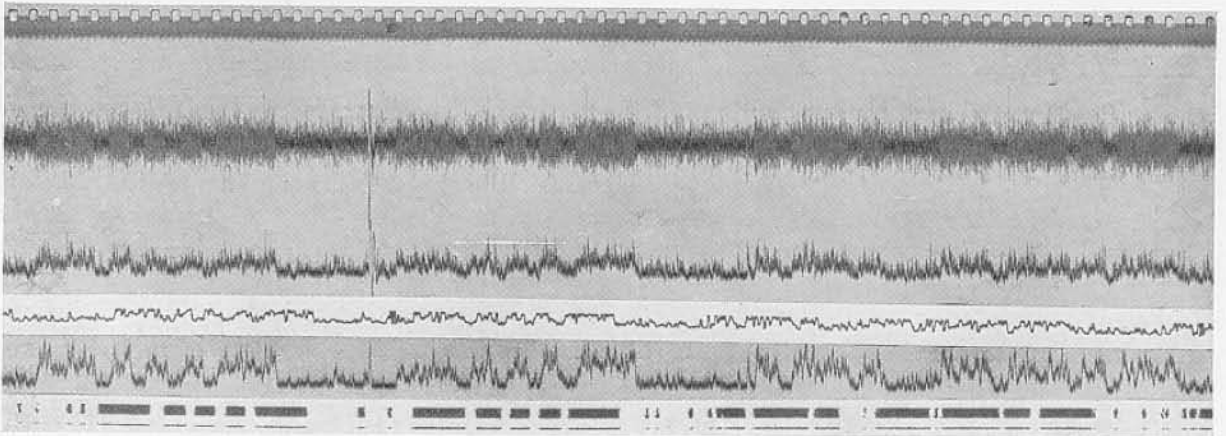


Abb. 3: Aufnahme einer Station mit gleichbleibender Lautstärke, bei hohem Störpegel. (Rom, 30 m, 15. 12. 37, 1600 MEZ, Sendetempo 18 wpm.) Die beiden Trennungsstriche (— . . . —) und die Buchstaben „R Q“ erscheinen beim Schnellmorseschreiber noch lesbar.

bers System Hell dem des Drehspulschreibers wesentlich überlegen. Text: , RQ“.

Abb. 4 zeigt den Empfang einer stark schwankenden und örtlich stark gestörten Station. Der Streifen des Schnellmorseschreibers System Hell erscheint gegenüber dem des Drehspul-schnellschreibers besser lesbar. Text: „HXA fourteen fif“.

Schnellmorseschreiber System Hell punktförmig geschehen. Die Störungen wären als solche wesentlich leichter zu erkennen gewesen⁵⁾.

Um dem Einwand zu begegnen, daß die Ueberlegenheit des Schnellmorseschreibers nur eine Folge des verbesserten Verstärkers und der darin enthal-

⁵⁾ Siehe S. 23.

tenen Pegelregelung wäre, wurde in einem weiteren Vergleichsversuch auch der Drehspulsnellschreiber mit einem Verstärker des Schnellmorseschreibers System Hell betrieben. Das Drehspulsystem wurde mit dem Parallelkondensator von $0,5 \mu\text{F}$ an die Stelle

Streifen des Drehspulschreibers zeigt ein starkes Zerbrechen der Zeichen und viele Störimpulse. Das Hinzuschalten einer größeren Parallelkapazität zum Drehspulsystem brachte nur ein Verschmieren und Verfälschen der Buchstaben.

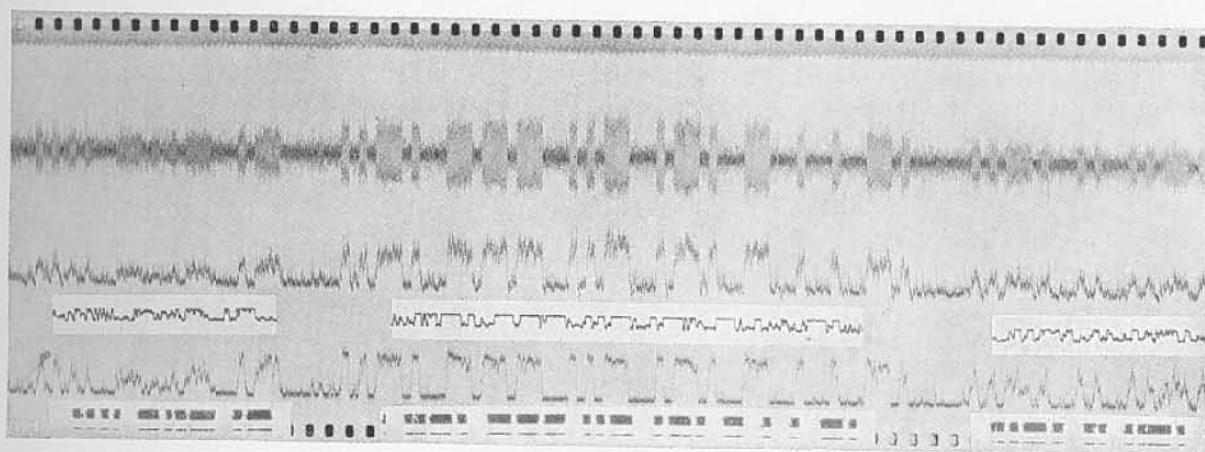


Abb. 4: Aufnahme einer in der Lautstärke stark schwankenden Station bei hohem Störpegel. (London, 20 m, 16. 12. 37, 1400 MEZ, Sendetempo 40 wpm.) Das erste Wort (Buchstaben „H X A“) zeigt den Unterschied in der Aufzeichnung.

des Magnetsystems des Schnellmorseschreibers in den Anodenstromkreis der Endröhre eingeschaltet. Der Anodenstrom wurde auf 8 mA begrenzt und der Schreiber bestmöglichst eingestellt. Das folgende Bild 5 zeigt, daß bis zum Anodenstromkreis der Endröhre beide Verstärker absolut gleichwertig arbeiten. Text: „Evimento“ oder „Evimesto“.

IV. Besprechung der Funkempfangsergebnisse.

Als beste Empfangsregistrierung gilt das Oszillogramm. Der Drehspulschreiber als oszillographenähnlichstes Schreibgerät wird daher als bestes Funk-schreibgerät bezeichnet. Wie ist nun die augenscheinliche Ueberlegenheit eines als längst überholt

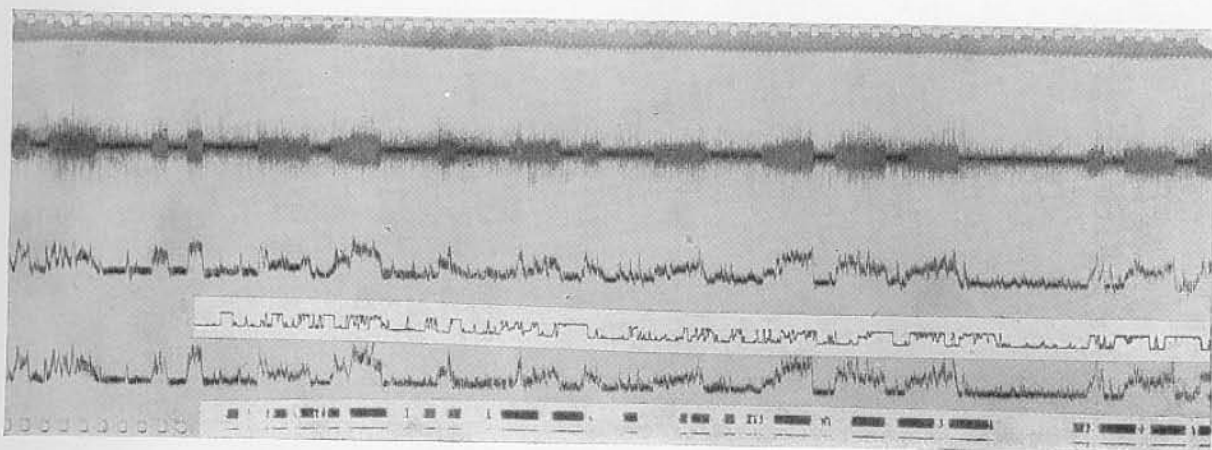


Abb. 5: Vergleich Rekorder—Schnellmorseschreiber.

Aufnahme einer schwachen Station bei hohem Störpegel. (Rom, 16 m, 17. 12. 37, 1000 MEZ, Sendetempo 20 wpm.) Bei dieser Aufnahme wurde sowohl für den Morseschreiber wie für den Rekorder der Verstärker des Schnellmorseschreibers System Hell verwendet. Das Wort „Evimento“ oder „Evimesto“ ist noch klar beim Schnellmorseschreiber lesbar.

Die einzelnen Buchstaben sind auf dem Streifen des Schnellmorseschreibers klar erkennbar, trotzdem auch hier durch die zu hohe Papiergeschwindigkeit der Vorteil der bildpunktweisen Aufzeichnung beim Schnellmorseschreiber verlorengehen mußte. Der

geltenden Magnetsystem über den Drehspulschreiber zu erklären?

1. Das Magnetsystem ist für kürzestes Ansprechen und Abfallen gebaut. Schnell aufeinanderfolgende Störimpulse werden einzeln registriert und bilden

- nicht mehr wie früher durch die Trägheit des Magnetsystems ein gemeinsames Zeichen.
- Die neuartige Einfärbung verhindert ebenfalls ein Ineinanderlaufen der einzelnen Störimpulse.

- Durch die Pegelregelung des Verstärkers folgt der Schreiber praktisch immer dem höchsten Amplitudenwert des Zeichens, auch wenn dieser stark in seiner Größe schwankt. Durch die Versteile-

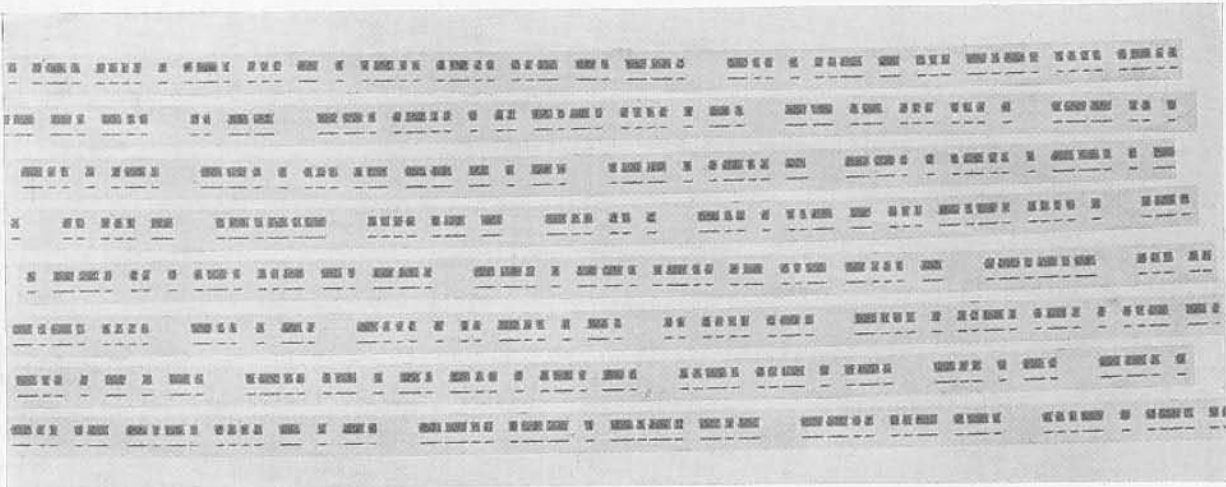


Abb. 6: Empfangsstreifen des Schnellmorschreibers.

Presseempfang einer mit 150 wpm sendenden Pressestation (Berlin DLE, 29,5 m, 26. 2. 38, 0310 MEZ.) Empfangen an Bord des Dampfers „Cap Arcona“ bei Buenos Aires, 20⁰ S 39⁰ W.

- Durch die bildpunktweise Niederschrift werden Störimpulse von gleicher Amplitude, aber von kürzerer Zeitdauer als die Zeichen, als Störungen klar erkennbar.

Die Auswirkung der Zeichen wird stets nur der obere Rand des Empfangsbildes mitgeschrieben. Die Auswahl des richtigen Zeitmaßes der Pegelregelung sorgt für die Ueberbrückung der Zeichenpausen.

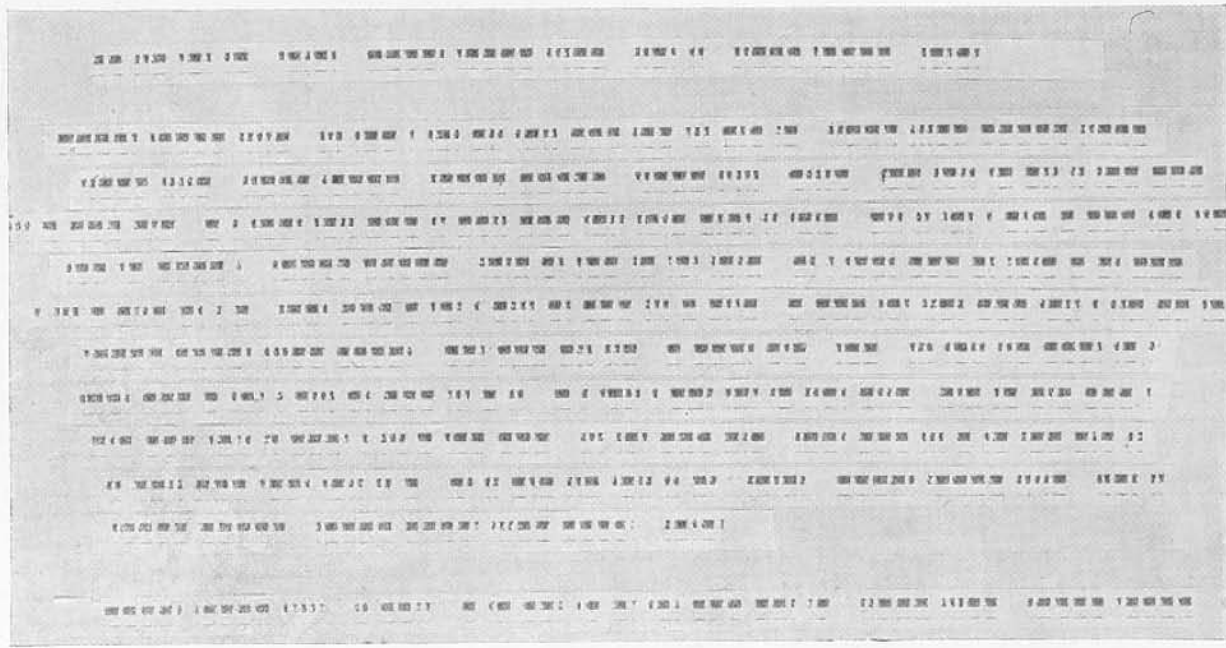


Abb. 7: Empfang einer russischen Station (f = 14,78 MHz), 21. 2. 39, 1035 MEZ, Sendegeschwindigkeit 286 wpm.

- Da der Verstärker für eine hohe Versteigerung der ankommenden Zeichen sorgt, werden Störimpulse, die den Zeichenwert nicht erreichen, nicht mitgeschrieben.
- Der Drehpulschreiber selbst ist kein Oszillograph. Die oszillographenähnliche Niederschrift des Drehpulschreibers wird durch die Anschlagwinkel des Schreibröhrchens verfälscht; es

wird nur ein Ausschnitt des Anodenstromverlaufs oszillographiert. Der Parallelkondensator zum Drehspulsystem verfälscht noch weiter die Zeichen. Die Störimpulse fließen zusammen und täuschen Zeichen vor. Wird der Parallelkondensator aber weggelassen, so liegt die Eigenschwingung des Drehspulsystems so hoch, daß sowohl jeder Störimpuls, der länger als die Dauer der Eigenschwingung ist, als Störung auf dem Streifen erscheint, als auch jedes kurzzeitige Fading das Zeichen zerbricht. Das Dämpfen des Drehspulsystems durch Aenderung der Aufhängung bringt nur weitere Schriftveränderungen, die unter Umständen der besseren Lesbarkeit des Rekorderstreifens dienen können, eine oszillographische Niederschrift beim Drehspulschreiber aber nicht mehr zulassen.

Ein den Erfordernissen des Funkverkehrs angepaßtes Magnetsystem kann also bei richtiger Dimensionierung sehr wohl dem Drehspulsystem auch in seinen Schreibeigenschaften gleichwertig oder, wie die Funkempfangsergebnisse zeigen, überlegen sein. Daß es mechanisch robuster und leichter bedienbar ist, wurde bereits erwähnt.

V. Empfang bei hohen Sendegeschwindigkeiten.

Um die Schreibeigenschaften des Schnellmorseschreibers bei hohen Sendegeschwindigkeiten zu untersuchen, wurden noch einige weitere Streifen aufgenommen. Abb. 6 wurde an Bord des deutschen

Dampfers Cap Arkona bei einem versuchsweisen Einsatz dieses Gerätes auf einer Reise nach Südamerika gemacht.

Abb. 7 zeigt den Empfang einer mit sehr hoher Geschwindigkeit (286 wpm) sendenden russischen Station. Diese Geschwindigkeit ist wohl eine der höchsten im Funkverkehr augenblicklich vorkommenden.

VI. Zusammenfassung.

Der Schnellmorseschreiber System Hell wurde als Schreibgerät im Funkempfang erprobt. Um ein Urteil über die Leistungsfähigkeit dieses neuen Schnellmorseschreibers zu erhalten, wurde er mit dem als bestes Morseschreibgerät im Funkverkehr geltenden Drehspulschnellschreiber (Rekorder) verglichen. Nach einer kurzen Gegenüberstellung der elektrischen und mechanischen Unterschiede wurden mehrere Empfangsstreifen und Oszillogramme aufgenommen und besprochen. Diese zeigen eine Ueberlegenheit des Schnellmorseschreibers System Hell gegenüber dem Drehspul-Schnellschreiber. Diese Ueberlegenheit ist auch dann deutlich erkennbar, wenn statt des alten Verstärkers und Gleichrichters des Drehspul-Schnellschreibers der neuartige Verstärker des Schnellmorseschreibers für den Drehspul-Schnellschreiber benutzt wird.

Der Schnellmorseschreiber System Hell ermöglicht demnach eine wesentliche Verbesserung des Schnellmorsempfangs im Funkverkehr.

Eine Untersuchung zur Bekämpfung von Doppelzeichen im Kurzwellen-Hell-Telegrafie-Betrieb.

Von H. Haberland.

I. Einleitung.

Ueber das Auftreten von Doppel-, Mehrfach- und Nachhall-Zeichen bei Kurzwellen ist erstmalig von E. Quäck¹⁾ berichtet worden. Unter Doppel- und Mehrfach-Zeichen versteht man empfangene Funktelegrafenzeichen, die mehrmals nach wohl definierten Zeitunterschieden vom Sender zum Empfänger gelangen. Sie kommen beim Funkfernempfang dadurch zustande, daß auf das direkte Zeichen, das dem Erdgroßkreis folgt, weitere Zeichen am Empfänger folgen, die andere,

längere Wege zurückgelegt haben. Am störendsten ist dies bei Kurzwellenempfang über große Entfernungen bemerkbar, wenn nach dem direkten Zeichen über den Erdgroßkreis ein Doppelzeichen über den rückwärtigen Weg des Großkreises um die andere Erdseite herum eintrifft. Beide Zeichen sind exakt voneinander zu unterscheiden, wobei das Zeichen des längeren Weges durch die verschiedenen Ausbreitungsbedingungen in keiner Weise das in der Lautstärke schwächere Zeichen zu sein braucht. Die Zeitdifferenz zwischen diesen beiden Zeichen beträgt demnach: rückwärtiger Weg minus direkter Weg, dividiert durch die Fortbewegungsgeschwindigkeit

¹⁾ E. Quäck, Neues über die Ausbreitung von kurzen Wellen. Jahrb. für drahtl. Telegrafie Nr. 28 (1926) S. 117.

$$\text{oder } \Delta t = \frac{(40000 - L) - L}{300000} \text{ s}$$

wobei L die Großkreisentfernung zwischen Sender und Empfänger in km darstellt. Diese Art der über den rückwärtigen Weg eintreffenden Echozeichen wird „Rückwärtiges Echozeichen“ genannt.

Als „Vorwärts-Echozeichen“ werden die Echozeichen bezeichnet, die nach Zurücklegung der Entfernung Sender-Empfänger noch einmal den gesamten Erdgroßkreis durchlaufen und ein zweites Mal auf dem direkten Weg eintreffen. Die Zeitdifferenz

Zeichenwiederholungen wesentlich kürzerer Zeitdifferenz vor, die durch einfache oder mehrfache Reflektionen des direkten Zeichens entstehen und die man als Nachhall bezeichnen kann. Diese Art der Kurzwellenechos machen sich meist nur als Zeichenverlängerungen bemerkbar.

Alle diese Doppel- und Nachhallzeichenerscheinungen sind bereits frühzeitig nach Einführung der Kurzwellen in den Funkverkehr auf größere Entfernungen beobachtet und beschrieben worden. Die Zeiten, in denen mit ihrem Auftreten zu rech-

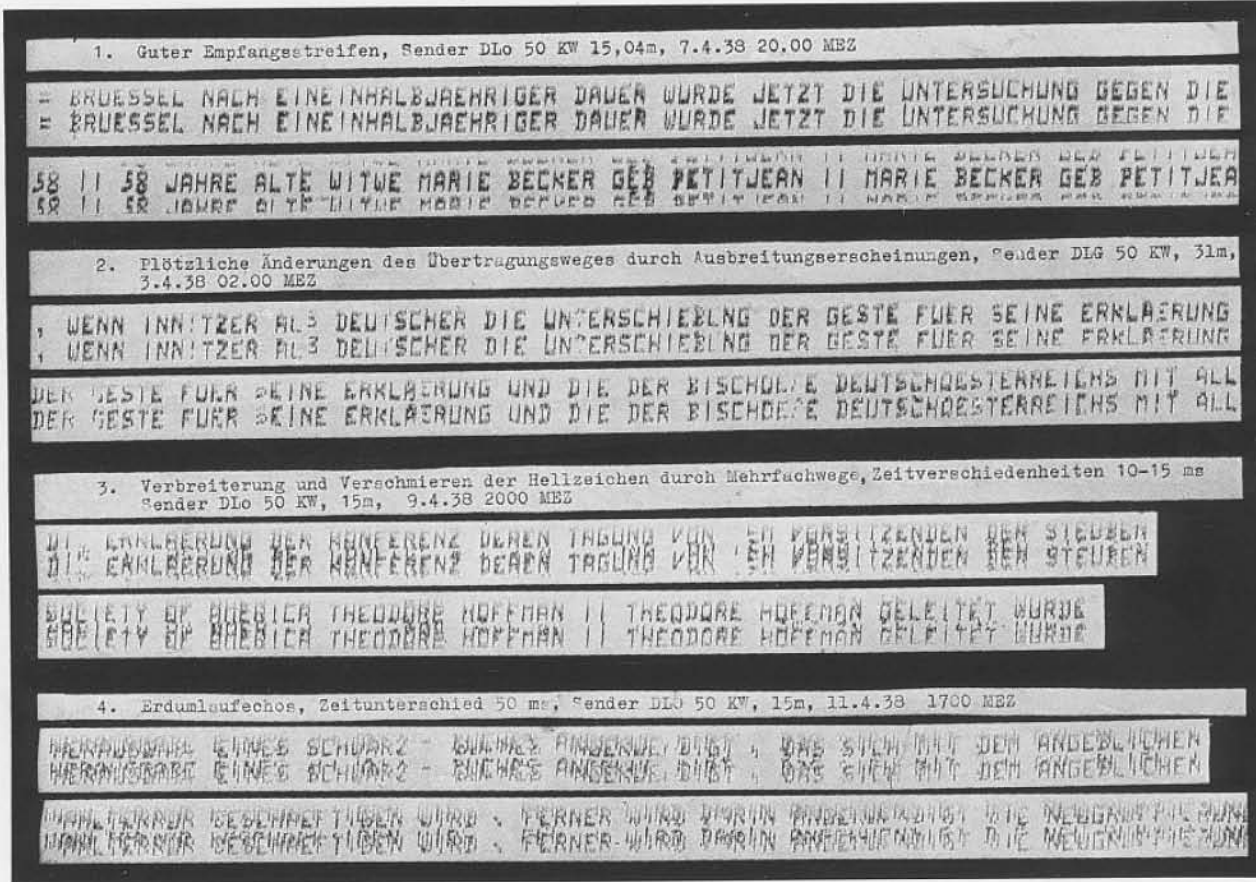


Abb. 1: Schriftproben von Hellzeichen, empfangen in sehr großen Entfernungen.
 (Sendestation Rehmat bei Berlin, Empfangsstation Santiago de Chile)

des Vorwärts-Echozeichens zum direkten Zeichen beträgt

$$\Delta t = \frac{(40000 + L) - L}{300000} = 0,135 \text{ s}$$

Dieser Vorgang des Mehrfach-Umlaufes der Erde kann sich wiederholen, sodaß ein Signal mehrere Male hintereinander beim Empfänger registriert wird. Diese Mehrfachzeichen und auch das Vorwärts-Echozeichen sind aber in der Lautstärke immer wesentlich schwächer als das direkte Zeichen selbst.

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Echozeichen, deren Zeitunterschied gegen das direkte Zeichen wohl immer über 40 ms beträgt, kommen

nen ist, sind dem Betriebsfunktechniker bekannt²⁾³⁾.

In Jahren mit starker Sonnenfleckenaktivität erschweren die Echozeichen oft stundenlang den Funkverkehr auf bestimmten Wellenlängen. Auf festen Funkverkehrslinien mit Duplexbetrieb steht eine Anzahl von Hilfsmitteln zur Ueberwindung der Schwierigkeiten durch Echozeichen zur Verfügung. Es sind dies vor allem: 4)

²⁾ E. Quäck und H. Mögel, Doppel- und Mehrfachzeichen bei Kurzwellen, ENT, Nr. 45, (1929) S. 2.

³⁾ H. Mögel, Kurzwellenerfahrungen im drahtlosen Ueberseeverkehr von 1926—1934, Telefunkenz. Nr. 67, (1935) S. 23 ff.

⁴⁾ P. Kotowski, Der heutige Stand der Nachrichtenübermittlung, ENT Nr. 11 (1938), S. 331.

1. Benutzung von abgeschirmten Richtstrahlantennen beim Sender und Empfänger, damit teilweise Ausschaltung der Rückwärts-Echozeichen.
2. Herabsetzen der Telegrafiergeschwindigkeit beim Morse-Telegrafiebetrieb, damit Verhindern des Ineinanderlaufens der empfangenen Zeichen.
3. Wechseln der Funkverkehswellenlänge, da das Auftreten von Doppelzeichen selektiv ist.

Wesentlich unangenehmer sind dagegen die Doppelzeichen für Funkdienste an mehrere Empfänger. Diese Empfänger sind meist gezwungen, einen Sender „blind“ zu empfangen. Eine Aenderung der Telegrafiergeschwindigkeit oder der Uebertragungswellen kann wegen des fehlenden

zeichen entstehenden Schwierigkeiten für die Hell-Telegrafie mußten untersucht und ein einfaches Mittel zur Beseitigung der Echo-Empfangsschwierigkeiten gefunden werden.

II. Untersuchung der Doppelzeichenschwierigkeiten bei Hell-Zeichen-Empfang.

a) Betriebserfahrungen im Funkdienst.

Durch das freundliche Entgegenkommen der Transocean G. m. b. H., die ihre Erfahrungen im Kurzwellenverkehr über große Entfernungen zur Verfügung stellte, können die folgenden Empfangs-

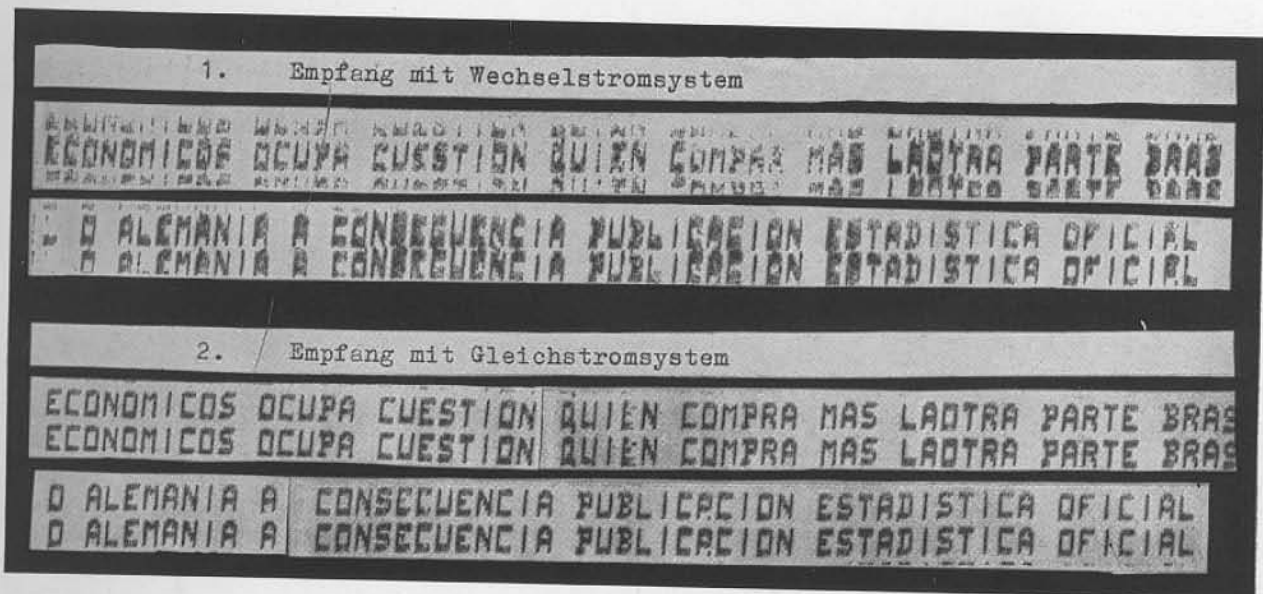


Abb. 2: Schriftproben Berlin-Santiago mit Wechselstromschreiber und pegelgeregeltem Gleichstromschreiber.

Duplexverkehrs nicht angefordert werden. Die Empfangsstellen müssen ferner Rücksicht auf weitere Mithörstellen nehmen, die evtl. zu anderen Zeiten und auf anderen Wellenlängen Doppelzeichenstörungen haben. Da es sich in diesen Fällen meist um kleinere Empfangsanlagen handelt, ist auch die Benutzung von abgeschirmten Richtstrahlantennen aus Gründen des Aufwandes nicht möglich.

Im internationalen Funkverkehr ist man für diese Rundsendedienste an mehrere Empfänger (vor allem Pressedienste) in vielen Fällen von der Morse-telegrafie oder Telefonie zur Hell-Telegrafie übergegangen. Die Gründe für die Bevorzugung der Hell-Telegrafie sind bekannt. Es sind dies vor allem die höhere Uebermittlungsgeschwindigkeit, die geringere Störanfälligkeit, die gedruckte Niederschrift am Empfangsort. Auch auf Kurzwellen bestehen Hell-Telegrafie-Rundsendedienste, vor allem nach Uebersee, und zwar werden diese meist etwas gerichtet je für einen Erdteil zusammen ausgesandt. Die beim Auftreten von Doppel- und Nachhall-

streifen veröffentlicht werden (Abb. 1 bis Abb. 3).

Die Empfangsstreifen wurden in Santiago de Chile in einer Entfernung von 12 500 km vom Sender in Rehmate/Berlin, aufgenommen. Die Sendegeschwindigkeit beträgt 300 Zeichen/min. Santiago de Chile hat durch seine große Entfernung von Berlin und die große Zeitdifferenz zwischen Sender- und Empfangsortzeit besonders stark unter Doppelzeichenstörungen zu leiden. Abb. 1 sind Ausschnitte aus Hell-Telegrafie-Empfangsstreifen, die noch mit dem Wechselstromschreiber ⁵⁾ aufgenommen wurden. Die Empfangsstreifen zeigen charakteristische Erscheinungen, die durch verschiedene Ausbreitungsbedingungen der Kurzwellen entstanden sind.

Abb. 1, Beispiel 1, ist ein Streifen durchschnittlicher Qualität und als guter Empfangsstreifen zu bezeichnen.

⁵⁾ Die Unterschiede zwischen Wechselstrom-Hell-Schreiber und Gleichstromschreiber, sowie die durch die Einführung des Gleichstromschreibers entstandenen Verbesserungen der Hell-Telegrafie sind von R. Hell behandelt worden.

Abb. 1, Beispiel 2, zeigt plötzliche Laufzeitänderungen der Hell-Telegrafiezeichen. Die Buchstaben „S“ in „als“, „SE“ in „seine“, „EF“ in „Bischöfe“ sind in der Empfangsniederschrift gegenüber den anderen Buchstaben etwas verschoben. Da dieser Fehler bestimmt nicht senderseitig aufgetreten ist, kann er nur durch Ausbreitungserscheinungen erklärt werden. Durch die Eigenart der Hellschrift kann man den Zeitunterschied des verspäteten Eintreffens gegenüber einem normalen Eintreffen berechnen. Die Buchstaben erscheinen teilweise um einen Bildpunkt nach oben verschoben. Bei dem vorliegenden Empfangsstreifen handelt es sich um Siebenlinienschrift. Die Zeichen werden

direkte Zeichen eintreffenden Nachhallzeichen beträgt etwa 10 bis 15 ms. Während dieses Beispiel meist zwei kurz hintereinander eintreffende Zeichen zeigt, können die direkten Impulse auch nur um einige Millisekunden verlängert werden, so daß ein Verschmieren der Buchstaben eintritt (s. auch Abb. 2).

Abb. 1, Beispiel 4, zeigt Rückwärts-Echozeichen, die um 50 ms nach dem direkten Zeichen eintreffen. Der Wegunterschied muß demnach 15 000 km betragen, was mit der Entfernung Berlin-Santiago de Chile, direkt 12 500 km, rückwärts 27 500 km, genau übereinstimmt.

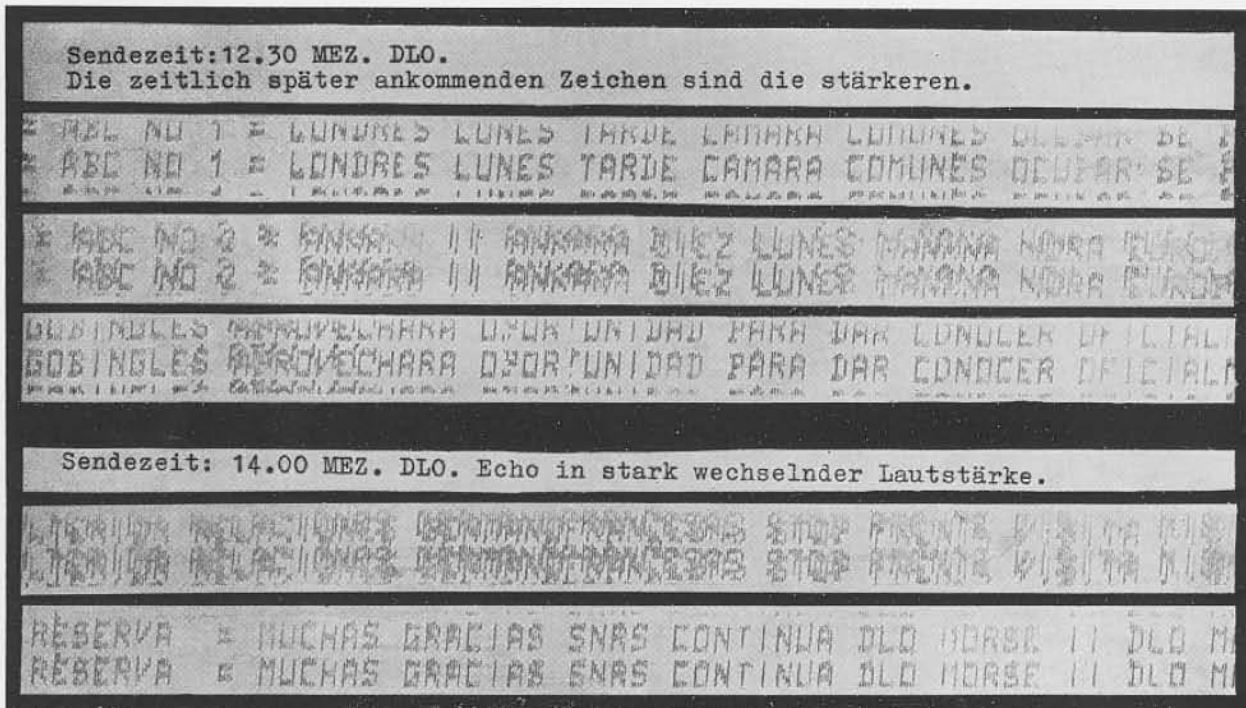


Abb. 3: Schriftproben Berlin-Santiago.
Zeichen mittlerer Lautstärke, deutliches Echo in wechselnder Stärke.

also von unten nach oben abgetastet, jeder Buchstabe ist in 7×7 Bildpunkte aufgeteilt, und es werden 5 Buchstaben pro Sekunde geschrieben. Ein Bildpunkt entspricht also $\frac{1}{7 \times 7 \times 5}$ Sekunden = 4,08 ms. In dieser Größenanordnung bewegen sich auch die Zeichenverschiebungen des obigen Streifens. Da die fraglichen Buchstaben also um etwa 4 ms verspätet eintrafen, muß die Länge des Übertragungsweges plötzlich um etwa 1200 km größer geworden sein. Man könnte dies mit Mehrfachreflexionen zwischen Erdoberfläche und Ionosphäre und gleichzeitigen Schwunderscheinungen auf dem bisherigen Ausbreitungsweg erklären.

Abb. 1, Beispiel 3 zeigt Verbreiterungen und Verschmierung der Hellzeichen durch Nachhallzeichen. Die Zeitdifferenz der verzögert gegen das

Mit der Einführung des pegelgeregelten Hellzeichenverstärkers und nachfolgenden Gleichstromschreibers war schon eine Möglichkeit zur Bekämpfung der Doppel- und Nachhallzeichen gegeben. In dieser Anordnung schreibt der Hell-Schreiber immer nur das amplitudengrößte Zeichen; folgen noch weitere schwächere Zeichen nach, so werden diese nicht mehr niedergeschrieben. Die Nachhallstörungen sind also durch die Einführung des Gleichstromschreibers weitgehend beseitigt.

Abb. 2 zeigt die Gegenüberstellung Wechselstromschreiber - pegelgeregelter Gleichstromschreiber und die durch die Einführung des letzteren gewonnenen Verbesserungen. Wie aus dem gleichzeitig aufgenommenen Streifen bei Vergleich der einzelnen Wörter ersichtlich ist, ist die Schrift mit Gleichstromsystem wesentlich verbessert. Die Verschmierungen durch Nachhall sind verschwunden.

Da die Vorwärts-Echozeichen ebenfalls wesentlich amplitudenschwächer als die direkten Zeichen sind, kann dieses Problem ebenfalls mit der Einführung des pegelgeregelten Gleichstromschreibers als gelöst betrachtet werden.

Sehr unangenehm störend bleibt dagegen das Auftreten der Rückwärts-Echozeichen. Abb. 3 zeigt mehrere Hell-Empfangsstreifen aus einer 24 stündigen Erprobungsreihe, die ebenfalls in Santiago de Chile aufgenommen wurden. Das Rückwärts-Echozeichen ist bei diesen Streifenproben stärker als das direkte Zeichen und wird daher ständig niedergeschrieben^{*)}.

Das direkte Zeichen wird meist durch die Pegelregelung vollkommen unterdrückt. Manchmal ist es aber stark genug, um in den Buchstabenpausen des rückwärtigen Echozeichens niedergeschrieben zu werden, wird aber dann mit Einsetzen des letzteren wieder unterdrückt (s. u. a. 2. Zeile „ABC No 2“). Oft erreicht aber das direkte Zeichen etwa die gleiche Amplitude wie das rückwärtige Echozeichen, und es entsteht ein Buchstabengemisch, dessen Entzifferung nur noch mit großer Mühe möglich ist.

Diese Empfangsschwierigkeit der rückwärtigen Echozeichen zu überwinden, blieb also das Ziel der folgenden Untersuchung.

b) Der Versuchsaufbau.

Für eine Unschädlichmachung der Echozeichen beim Hell-Telegrafieempfang war gefordert, ohne wesentlich erhöhten Aufwand an der Empfangsstation auszukommen. Eine obligatorische Einführung von abgeschirmten Richtantennen am Empfangsplatz konnte nicht verlangt werden, sie hätte auch kaum eine 100%ige Verbesserung gebracht. Die Senderantennen sind im angegebenen Fall des Hell-Telegrafiedienstes Berlin-Südamerika bereits rückwärts abgeschirmt. Eine noch schärfere Bündelung des Strahles hätte der Aufgabe des Senders, einen Rundsendedienst auszustrahlen, widersprochen.

Es mußte also versucht werden, durch Verbesserung des Hell-Schreibgerätes selbst oder durch die Schrifteigenart wesentliche Empfangsverbesserungen und Ausschaltung der Echozeichen zu erzielen. Zum Teil brachte dieses bereits, wie oben ausgeführt, das Gleichstromsystem. Zur weiteren Untersuchung der Echozeichen wurde nun im Labor eine möglichst naturgetreue Nachbildung der auf-

^{*)} Empfangsstreifen, die zur gleichen Zeit in Buenos Aires aufgenommen wurden, zeigen eine wesentlich kürzere Zeitdauer der Doppelzeichenstörungen (eine Stunde gegenüber 3 Stunden). Interessant ist, daß hier das direkte Zeichen immer das stärkere Zeichen war und das Rückwärts-Echozeichen nur gelegentlich störte. Die Erklärung für dieses umgekehrte Verhalten bei annähernd gleicher Entfernung (Berlin - Buenos Aires 12 000 km) liegt wohl

1. in der größeren Ortszeitdifferenz (Santiago de Chile - Berlin 6 Stunden, Buenos Aires - Berlin 5 Stunden) und
2. in der Tatsache, daß die Anden im Falle Santiago de Chile eine gewisse Richtwirkung zu Gunsten des Rückwärts-Echozeichens besitzen.

getretenen Erscheinungen zu erreichen versucht, da Empfangsversuche in Uebersee außer dem großen Zeitaufwand immer nur eine örtliche Lösung gebracht hätten.

Es wurde eine „Echomaschine“ zusammengestellt, deren schematischer Aufbau aus Abb. 4 ersichtlich ist.

Die von dem Hellzeichengeber G ausgehenden Tonfrequenzzeichen wurden verstärkt. Vom Ausgang des Verstärkers, der sehr niederohmig gewählt wurde, um keinen Ausgangsspannungsschwankungen bei Belastungsänderungen unterworfen zu sein,

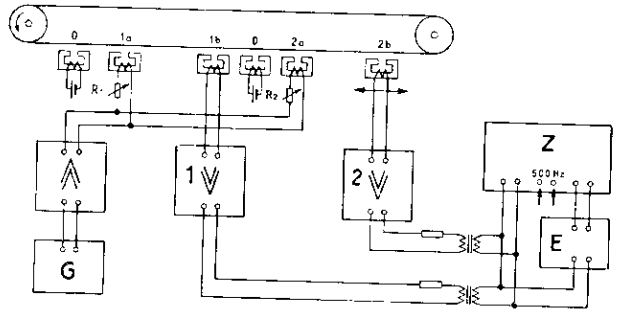


Abb. 4: Stahlbandversuchsanordnung zur Echo-untersuchung.

- G Geber für tonfrequente Hell-Zeichen
- 1, 2 Besprechungsdosen
- E Hell-Zeichenempfänger
- Z Dreischleifenoszillograph.

gingen die Hell-Telegrafiezeichen über zwei regelbare Widerstände R_1 und R_2 zu zwei Besprechungsdosen 1 a und 2 a. Durch diese wurde ein endloses, fortlaufendes Stahlband besprochen. Die Besprechungsdosen 1 b und 2 b nahmen die Zeichen wieder vom Band ab und führten sie den Verstärkern 1 und 2 zu. Um ein Durcheinandersprechen der Kanäle 1 und 2 zu verhindern, wurden die Hell-Zeichen auf dem Stahlband zwischen den beiden Besprechungsdosen 2 b und 1 a und zwischen 1 b und 2 a durch die Besprechungsdosen 0 gelöscht. Die mit den Verstärkern 1 und 2 verstärkten, vom Stahlband abgenommenen Zeichen wurden zusammen gemischt und sowohl dem Empfänger E als auch einer Schleife eines Dreischleifenoszillografen Z zugeführt. Der Anodenstrom des Magnetlastrohres des Hellzeichenverstärkers wurde über eine zweite Schleife oszillografiert. Als Zeitmarke diente ein 500 Hertzton auf der dritten Oszillografenschleife. Gleichzeitig wurden die empfangenen Zeichen mit dem Hell-Schreiber niedergeschrieben.

Der Antriebsmotor des Stahlbandes war ein in der Umdrehungszahl genau geregelter Motor, so daß das Stahlband eine konstante Fortbewegungsgeschwindigkeit hatte. Diese betrug 125 cm/s. Die Besprechungsdosen saßen auf einer optischen Bank. Die Entfernung zwischen den Besprechungsdosen 1 a und 1 b war fest eingestellt. Die Entfernung der Dosen 2 a und 2 b zueinander konnte durch Bewegung der Dose 2 b geändert werden. Waren die Entfernungen 1 a, 1 b und 2 a, 2 b gleich groß, so

kamen die Hellzeichen über beide Besprechungs-kanäle zu gleicher Zeit im Empfänger an. Wurde die Entfernung der Besprechungsdosen 2a, 2b geändert, so kam dasselbe Zeichen zweimal zeitlich hintereinander am Empfänger an. Es entstanden so Doppelzeichen, deren Amplituden durch die Regelwiderstände R_1 und R_2 verändert werden konnten. Da die Aufstellung der Besprechungsdosen auf der optischen Bank eine genaue Einstellung und exakte Beibehaltung des Abstandes ermöglichte, konnten Doppelzeichen jeder Zeitdifferenz mit genügender Genauigkeit erzeugt werden.

Zeichen und Störungen nur 2:1 ist. Nur in den größeren Zeichenpausen lösen auch die Störungen Gleichstromimpulse aus, sodaß der Beginn des Buchstabens W, vor dem die Pause eines Wortabstandes liegt, zweimal niedergeschrieben wird. Mit dem Eintreffen der starken zweiten Zeichen werden die schwächeren ersten unterdrückt.

c) Lösung der Doppelzeichenschwierigkeiten für Helltelegrafie.

Die Doppelzeichen müssen im Hell-Telegrafiefunkempfang dann ungefährlich werden, wenn die

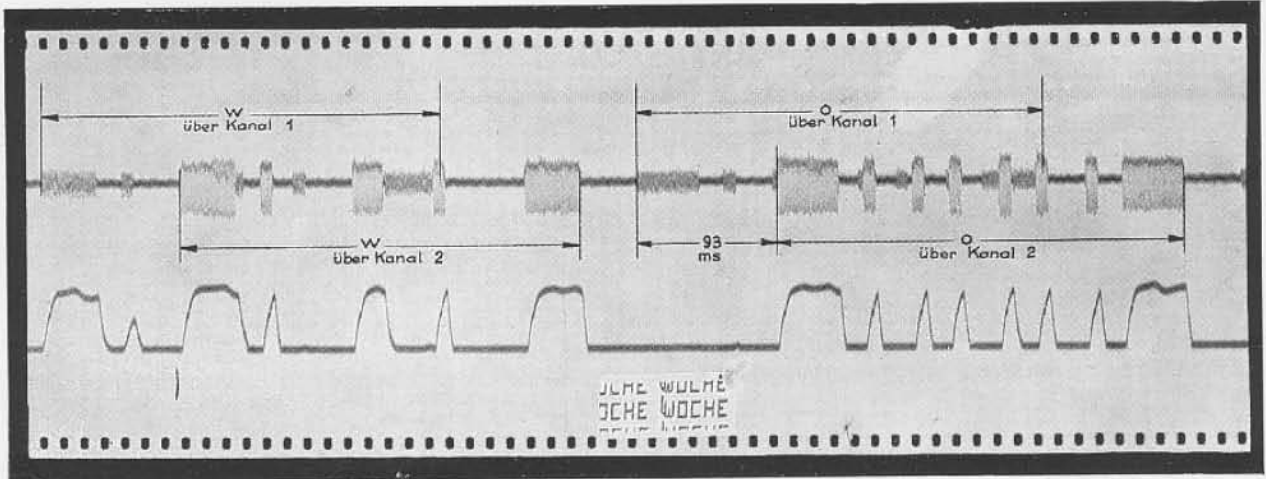


Abb. 5: Oszillogramm und Empfangsstreifen von Hell-Zeichen mit künstlich nachgebildeten Echozeichen.

Bei obiger Stahlbandgeschwindigkeit entsprach die Verschiebung der Besprechungsdose 2b um 1,25 mm einer Änderung des Zeitunterschiedes um 1 ms. Es konnten mit der beschriebenen Anordnung Echozeichen von 1 ms bis zu 400 ms Zeitdauer nachgebildet werden. Eine geringe Ungenauigkeit kam durch ein ständiges leichtes Flattern des Stahlbandes in die Anordnung, doch sind die dadurch entstandenen Ungenauigkeiten kleiner als 1 ms. Eventuelle Phasenverschiedenheiten der über die verschiedenen Kanäle ankommenden Tonfrequenz machten sich als Amplitudenschwankungen bemerkbar. Da ferner durch das Flattern des Stahlbandes noch zusätzlich aperiodische Geräusche erzeugt und verstärkt wiedergegeben wurden, entstand empfangsseitig ein dem Funkempfang sehr ähnliches Bild.

Abb. 5 zeigt eine oszillografische Aufnahme derart nachgebildeter Echozeichen. Das erste Zeichen (direktes Zeichen) ist schwächer als das zweite (rückwärtiges Echozeichen). Die Zeitdifferenz zwischen beiden beträgt 93 ms. Das Oszillogramm zeigt weiter die durch die Einführung der Pegelregelung und des Gleichstromschreibers gewonnenen Verbesserungen beim Hell-Telegrafiezeichenempfang. Die Buchstaben WO (als rückwärtige Doppelzeichen) werden, wie das Anodenstromoszillogramm und der Empfangsstreifen zeigen, einwandfrei niedergeschrieben, unbeeinflusst von Doppelzeichenstörungen, trotzdem das Lautstärkeverhältnis zwischen

Echozeichen so mit dem direkten Zeichen zusammenfallen, daß eine Unleserlichkeit der Buchstaben nicht mehr eintritt. Dieses würde voraussichtlich dann der Fall sein, wenn das Echozeichen eines Hell-Zeichenimpulses auf die dem direkten Zeichen folgende Linie, aber in dieselbe Höhe fällt. Da die Echozeitdauer in der Praxis immer für eine bestimmte Entfernung konstant ist, mußte die Zeichengeschwindigkeit geändert werden. Wenn beim Hell-Funkdienst Berlin-Santiago de Chile alle 50 ms ein Echozeichen auftritt, so mußte eine Hell-Zeichengeschwindigkeit gewählt werden, bei der in 50 ms Abstand Linie auf Linie folgt. In der Form des Handgebers stand ein Hell-Schreibgerät zur Verfügung, das bei einer Schreibgeschwindigkeit von 150 Zeichen pro Minute je Zeichen 400 ms, also je Linie 57 ms benötigt. Es wurden mit diesem Hell-Schreiber Zeichen gesandt und in obiger Versuchsanordnung Echozeichen verschiedenster Zeitdifferenz erzeugt.

Abb. 6 zeigt die empfangenen Streifen. Wie erwartet, sind die Hell-Zeichen mit 150 Zeichen pro Minute bei einer Echozeit von 60 ms ausgezeichnet lesbar.

Schwanken nun direktes Zeichen oder Echozeichen in der Amplitude und wird eins von beiden nicht mehr niedergeschrieben, so ist dies ohne jeden Einfluß auf die Lesbarkeit des Empfangsstreifens. Auf Abb. 7 sieht man den Einfluß des Fa-



Abb. 6: Empfangsstreifen bei verschiedenen nachgebildeten Echozeitdifferenzen.

dings bei einem oder dem anderen Zeichen. In Beispiel 1 fällt zeitweilig das direkte Zeichen, in Beispiel 2 das Echozeichen aus. Beispiel 3 zeigt einen oszillographierten Ausschnitt aus 1.

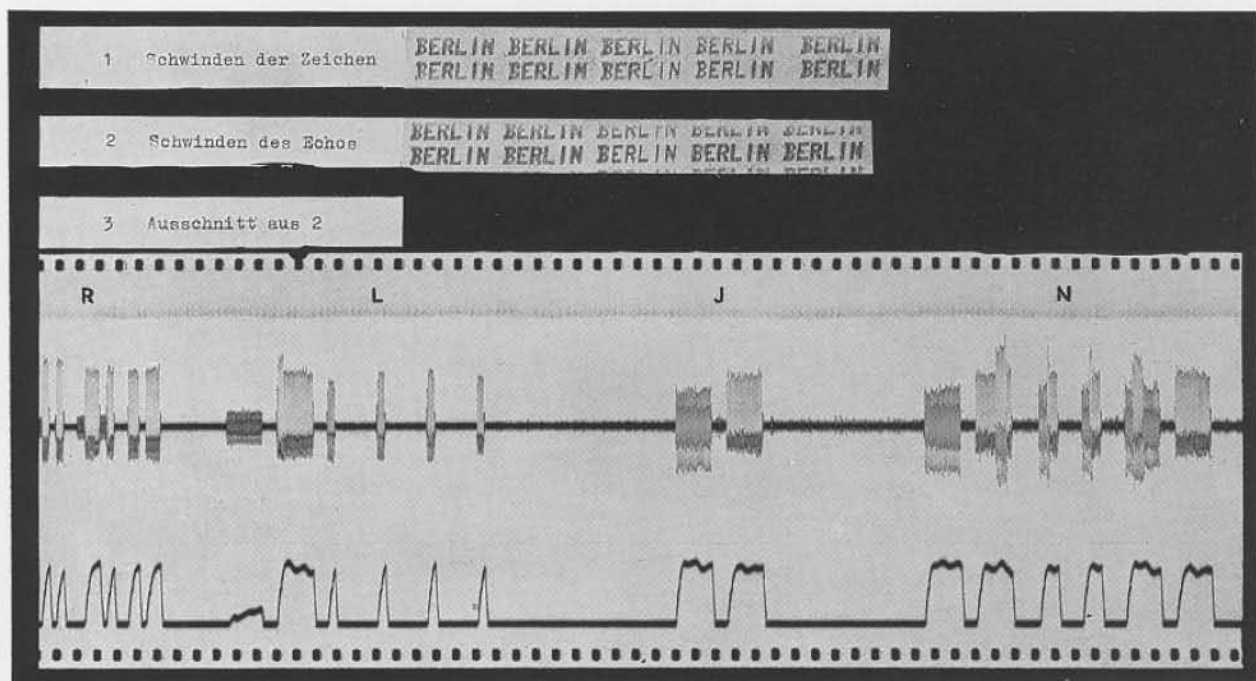


Abb. 7: Empfangsstreifen und Oszillogramm bei Schwunderscheinungen.

Für einen Rundsendedienst ist es unmöglich, sich zugunsten einer Empfangsstelle auf eine bestimmte Geschwindigkeit festzulegen. Es war da-

her festzustellen, wie weit eine festgelegte Geschwindigkeit auch anderen Empfangsstellen mit anderen Echozeitdifferenzen zugute kommen würde. Wie aus Abb. 8 ersichtlich ist, kann die Echoschrift sich aber auch etwas in der Höhe, d. h. in der Zeit verschieben, ohne daß die Zeichen gleich unleserlich werden. Mit der angegebenen Hellzeichengeschwindigkeit von 150 Zeichen pro Minute sind also alle Echozeichenschwierigkeiten zwischen 45 und 70 ms Zeitdifferenz zu überwinden. Abb. 8 zeigt weiter, wie Empfangsstreifen bei starken Echozeichen in Santiago de Chile (50 ms, 12 500 km), Buenos Aires (54 ms, 12 000 km) und Rio de Janeiro (66 ms, 10 000 km) aussehen würden. Auf dem zweiten der jeweiligen Streifen ist die Auswirkung von Schwunderscheinungen des einen oder des anderen Zeichens nachgebildet.

Mit der Verwendung der angegebenen Hell-Zeichen-Geschwindigkeit von 150 Zeichen pro Minute (an Stelle der meist benutzten 300 Z/min.), während der Zeiten, in denen mit einem Auftreten von Echozeichen zu rechnen ist, scheint also das Doppelzeichenproblem für die Hauptorte Südamerikas gelöst zu sein. Für größere Zeitdifferenzen zwischen direkten Zeichen und Echozeichen als 70 ms (L kleiner als 9000 km), scheint aber das Doppelzeichenproblem bereits durch die Amplitudenunterschiede der Zeichen gelöst. Wie auch die Funkpraxis beweist⁷⁾, ist in geringeren Entfernungen das direkte Zeichen meist dem rückwärtigen Echozeichen in der Lautstärke wesentlich überlegen. Das mit Pegelregelung arbeitende Hell-Gleichstrom-

⁷⁾ H. Mögel, Kurzwellenerfahrungen im drahtlosen Ueberseeverkehr von 1926 — 1934, Telefunken Zeitung Nr. 67, 1935, S. 23 ff.

1. Zeitdifferenz 50 msek. (Santiago de Chile)

KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-

2. Zeitdifferenz 54 msek. (Buenos Aires).

KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-

3. Zeitdifferenz 62 msek. (Rio de Janeiro)

KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-

4. Zeitdifferenz 40 msek.

KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-

5. Zeitdifferenz 45 msek.

KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-

6. Zeitdifferenz 70 msek.

KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-
KAUFEN SIE JEDE WOCHE VIER GUTE BEQUENE PELZE XY 1234567890/3-

Abb. 8: Nachgebildeter Empfang von Doppelzeichen bei verschiedenen Echozeitdifferenzen und Benutzung des Siemens-Hell-Feldschreibers.

schreibsystem übernimmt das Ausscheiden der Echozeichen. Zeitdifferenzen von unter 45 ms zwischen direktem Zeichen und Echozeichen (L größer als 13 500 km) kommen im deutschen Uebersee-Funkverkehr nicht vor.

Mit dieser Lösung der Anpassung der Hell-Zeichengeschwindigkeit an die Echozeitdauer ist das Doppelzeichenproblem für alle Hell-Telegrafie-Funklinien gelöst.

d) Gegenüberstellung Morsetelegrafie—Hell-Telegrafie bei Echozeichen.

Die Lösung der Doppelzeichenschwierigkeiten ist ein weiterer Beweis für die geringe Störanfälligkeit des Hell-Telegrafiesystems allen Arten von Funkstörungen gegenüber. Zum Vergleich wurde das Verhalten von Morsetelegrafiezeichen bei Echozeichen

betragen. Am Empfangsort würden dann die Morsepunkte eine Länge von 180 ms, der kleinste Abstand eine solche von 60 ms haben. Morsepunkte von 120 ms Länge entsprechen aber einer Telegrafiergeschwindigkeit von 55 Zeichen oder 11 Wörtern pro Minute.

Die Hell-Telegrafie erlaubt in diesem und, wie leicht zu beweisen ist, in jedem Falle eine etwa 3 mal

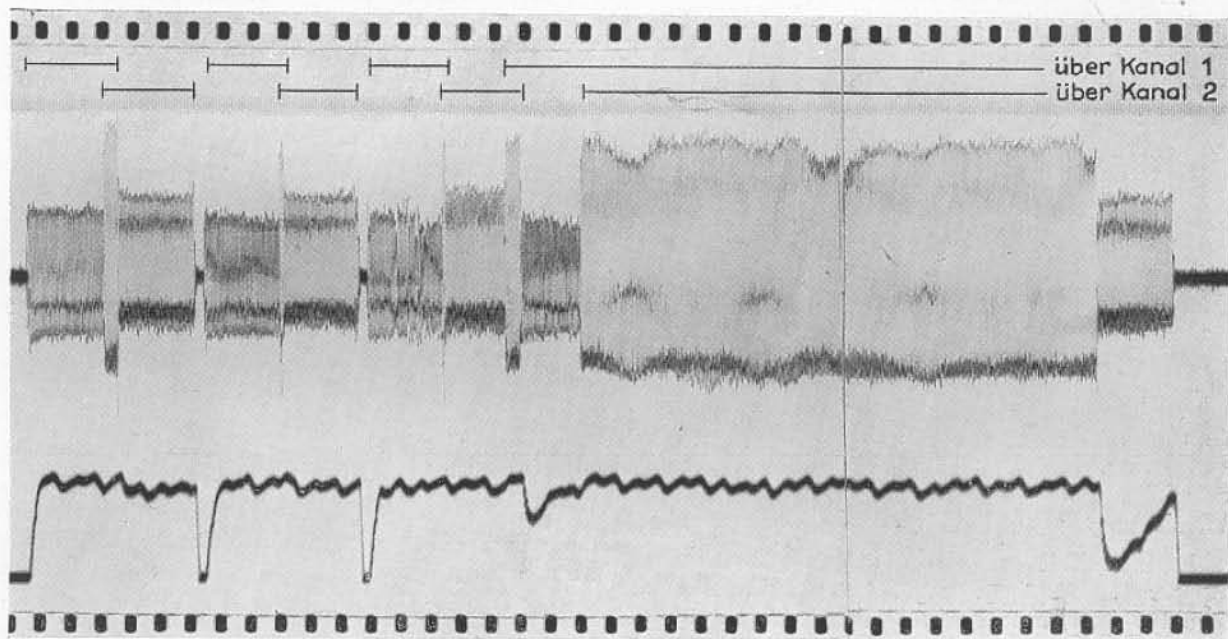


Abb. 9: Oszillogramm von Morsezeichen bei künstlichen Echostörungen (Buchstabe V).

gleicher Amplitude und einer Echozeitdifferenz von 60 ms gegenüber dem direkten Zeichen aufgenommen. Abb. 9 zeigt ein Oszillogramm, Abb. 10 eine Morseschreiberschriftprobe echogestörter Morsezeichen.

höhere Telegrafiergeschwindigkeit als die Morsetelegrafie. Während aber bei Morsetelegrafie durch Schwunderscheinungen oder Phasendifferenzen der Doppelzeichen oft Zeichen zu zerbrechen scheinen,

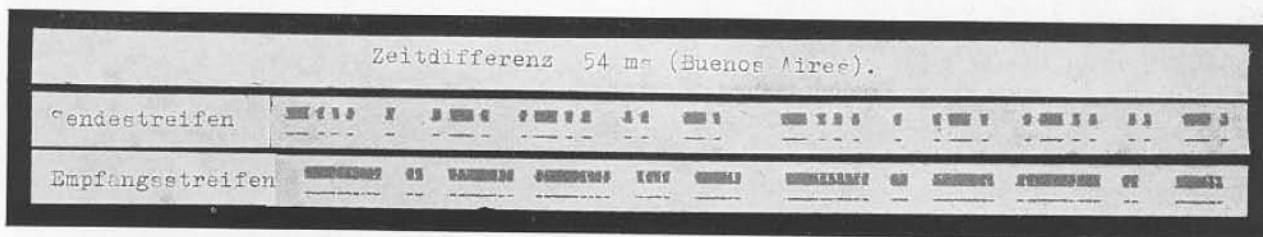


Abb. 10: Künstlich echogestörte Morsezeichen, aufgenommen mit dem Morseschreiber.

Die Tastgeschwindigkeit der Morsezeichen betrug etwa 100 Zeichen pro Minute. Die Zeichen laufen vollkommen ineinander und sind bei gleichem Ton und gleicher Amplitude auch für den nach Gehör aufnehmenden Funker nicht aufnehmbar.

Die noch lesbare Empfangsgeschwindigkeit für Morsetelegrafie wäre bei Echozeichen von 60 ms Zeitdifferenz gegenüber dem direkten Zeichen etwa dort, wo die Morsepunkte durch Echozeichen um 50 Prozent verlängert werden würden, d. h. Morsepunkt und kleinster Abstand müssten je 120 ms

sodaß u. a. aus einem Strich zwei Punkte werden können usw., besteht diese Unsicherheit bei der Helltelegrafie nicht. Auf Grund der großen Anzahl von Zeichen, aus denen ein Buchstabe bei der Helltelegrafie aufgebaut wird, ist eine Verfälschung eines Buchstaben, wie sie bei der Morsetelegrafie unter schwierigen Empfangsbedingungen oft vorkommt, praktisch unmöglich. Die Helltelegrafie ist trotz der hohen Uebermittlungsgeschwindigkeit als einziges zur Zeit bekanntes Telegrafiersystem des Funkverkehrs als absolut echosicher zu bezeichnen.

III. Zusammenfassung.

Es wurde die Möglichkeit zur Unterdrückung oder Unschädlichmachung der Echozeichen beim Kurzwellen-Hell-Telegrafiebetrieb untersucht. Am Beispiel der Hell-Telegrafie-Funkverbindung Berlin-Südamerika (Santiago de Chile) wurde festgestellt, daß der pegelgeregelte Gleichstromhellschreiber bereits die Echostörungen durch Nachhallzeichen und Vorwärtsechozeichen zu beseitigen imstande ist. Die Beseitigung der unangenehmsten Echostörerscheinungen, der Rückwärtsechozeichen, gelingt nach theoretischen Ueberlegungen durch Anpassen der Sendegeschwindigkeit an die Echozeitdifferenz.

Richtet man die Sendegeschwindigkeit der Hellzeichen so ein, daß das Echozeichen genau eine Linie nach dem direkten Zeichen eintrifft, so wird die empfangene Hellschrift unabhängig von Echostörungen. Es wurde durch Laboratoriumsversuche bewiesen, daß bei einer Sendegeschwindigkeit von 150 Zeichen pro Minute die Hell-Telegrafie nach allen Orten Südamerikas ohne irgendeine Störung durch Echozeichen arbeiten kann.

Bei Wahl der richtigen Uebermittlungsgeschwindigkeit, die immer etwa dreimal höher als die beste Morsetelegrafiergeschwindigkeit liegt, ist die Hell-Telegrafie als einziges bisher bekanntes Telegrafiersystem absolut echosicher.

Der Uebungsmorseschreiber.

Von R. Hell.

1. Einleitung.

Nach der Erfindung der Morsetelegrafie im Jahre 1837 wurde von der Firma Siemens & Halske im Jahre 1861 der erste Farbschreiber entwickelt, bei dem die Einfärbung durch ein Farbrädchen erfolgte, welches in die Farblüssigkeit eintauchte. Im Jahre 1870 wurde der sogenannte Normalfarbschreiber der deutschen Reichstelegraphenverwaltung erstmalig gebaut, ein Gerät, das noch heute im Postbetrieb und im Betrieb der Reichsbahn arbeitet. Diese 70 jährige Lebensdauer eines fernmeldetechnischen Gerätes ist wohl ein Rekord, der einzig dasteht. Er wurde nur durch die ungeheure Verbreitung des Morseschreibers und durch die Einfachheit des Uebermittlungsverfahrens möglich und spricht eindeutig für die seiner Zeit weit vorausseilende Qualität des Gerätes.

Die heutige Fernmeldetechnik beschreitet neue konstruktive Wege, sie verwendet andere Rohstoffe und andere Fertigungsmethoden. Es ist daher zweifellos zweckmäßig und notwendig, einen Morseschreiber nach modernen Gesichtspunkten aufzubauen, durch dieses Gerät die alten Geräte zu ersetzen und das neue Gerät neuen Diensten zuzuführen.

Die Anwendbarkeit des Morseschreibers hat sich durch die neue Telegrafentechnik selbstverständlich weitgehendst verlagert. Viele Verkehrslinien, die früher mit Morsetelegrafie arbeiteten, werden bereits, beziehungsweise werden in Kürze durch Fernschreiber betrieben. Die Funktelegrafie hat jedoch neue Anwendungszwecke für Morseschreiber gefunden. Hierbei ist besonders die Aufnahme von Morsezeichen im Schnelltelegraphenver-

kehr und die Verwendung als Kontrollschreiber für den Unterricht im Gehöraufnehmen von Morsezeichen zu nennen.

Die letztere Aufgabe sollte durch Schaffung eines neuen Uebungsmorseschreibers gelöst werden, der im Nachfolgenden beschrieben wird.

2. Besondere Merkmale des Schreibers.

Bei der konstruktiven Durchbildung des neuen Uebungsschreibers wurde die Technik des Hellschreibers weitgehendst angewendet bzw. sinngemäß

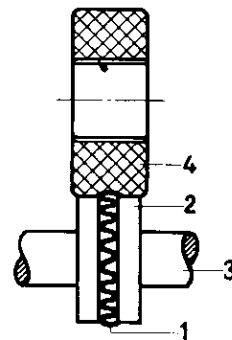


Abb. 1: Schreibradchen mit Farbrolle.

mäß umgeformt. Es wurde die grundsätzliche Registrier- und Schreibanordnung, bestehend aus dem Schreibsystem, dem Farbrollenhebel und dem Gegenrollenhebel übernommen. Während beide Hebel vollkommen der Ausführung im Hellschreiber entsprechen, unterscheidet sich das Schreibsystem durch einige Vereinfachungen im inneren Aufbau.

Bei dem Uebungsschreiber ist es nicht erforderlich, die Impulsgeschwindigkeiten des Hellschreibers zu erreichen. Es konnte daher das Schreibsystem aus einem magnetischen Material geringerer Qualität angefertigt werden. Aus gleichem Grunde wurde es möglich, den Hub des Systems zu vergrößern, so daß im Uebungsschreiber Registrierstreifen unterschiedlicher Papierstärke angewendet werden können.

Während die Schreibspindel des Hellschreibers Bildlinien in einer Länge von 12 mm registriert und die Spindel für die Niederschrift von Schnellmorsezeichen bereits auf 2 mm Länge verkürzt wurde, haben die registrierten Morsezeichen beim Uebungsmorseschreiber lediglich eine Breite von 1 mm. Aus fabrikatorischen Gründen wurde darauf verzichtet, die Spindel mit schrägliegenden Gängen auszuführen; sie wurde vielmehr durch ein wenige Zehntelmillimeter starkes Schreibrädchen ersetzt, welches entsprechend der Abb. 1 am Umfang in achsialer Richtung wellenförmig gepreßt ist. Die Fertigung eines derartigen Rädchens ist äußerst einfach. Der nur sehr schmale Berührungspunkt von Schreibrädchen und Registrierstreifen wandert beim Drehen des über ein Zahnradpaar angetriebenen Schreibrädchens um insgesamt einen Millimeter auf und ab; es wird am Registrierstreifen eine Wellenlinie geschrieben, deren Wellenzüge so eng aneinander liegen, daß sie ineinander verlaufen und der Eindruck eines vollen 1 mm breit registrierten Striches entsteht.

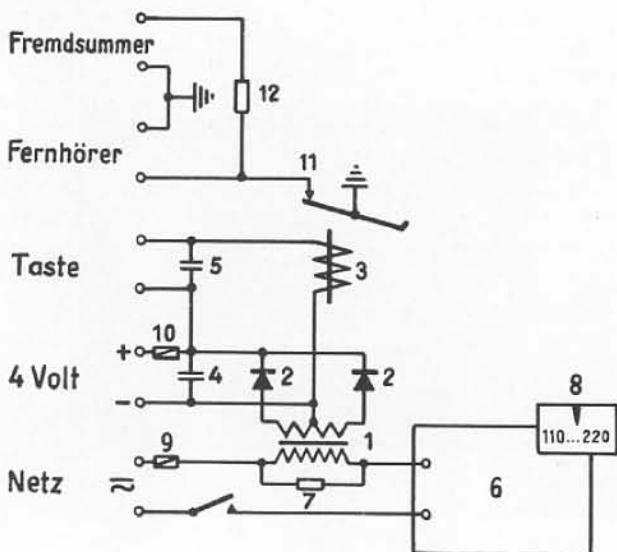


Abb. 2: Schaltung des Uebungsmorseschreibers.

Auf dem schmalen Schreibrädchen läuft die Farbrolle. Es mußte ein Einlaufen der Farbrolle in das verhältnismäßig scharfkantige Schreibrädchen und damit eine unzulässig starke Abnutzung der Farbrolle vermieden werden. Zu beiden Seiten des Schreibrädchens wurden daher zylindrische Verlängerungen vorgesehen, deren Durchmesser um etwa 0,5 mm geringer ist als der Durchmesser des Schreibrädchens.

In der Abbildung 1 ist das Schreibrädchen mit 1 bezeichnet, die zylindrischen Verlängerungen auf beiden Seiten des Rädchens mit 2, die Achse des Rädchens mit 3, die Farbrolle, welche auf dem Rädchen läuft, mit 4. Es ist gezeigt, daß sich das Rädchen so lange in die Farbrolle eindrückt, bis die Farbrolle auf den beiden zylindrischen Teilen 2 leicht aufliegt. Der spezifische Auflagedruck auf die zylindrischen Flächen ist jedoch so gering, daß

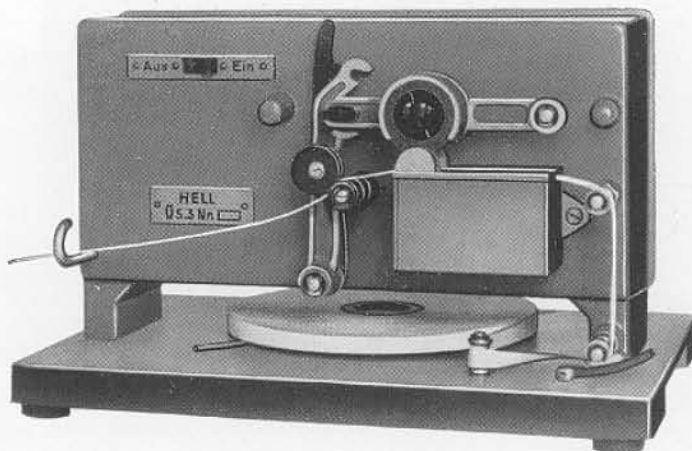


Abb. 3: Frontansicht des Uebungsmorseschreibers.

die Farbe lediglich auf dem wellenförmigen Umfang des Schreibrädchens abgelagert wird, während die zylindrischen Flächen von Farbe freibleiben.

Der Antrieb des Uebungsschreibers erfolgt, abweichend von dem bisherigen Morseschreiber nicht durch Uhrwerkantrieb, sondern durch einen Universalmotor für Gleich- und Wechselstrom-Netzbetrieb. Die Drehzahl des Motors ist mittels eines mechanischen Fliehkraftreglers mit einer Genauigkeit von etwa 2% geregelt. Auf eine betriebsmäßige Verstellung der Geschwindigkeit wurde verzichtet. Es sollte aus der Länge der niedergeschriebenen Morsezeichen ein unmittelbarer Rückschluß auf die Geschwindigkeit beim Geben der Morsezeichen gezogen werden können. Ein derartiger Rückschluß ist nur bei konstanter Motorgeschwindigkeit möglich. Die Festlegung auf eine feste Geschwindigkeit war um so leichter möglich, als die Unterschiede der Aufnahmegeschwindigkeit bei Handtempo in der Regel kleiner als 1 : 2 sind.

Bemerkenswert ist noch die in Abb. 2 gezeigte elektrische Schaltung des gesamten Gerätes. Das Gerät kann aus einem Wechselstromnetz ohne Zuhilfenahme einer besonderen Batterie betrieben werden. Ein Transformator 1 speist über zwei kleine Trockengleichrichter 2 das Schreibsystem 3. Zur Glättung des gleichgerichteten Stromes genügt ein Kondensator 4. In dem gleichgerichteten Stromkreis liegt die von außen angeschlossene Morsetaste, mit der das Gerät bedient wird. Ein kleiner Ueberbrückungskondensator 5 löscht die an der Taste auftretenden Funken. Der Universalmotor 6 ist in Serie mit der primären Wicklung des Transforma-

tors 1 gelegt, wobei ein Widerstand 7 zum Ausgleich des Leistungsverbrauchs bei Gleich- und Wechselstrombetrieb parallel gelegt ist.

Wird die gesamte Anordnung aus einem Gleichstromnetz betrieben, so ist dieses an die Netzklemmen anzuschließen. Der Motor ist lediglich durch



Abb. 4: Rückansicht des Übungsmorseschreibers.

einen Spannungsumschalter 8 auf Gleichstrombetrieb und auf die betreffende Spannung einzustellen. Die Sekundärseite des Transformators 1 bleibt hierbei selbstverständlich stromlos. An die mit „4 Volt“ bezeichneten Anschlußklemmen mit vorgeschriebener Polarität wird eine 2 oder 4 Volt-Batterie angeschlossen. Diese Batterie gibt durch die Sperrwirkung der Gleichrichter 2 keinen Rückstrom über den Transformator. Sie betreibt lediglich das Schreibsystem 3, sofern die Taste betätigt wird. Zwei Sicherungselemente 9 und 10 im Netzstromkreis bzw. im 4 Volt-Kreis verhindern Kurzschlüsse bei versehentlich unrichtigem Anschluß der Spannung.

Die Schaltung ist noch durch eine besondere Mithörvorrichtung ergänzt. Das Schreibsystem 3 hat bei 11 einen Ruhkontakt, d. h. der Kontakt ist nur bei gedrückter Morsetaste und beim Registrieren der Zeichen geöffnet. Schließt man an die mit „Fremdsummer“ bezeichneten Klemmen eine Wechselspannungsquelle (etwa 2 Volt) an, so ist diese Wechselspannungsquelle bei nicht betätigtem Schreibsystem über den Widerstand 12 und den Ruhkontakt 11 kurzgeschlossen. Öffnet sich der Kontakt 11, so kommt Wechselspannung zum Anschluß „Fernhörer“ und betätigt einen dort angeschlossenen Fernhörer oder Lautsprecher.

3. Gerätbeschreibung.

Das Gehäuse des Übungsmorseschreibers sitzt auf einer kräftigen Gußplatte, die dem Gerät eine tiefe Schwerpunktlage gibt. Die Gußplatte steht auf vier Gummifüßen und trägt eine Führungsrolle für den Papierstreifen und eine Papierbremse zur

Straffung des Papierzuges. In der Mitte der Platte sind ein Zapfen zur Aufnahme der Papierrolle und vier radial verlaufende Rippen angebracht, die zur Verminderung der Reibung zwischen Grundplatte und Papierrolle dienen.

Das Gehäuse trägt auf der Vorderseite (Abb. 3) folgende Teile:

- a) das Schreibsystem mit Schreibrädchen,
- b) den Farbrollenhebel mit Farbrolle,
- c) die Vorschubrolle, angetrieben vom Motor,
- d) den Gegenrollenhebel mit Gegenrolle,
- e) zwei Führungsrollen,
- f) einen Führungshaken für das Papier und
- g) einen Einschalter für die Netzspannung.

Das Schreibsystem enthält im Innern einen Magnet, dessen Anker mit einer Schneide bei Erregung des Magneten von unten gegen das Schreibrädchen drückt. Der Papierstreifen liegt in der Papierbahn des Schreibsystemgehäuses zwischen der Schneide des Magnetankers und dem Schreibrädchen. Bei erregtem Schreibmagnet berührt das Schreibrädchen den Papierstreifen und färbt diesen ein. Auf dem Schreibrädchen läuft die Farbrolle, die das Schreibrädchen stets nachfährt. Die Farbrolle sitzt auf einem Kugellager am Farbrollenhebel, sie ist lediglich aufgesteckt und kann jederzeit vom

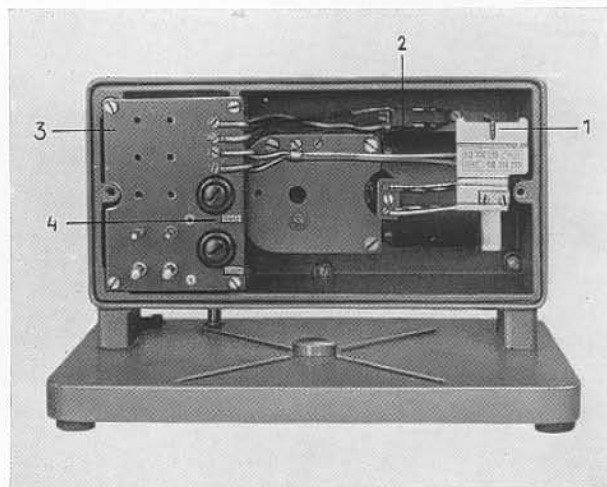


Abb. 5: Übungsmorseschreiber, Rückdeckel abgenommen.

Farbrollenhebel abgezogen werden. Die Gegenrolle des senkrecht stehenden Gegenrollenhebels drückt gegen die auf der Getriebeachse sitzende Vorschubrolle. Wird der Farbrollenhebel etwas angehoben, so verklinkt er mit dem Gegenrollenhebel derart, daß die Farbrolle nicht auf dem Schreibrädchen aufliegt. Beim Transport des Gerätes ist der Farbrollenhebel zur Schonung des Schreibrädchens stets abzuheben.

Die Rückseite des Gehäuses (Abb. 4) ist mit einem Gußdeckel verschlossen, der mit zwei unverlierbaren Schrauben befestigt ist. In diesem Deckel befinden sich rechts oben ein kleines Fenster zur Feststellung der eingestellten Motorspannung und links Aussparungen für die Stromanschlüsse. Im Innern des Gehäuses (Abb. 5) befindet sich der Antriebsmotor 2 mit aufgesetztem Spannungsumschalter 1 und das Anschlußbrett 3 mit den Sicherungen 4.

geschlossen. Ferner sind am Anschlußbrett die folgenden Anschlußbuchsen angebracht:

- a) Fremdsommer,
- b) Fernhörer,
- c) Taste,
- d) + 4 Volt —,
- e) Netz.

Auf der Grundplatte sitzt eine Erdungsklemme.

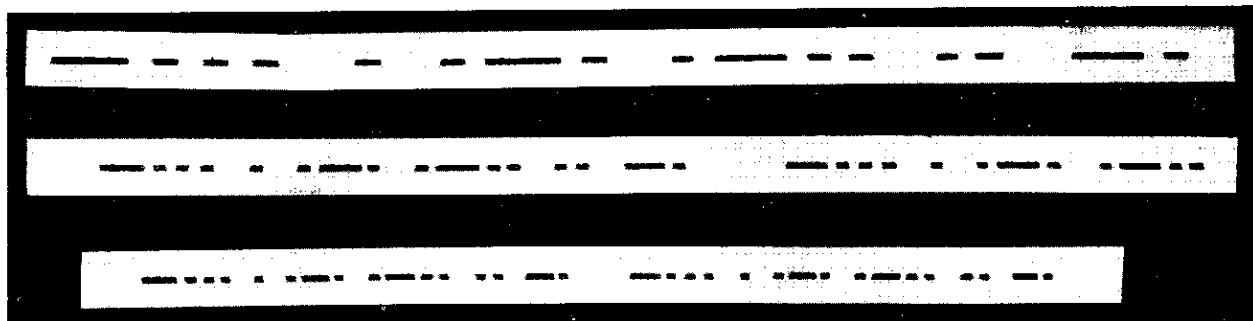


Abb. 6: Schriftproben des Übungsmorseschreibers.

Oberer Streifen: Handtasten bei 60 Zeichen/min.
 Mittlerer Streifen: Handtasten bei 100 Zeichen/min.
 Unterer Streifen: Handtasten bei 140 Zeichen/min.

Der Antriebsmotor ist mit drei Schrauben im Gehäuse befestigt und läßt sich nach Lösen dieser Schrauben und Lösen der Stromzuführungen rückwärts abziehen. Der Antriebsmotor ist ein Universalmotor für 110 Volt bis 220 Volt Gleich- und Wechselspannung. Die Drehzahl des Motors ist durch einen Bremsregler geregelt. Der Motor treibt über ein Schneckengetriebe die Papiervorschubrolle an, die aus der Vorderseite des Gehäuses herausragt. Gleichzeitig wird über ein Zahnradgetriebe das auf dem Schreibsystem sitzende Schreibrädchen angetrieben.

Zur Einstellung der verschiedenen Netzspannungen ist am Motor der Spannungsumschalter angebracht, dessen Einstellung durch das Fenster im Gehäusedeckel beobachtet werden kann. Zur Einstellung des Schalters ist der Gehäusedeckel abzunehmen. Auf der Spannungsskala sind die einstellbaren Spannungen markiert, wobei sich die oberen Zahlen auf der Skala auf das Wechselstromnetz und die unteren Zahlen auf das Gleichstromnetz beziehen.

Die gesamte Schaltung des Schreibers ist auf dem Anschlußbrett im Innern des Gehäuses untergebracht, das durch Lösen von vier Schrauben ausgewechselt werden kann. Das Anschlußbrett trägt die erforderlichen Schaltelemente, wie den Gleichrichter, den Transformator, Kondensatoren und Widerstände und zwei Sicherungen für 300 mA. Das Anschlußbrett besitzt drei Kontaktstifte als Stromzuführung zum Schreibsystem. Motor und Spannungsumschalter sind über Verbindungsleitungen an vier Klemmschrauben am Anschlußbrett an-

geschaltet. Der Erdungsanschluß ist zur vollkommenen Funkentstörung notwendig.

4. Die Leistung des Gerätes.

Die Papiergeschwindigkeit ist auf 1,6 m pro Minute fest eingestellt. Eine Rolle Papierstreifen mit einer Länge von 300 m reicht somit für mehr als drei Betriebsstunden. Diese Registriergeschwindigkeit ist sowohl brauchbar für das langsamste Handtempo als auch bei einer Gebegeschwindigkeit bis zu 200 Zeichen pro Minute. Die Abbildung 6 zeigt bei verschiedenem Gebetempo aufgenommene Streifen des Schreibers.

Die Breite der Registrierstreifen beträgt 9,5 mm, der größte zulässige Durchmesser der Rolle 160 mm bei einer lichten Weite des Kernes von 30 mm.

Der Stromverbrauch des Universalmotors beträgt 0,1—0,16 A je nach Spannung und Stromart. Bei Gleichstrombetrieb werden einer zusätzlichen 4 Volt-Batterie 80 mA Taststrom entnommen bzw. einer 2 Volt-Batterie, bei der das System auch anspricht, 40 mA.

Die Abmessungen des Gerätes sind 300×220×185 mm, das Gewicht beträgt etwa 7 kg.

Der Übungsmorseschreiber wird, wie sein Name bereits sagt, hauptsächlich zum Ueben im Geben von Morsezeichen verwendet. Es ist daher die Forderung zu stellen, daß die gegebenen Zeichen in ihrer Länge möglichst unverfälscht bleiben und daß es möglich ist, die tatsächliche Länge hinreichend genau zu erkennen.

Es lag nahe, die Leistung des Uebungsschreibers mit der Leistung des Normalfarbschreibers der Deutschen Reichspost zu vergleichen, da dieser bisher als einziger Morse-Uebungsschreiber in der Telegrafentechnik verwandt wurde. Zu einem Vergleich der Wiedergabetreue wurden beide Geräte mit einem Impulsgeber wechselnder Geschwindigkeit gleichzeitig getestet. Der alte Normalfarbschreiber wurde aus einer Batterie von 48 Volt Spannung gespeist und auf optimale Arbeitsweise eingestellt. Der Uebungsschreiber wurde, wie normal, an das Wechselstromnetz angeschlossen.

malfarbschreiber vollkommen verschmiert, während sie beim neuen Uebungsschreiber noch deutlich einzeln erkennbar sind. Die Zeichen werden naturgemäß auch bei langsamen Gebegeschwindigkeiten verfälscht, so daß der Normalfarbschreiber als Uebungsgerät die von einem Lernenden gegebenen Zeichen nicht hinreichend richtig wiedergibt.

Auch die eingangs gestellte Forderung nach einer konstanten Papiergeschwindigkeit ist bei dem alten Normalfarbschreiber nicht erfüllt. Die genaue Prüfung der Papierablaufgeschwindigkeit ergibt bei dem voll aufgezogenen Normalfarb-

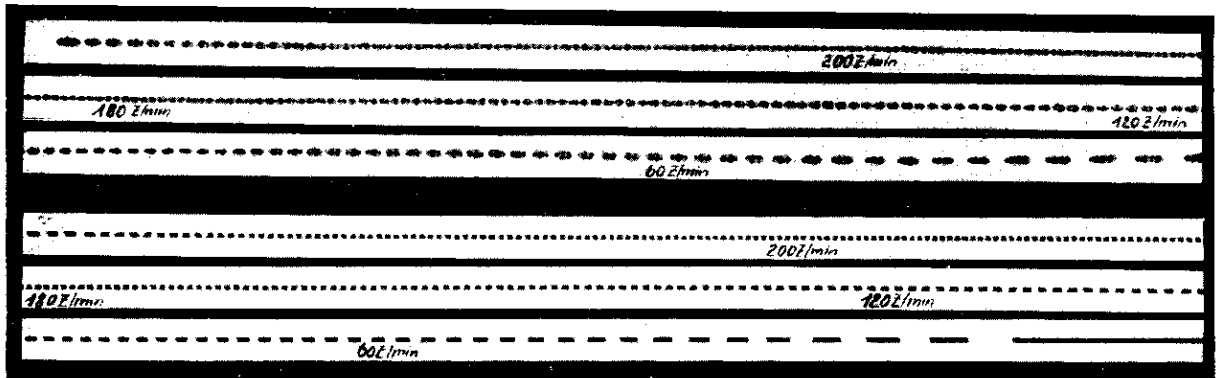


Abb. 7: Vergleichsstreifen, aufgenommen mit dem Normalfarbschreiber (obere Streifen) und dem Uebungsmorseschreiber (untere Streifen) bei verschiedenen Gebegeschwindigkeiten (Zeichen/min.).

Die Gegenüberstellung der erhaltenen Streifen zeigt Abb. 7. Bei langsamem Handtasten (60 Zeichen/min) sind die Impulse bei beiden Schreibern hinreichend gut erkennbar. Bei schnellem Geben (ab 100 Zeichen/min) zeigt der alte Normalfarbschreiber eine merkbliche Zeichenverfälschung. Diese Verfälschung resultiert:

a) aus der Ansprech- und Abfallverzögerung des Magnetsystems (oszillografische Untersuchungen zeigten, daß der Uebungsmorseschreiber eine Anzugverzögerung von 5 und eine Abfallverzögerung von 4 msec besitzt; beim alten Morseschreiber liegen diese Werte je nach Justierung etwa um den Faktor 5 höher),

b) aus dem Verlaufen der Schreibtinte.

Abb. 7 zeigt die klare Ueberlegenheit des neuen Uebungsschreibers in der Erkennbarkeit der Zeichen, besonders bei der Aussendung von Impulsen mit einer Zeitdauer von etwa 30 msec (200 Zeichen/min). Derartige Impulse werden bei dem alten Nor-

schreiber eine Papierablaufgeschwindigkeit von 2 m/min, während das abgelaufene Uhrwerk lediglich eine Geschwindigkeit von etwa 1,1 m erzielt. Die Ablaufgeschwindigkeit des neuen Uebungsschreibers bleibt durch den Motorantrieb bei üblicher Aenderung der Netzspannung praktisch konstant, sie schwankt beim Anschluß an verschiedene Spannungen lediglich zwischen 1,55 und 1,60 m.

Der Uebungsschreiber ergibt somit bei vereinfachter Konstruktion unter Verwendung neuzeitlicher Werkstoffe und bei vereinfachter Herstellungsweise für seinen Spezialzweck eine bessere technische Leistung als der alte Normalfarbschreiber.

Er findet jedoch über den genannten Verwendungszweck hinaus auch für reinen Morsebetrieb oder, mit selbsttätigem Anlauf ausgerüstet, auch für die Aufnahme der Kontrollschrift von Funksendern und für viele andere Registrierzwecke weitgehende Verwendung.

Tonfrequenz-Bandfilter kleiner Abmessung.

Von K. Bär.

I. Einleitung.

Bei vielen fernmeldetechnischen Geräten sind kleine Abmessungen und geringes Gewicht wichtige Forderungen. Deshalb müssen auch die zu Bauelementen (Becher) zusammengefaßten Einzelteile diesen Bedingungen im einzelnen entsprechen. Ein in diesen Geräten oft wiederkehrendes Bauelement ist das Bandfilter.

Das nachstehend beschriebene Bandfilter erfüllt folgende Forderungen:

1. kleine Abmessungen
2. Verwendung serienmäßig fertiggestellter Kondensatoren
3. rasche und leichte Abgleichmöglichkeit
4. geringe Verstimmung bei großen Feldstärkeunterschieden in der Spule.

Aus Gründen der unter 1. und 4. genannten Forderungen mußte natürlich eine größere Lochdämpfung zugelassen werden, als dies bei Verwendung größerer Spulen üblich ist. Die Größe der Lochdämpfung kann jedoch bei Röhrengeräten, in denen das Bandfilter ein Bauelement darstellen soll, nicht als ausschlaggebendes Kriterium für die Güte des Filters angesehen werden. Der Ausgleich der größeren Lochdämpfung des Filters wird in den meisten Fällen ohne besonderen Aufwand möglich sein.

Bei Tonfrequenzbandfiltern werden im allgemeinen die Spulen und Kondensatoren auf einen

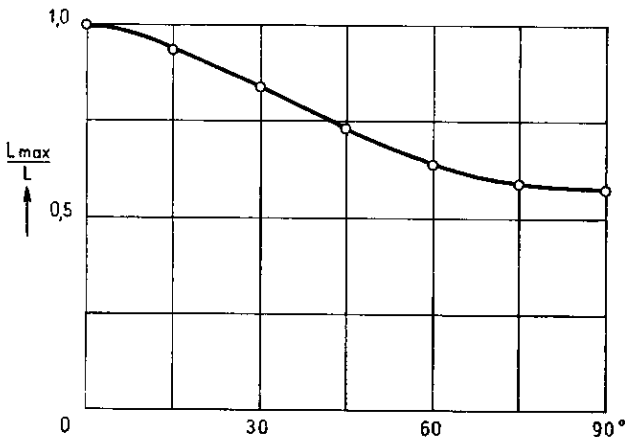


Abb. 1: Induktivität der Spule in Abhängigkeit von der Ankerstellung.

Kern: Permenormblech 0,1 mm
Anker: Permenormblech 0,1 mm
Luftspalt: $2 \times 0,2$ mm.

festgelegten Sollwert mit einer vorgeschriebenen Toleranz abgeglichen. In unserem Falle erfolgt im Gegensatz hierzu kein Abgleich der Einzelelemente des Filters, sondern ein Abgleich der Längs- bzw. Querresonanzkreise. An die Genauigkeit der Einzel-

elemente brauchen deshalb keine so großen Anforderungen wie beim Einzelabgleich gestellt zu werden. Die zulässige Toleranz der Einzelelemente richtet sich nach den Toleranzen, die für Bandbreite und Wellenwiderstand vorgeschrieben sind (siehe unter

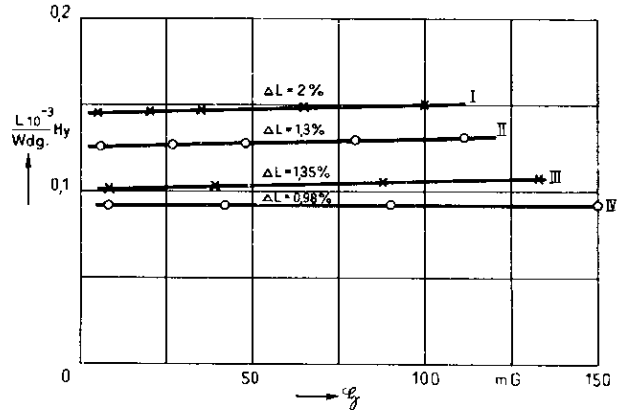


Abb. 2: Induktivität verschiedener Spulenkern in Abhängigkeit von der Feldstärke.

I Kern 0,1 mm Permenormblech, Luftspalt $2 \times 0,2$ mm
II Kern 0,35 mm M 89 Blech, Luftspalt $2 \times 0,2$ mm
III Kern 0,1 mm Permenormblech, Luftspalt $2 \times 0,5$ mm
IV Kern 0,35 mm M 89 Blech, Luftspalt $2 \times 0,5$ mm

V). Die sich hieraus ergebenden Toleranzen für die Kondensatoren werden durch die entsprechenden Induktivitäten ausgeglichen. Die Induktivität der Spulen ist innerhalb eines gewissen Wertes veränderbar (drehbarer Anker), wodurch ein sehr schneller und genauer Abgleich der Resonanzkreise möglich ist.

II. Wahl der Spulen und des Eisenkernes.

Der Untersuchung liegt ein U-förmiger Spulenkern zu Grunde mit einem Eisenquerschnitt von $0,35 \text{ cm}^2$. Der entsprechende Wickelkörper hat einen Wickelraum von 5 cm^3 . Als Kernblech findet Permenorm- oder M 89-Blech verschiedener Stärke Verwendung. Der U-förmige Kern wird durch einen unter Federdruck stehenden und mittels Schraubenzieher drehbaren Anker überbrückt. Der Anker besteht für alle Untersuchungen aus $0,1$ mm starken zusammengepreßten Permenormblechen. Durch Verdrehen des Ankers kann die Induktivität der Spule im Verhältnis von $\frac{L_{max}}{L_{min}} = 1,75$ verändert werden.

In Bild 1 ist die Induktivität einer Spule in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Ankers dargestellt. Der Drehwinkel 0° entspricht der Stellung maximaler Induktivität. Aus dem flachen Verlauf ist zu erkennen, daß besonders in der Nähe des Maximums der Induktivität leicht auf Resonanz abgestimmt werden kann.

Die Wahl der Blechsorte, der Blechstärke und des Luftspaltes zwischen Kern und Anker hängt von den Anforderungen ab, die an das Filter gestellt werden. Wenn eine geringe Verstimmung bei starken Schwankungen des Eingangspiegels gefordert wird, muß ein großer Luftspalt und ein Blech mit geringem Anstieg (geringe Amplitudenabhängigkeit) gewählt

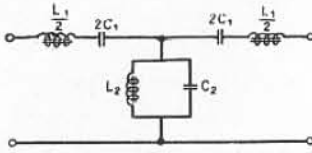


Abb. 3: Grundsätzliche Schaltung eines eingliedigen Campbell-Bandfilters.

werden. Die Wahl der Blechstärke hängt im wesentlichen davon ab, in welchem Frequenzbereich das Filter wirken soll.

III. Resonanzverstimmung durch Induktivitätsanstieg.

Bild 2 zeigt den Induktivitätsverlauf in Abhängigkeit von der Feldstärke in der Spule. Der Anstieg der Induktivität ergibt sich aus

$$\Delta L = \frac{L_2 - L_1}{L_1},$$

wobei

L_1 = Induktivität bei der Feldstärke \mathfrak{H}_1 und

L_2 = Induktivität bei der Feldstärke \mathfrak{H}_2 ist.

Es ist in der Fernmeldetechnik üblich, zur Charakterisierung eines Bleches den prozentualen Anstieg ΔL zwischen 20 ÷ 100 mG anzugeben. Aus dem prozentualen Anstieg ΔL läßt sich rasch erkennen, welche Verstimmung eintritt, wenn sich bei einem Schwingungskreis die Feldstärke in der Spule ändert.

Für die Spule eines Schwingungskreises mit den Werten C, L_1, ω_1 bzw. C, L_2, ω_2 ist:

$$\Delta L = \frac{L_2 - L_1}{L_1} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} - 1$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{1 + \Delta L}.$$

Bei kleinem ΔL ist

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} \approx 1 + \frac{\Delta L}{2},$$

oder setzen wir, entsprechend ΔL , für

$$\Delta \omega = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} - 1,$$

so kann man bei kleinem Anstieg setzen:

$$\Delta \omega \approx \frac{1}{1 + \frac{\Delta L}{2}} - 1 \approx 1 - \frac{\Delta L}{2} - 1 \approx -\frac{\Delta L}{2}$$

$$\Delta \omega \approx -\frac{\Delta L}{2},$$

d. h., die prozentuale Resonanzverschiebung $\Delta \omega$ beträgt bei kleinem Anstieg die Hälfte des prozentualen Anstieges ΔL .

IV. Die elektrischen Eigenschaften des Bandfilters.

1. Prinzipieller Aufbau.

Bild 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines eingliedrigen längssymmetrischen Bandfilters. Es enthält drei Spulen und drei Kondensatoren. Resonanzfrequenz und Bandbreite sind eingestellt und nicht umschaltbar.

Eine erweiterte Ausführungsform ist das umschaltbare Bandfilter. Es enthält drei Spulen und sechs Kondensatoren. Die Spulen haben je eine Anzapfung. Das Filter kann umschaltbar sein:

- a) auf zwei verschiedene Resonanzfrequenzen bei gleich- oder verschieden großer Bandbreite,
- b) auf zwei verschiedene Bandbreiten bei gleicher Resonanzfrequenz.

2. Mechanischer Aufbau und Entkopplung.

Das Filter nimmt nur einen sehr geringen Raum ein (Bild 4). Der Abschirmbecher des Filters hat die

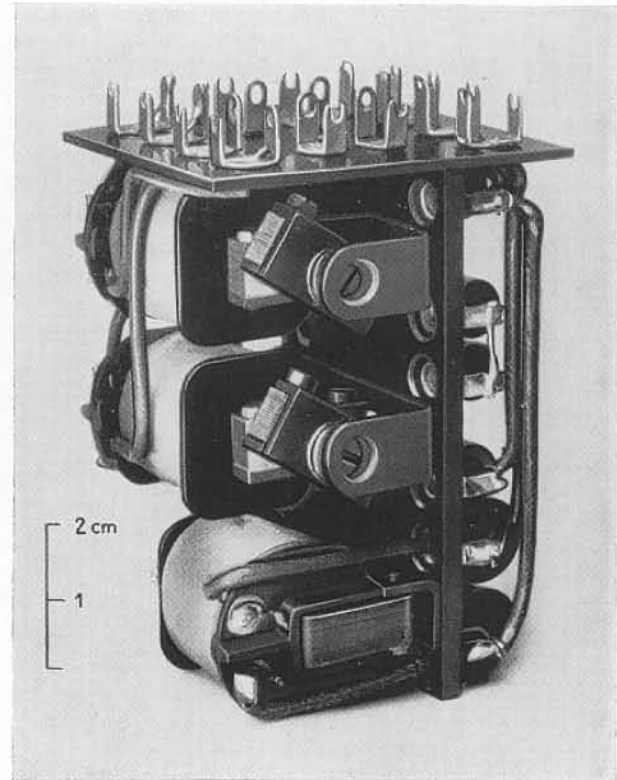


Abb. 4: Ansicht eines eingliedrigen umschaltbaren Bandfilters bei abgenommenem Abschirmbecher (natürliche Größe).

Abmessungen $50 \times 55 \times 75$ mm. Bei dem gedrängten Aufbau muß besonders auf die Entkopplung der Spulen geachtet werden. Zur Feststellung einer genügend großen Entkopplung wurden zwei Dämpfungsmessungen ausgeführt:

- a) bei vollkommener Entkopplung (Spulen in großer gegenseitiger Entfernung),
 b) bei der in Bild 4 gezeigten Anordnung (Spulen entkoppelt).

Aus den sich ergebenden geringen Unterschieden beider Dämpfungsmessungen war zu ersehen, daß durch die gewählte Spulenordnung eine praktisch vollkommen ausreichende Entkopplung erzielt wurde.

3. Betriebsdämpfung.

Bild 5 zeigt den Verlauf der Betriebsdämpfung eines eingliedrigen, umschaltbaren Bandfilters mit dem Wellenwiderstand $Z_0 = 4000 \Omega$ und der rel.

Bandbreite $\frac{f_2 - f_1}{f_0} = 0,26$. Bei Einbau in den Becher steigt die Lochdämpfung noch ca. 0,1 N an.

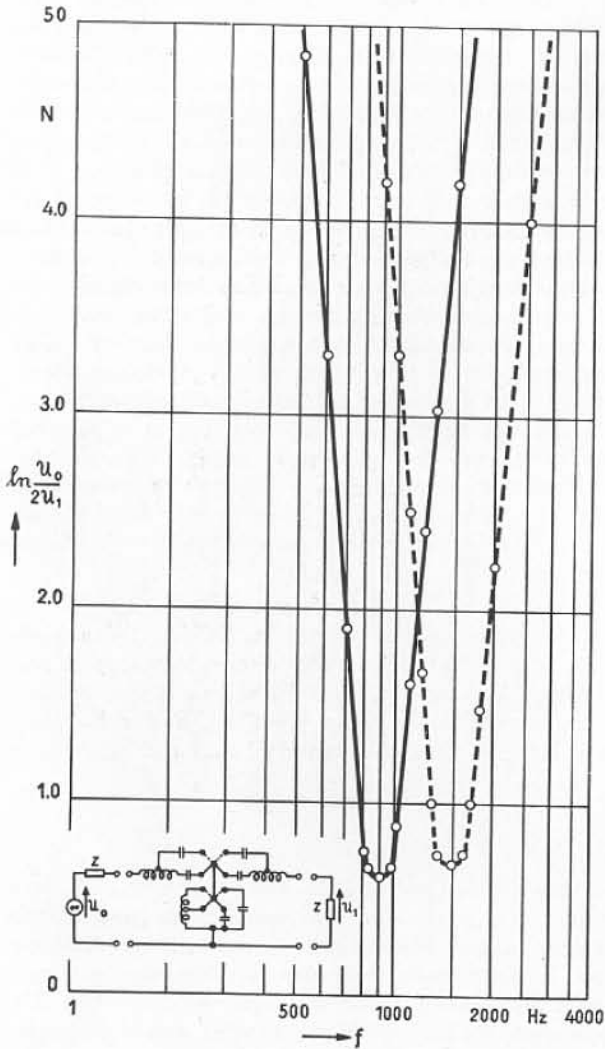


Abb. 5: Betriebsdämpfung eines umschaltbaren eingliedrigen Bandfilters.

Spulenkern: Permenormblech 0,1 mm, Luftspalt $2 \times 0,2$ mm
 Anker: Permenormblech 0,1 mm.

V. Nennwert des Wellenwiderstandes und Bandbreite.

Bei der Berechnung eines Filters ergeben sich im allgemeinen für Längs- und Querkondensatoren Werte, die nicht serienmäßig hergestellt werden. Die Aufrundung auf serienmäßige Werte ergibt eine Verbilligung und Platzersparnis. In den meisten Fällen wird die dadurch bedingte geringe Aenderung des

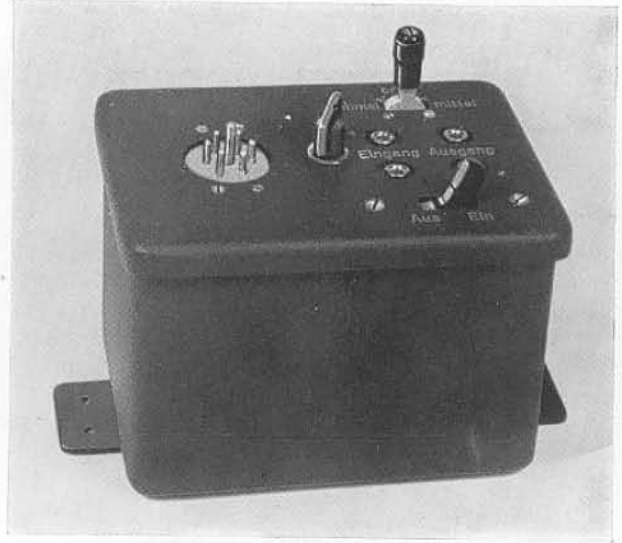


Abb. 6: Flugzeugverstärker mit eingebautem Bandfilter.

Wellenwiderstandes Z und der Bandbreite $(f_2 - f_1)$ zulässig sein. Unter dieser Voraussetzung ergibt sich unter Beibehaltung der Eigenfrequenz

$$f_0 = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$$

für den Nennwert des Wellenwiderstands

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L_1}{C_2}} = \sqrt{\frac{L_2}{C_1}} = \frac{1}{2\pi f_0 \sqrt{C_1 \cdot C_2}}$$

und für die Bandbreite

$$f_2 - f_1 = \frac{Z_0}{\pi \cdot L_1} = \frac{1}{Z_0 \cdot \pi \cdot C_2}$$

VI. Praktische Anwendung.

Bisher wurde meist von einem Einbau von Tonfrequenzbandfiltern in Funkempfängern und Verstärkern aus Platzgründen abgesehen. Man begnügte sich mit einfachen, abgestimmten Resonanzkreisen, deren Selektionsvermögen natürlich wesentlich geringer ist. Mit der Schaffung des oben beschriebenen Tonfrequenzbandfilters ist heute ein Einbau hochwertiger Bandfilter ohne wesentlich größeren Platzaufwand möglich, als die bisherigen Siebmittel erforderten. Ein Beispiel für das beschriebene Bandfilter als Bauelement ist die folgende Abbildung.

Abb. 6 zeigt einen Verstärker für Funkzeichen, für den als Flugzeuggerät aller kleinste Abmessungen und Gewicht gefordert waren. Der gesamte Ver-

stärker hat die Ausmaße $140 \times 100 \times 100$ mm und wiegt 1200 g. Es ist ein Ein-Röhren-Niederfrequenzverstärker mit einem umschaltbaren Tonfrequenzbandfilter. In Anpassung an die Erfordernisse des Funkverkehrs ist die Durchlaßfrequenz des Bandfilters immer dieselbe (900 Hz). Die Bandbreite des Filters kann umgeschaltet werden. In Stellung Sieb

„schmal“ beträgt der Durchlaßbereich 900 ± 100 Hz. Dieser Bereich bewährt sich bei dem Empfang von Langwellen-Funkstationen. In Stellung „mittel“ ist die Durchlaßbreite 900 ± 250 Hz (Kurzwellenempfang). In Stellung „breit“ ist das Sieb ausgeschaltet. Die Verstärkung beträgt in allen Schalterstellungen für die Durchlaßfrequenz 5 N.

Ein neues Frequenz-Meßgerät für 25-50 MHz.

von H. Haberland und H. Haupt.

I. Einleitung.

Die Bedeutung des Ultrakurzwellengebietes der elektrischen Wellen ist in den letzten Jahren ständig gestiegen. Leider hat die Entwicklung und Herstellung von Meßgeräten für dieses Gebiet der Hochfrequenztechnik mit der sprunghaften Ausdehnung seiner Anwendung nicht Schritt halten können, so daß für viele Meßzwecke die gerätebauenden Firmen gezwungen wurden, selbst Meßgeräte zu entwickeln.

Besonders störend machte sich das Fehlen eines Frequenz-Meßgerätes bemerkbar, das bei kleinsten Abmessungen und einfachster Bedienung

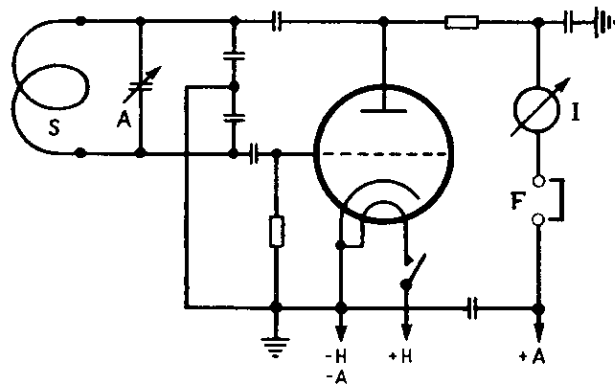


Abb. 1: Prinzipschaltbild des Frequenzmessers für 25-50 MHz.

sowohl zur Messung von Senderresonanzkreisen wie zur Bestimmung der Eigenfrequenz von Empfangskreisen und Drosselspulen dienen kann. Im folgenden wird ein bei der Firma Dr.-Ing. R. Hell entwickeltes Frequenz-Meßgerät beschrieben, das obige Forderungen erfüllt.

II. Prinzip und Schaltung.

Aus Abb. 1 ist die Schaltung des gebauten Frequenz-Meßgerätes für Frequenzen von 25 bis 50 MHz zu ersehen. Das Frequenz-Meßgerät, im folgenden als Meßaudion bezeichnet, ist eine Kombination

eines Meßsenders mit einem Absorptionswellenmesser und kann auch als Interferenzwellenmesser dienen.

Eine Drei-Elektroden-Röhre kleinster Abmessungen (Knopfröhre Valvo 4675) erzeugt in einem Resonanzkreis in Dreipunktschaltung Hochfrequenzschwingungen. Durch Drehen des Schwingkreiskondensators (A) kann die Eigenwelle in den angegebenen Grenzen geändert werden. Im Anodenstromkreis der Röhre liegt ein Milliamperemeter (I) und ein ausschaltbarer Fernhörer (F) in Reihe. Koppelt man die Schwingkreisspule (S) des Meßaudions mit einem zu messenden Schwingkreis und verändert die Eigenfrequenz des Meßaudions, so wird bei Resonanz beider Kreise der Schwingstrom des Meßaudions durch Energieentzug zurückgehen. Der Anodenstrom zeigt ein scharf ausgeprägtes Maximum. Wird der Schwingkreis eines Oszillators oder ein bereits erregter Schwingkreis gemessen, so zeigt das Instrument ebenfalls die Resonanzstelle, diesmal als Minimum, scharf an. Die Eigenwelle eines oszillierenden Schwingkreises kann ferner durch Interferenz und Abhören mit dem Fernhörer bestimmt werden.

Die dem Drehwinkel des Kondensators entsprechende Frequenz wurde zur Eichung des Meßaudions mit Normalquarzen durch Interferenz verglichen. Aus der auf der Oberseite des Gerätes angebrachten Tabelle kann jeweils die der Kondensatordrehung entsprechende Frequenz abgelesen werden.

III. Ausführung.

Das Meßaudion wurde klein und handlich ausgeführt, um auch noch im Innern von geschalteten Geräten damit Messungen vornehmen zu können. Abb. 2 zeigt die Ansicht des Gerätes, das in einem länglichen Blechgehäuse untergebracht ist. Die Abmessungen betragen $80 \times 80 \times 190$ mm. Das Gewicht ist 1200 g.

An der Stirnseite des Meßaudions befindet sich außen die Meßkreisspule (S), die $1\frac{1}{2}$ Windungen besitzt und in Trolitul eingelegt ist. Im Innern des Ge-

rätes folgt anschließend der doppelt abgeschirmte Drehkondensator und die Schwingröhre. Auf der Oberseite des Gerätes ist das Milliampereometer leicht beobachtbar eingebaut. Ferner befinden sich die Fernhörerbuchsen und die Eich-tabelle auf der Oberseite. Am rückwärtigen, der Schwingspule entgegengesetzten Ende des Gehäuses ist der große Abstimmknopf des Kondensators angebracht.

Die zum Betrieb notwendigen Spannungen werden durch ein mehrere Meter langes Kabel einem 4-Volt-Sammler und einer Anodenbatterie entnommen.

IV. Bedienung und Anwendung.

Zur Messung von Resonanzkreisen koppelt man die Schwingspule des Meßaudions mit der Selbstinduktion des zu messenden Kreises. Beim Durchdrehen des Drehkondensators wird der Anodenstrom am Resonanzpunkt plötzlich stark ansteigen. Nun verkleinert man die Kopplung zwischen beiden Kreisen durch Abstandserhöhung immer mehr, bis gerade noch ein deutliches Maximum zu erkennen ist. Das Maximum muß, damit kein Mitnahmeeffekt die Messung verfälscht, beim Durchdrehen von kleinen Frequenzen auf hohe und umgekehrt an derselben Gradzahl des Kondensators liegen. Die Kondensatorgradzahl ergibt über die Eich-tabelle die Resonanzfrequenz.

Bei gering gedämpften Empfangskreisen kann bei der Frequenzmessung die Entfernung zwischen den beiden Selbstinduktionen bis zu 20 cm betragen. Die Verfälschung des Meßergebnisses durch die Wirkung der Ankopplung oder unerwünschte Zusatzkapazitäten ist bei genügend loser Kopplung vernachlässigbar (Siehe Abb. 3).

Noch wesentlich loser kann die Kopplung bei



Abb. 2: Ansicht des Meßaudions.

der Messung von Senderkreisen durch Anodenstromrückgang sein, wobei der größtmögliche Abstand durch die Senderenergie gegeben ist. Benutzt man aber das Meßaudion als Interferenz-Frequenzmesser, so können bei der großen Empfindlichkeit des Meß-

audions (der Sender braucht nur Bruchteile eines Millivolt an das Gitter des Meßaudions zu induzieren) noch räumlich sehr weit entfernte Sender gemessen werden.

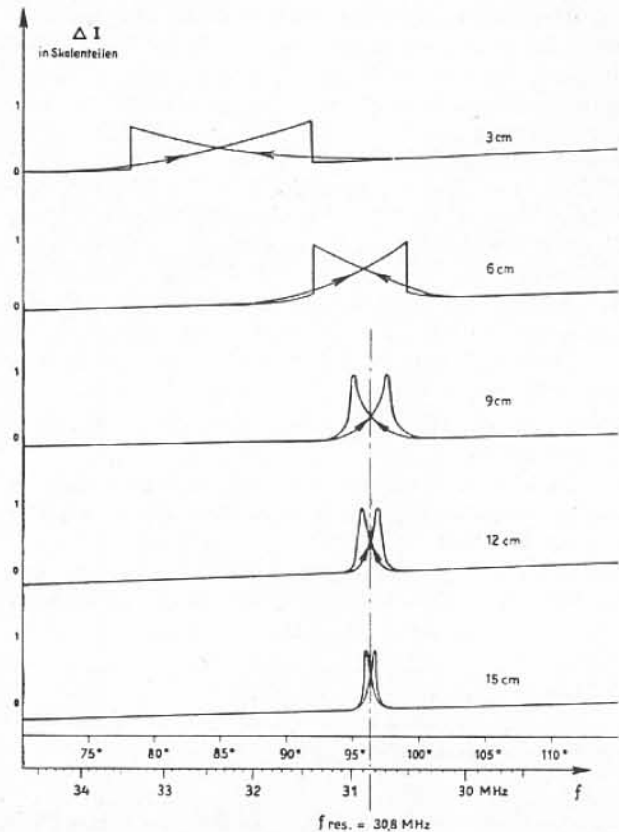


Abb. 3: Messung der Resonanzfrequenz eines Empfangskreises mittlerer Dämpfung bei verschiedenen Abständen und Drehrichtungen.

Die für alle Frequenzmesser geltenden Forderungen nach geringster zusätzlicher Dämpfung und geringster Verstimmung des zu messenden Kreises durch den Meßindikator ist also beim Meßaudion in idealer Weise verwirklicht.

Durch seine geringe Größe und geeignete Form läßt sich das Meßaudion leicht in einer Hand führen und mit der zweiten Hand die Drehkondensator-einstellung vornehmen. Eine Frequenzmessung kann also sehr schnell durchgeführt werden. Die Benutzung des Gerätes hat sich vor allem bei Gleichlaufabstimmung und Prüfmessungen durch seine rasche Anwendungsmöglichkeit außerordentlich bewährt.

V. Fehlergrenzen des Meßaudions.

Trotzdem bei der Entwicklung des Meßaudions dieses in keiner Weise als Präzisionsmeßgerät gedacht war, ergab sich durch seinen geringen Energiebedarf bei Frequenzmessungen eine recht hohe Genauigkeit, sodaß es interessant ist, die Fehlergrenzen des Meßaudions bei Frequenzmessungen abzuschätzen. Aus Abb. 3 ist zu ersehen, daß die Feststellung der Resonanzfrequenz durch Milliampere-

meterausschlag auf weniger als 1" genau erfolgen kann. Bei Messung nach der Interferenzmethode ist die Genauigkeit nur durch die Ablesegenauigkeit des Drehkondensators gegeben, ist also noch erheblich größer. (1" entspricht etwa 1 mm auf der Eichskala).

Durch die Tatsache, daß das Meßaudion während der Messung in der Hand gehalten wird und dadurch zusätzliche Kapazitäten und eine Verstimmung entstehen, tritt eine gewisse Ungenauigkeit der Messung auf. Es wurde ermittelt, daß das Meßaudion hierdurch bei 50 MHz um etwa 50 KHz, bei 25 MHz um 25 KHz verstimmt wird. Diese Werte entsprechen aber 0,25" Kondensatorteilung. Etwa dieselbe Größe hat die Frequenzänderung durch Betriebsspannungsänderungen. Bei einem Ansteigen der Anodenspannung von 30 auf 120 Volt würde die Frequenz 30 MHz um 40 KHz verstimmt.

Die Kondensatoreichung wurde, wie bereits oben erwähnt, durch Vergleich mit Normalquarzen gewonnen und ist deshalb auf den Bruchteil eines Grades genau.

Nimmt man also 2" als bestmöglich erzielbare Meßgenauigkeit an, so entsprechen diese 2" folgenden Werten:

0,4 MHz im Anfangsdrehbereich des Kondensators, d. h. bei einer Frequenz von etwa 50 MHz, und

Weniger als 0,2 MHz im Endbereich, d. h. bei einer Frequenz von etwa 25 MHz.

Bei Berücksichtigung aller Fehler erhält man also eine Meßgenauigkeit von 1‰ der zu messenden Frequenz. Unberücksichtigt bleiben dabei die beim Nähern an fremde Geräteteile entstehenden Ungenauigkeiten durch Zusatzkapazitäten.

Nimmt man aber einen Gesamtfehler der Frequenzmessung durch das Meßaudion von 1‰ an, so ist dieser Fehler nicht größer als bei den besten Wellenmessern mit Resonanzanzeige. Als Interferenzwellenmesser ist das Meßaudion, wie alle Frequenzmesser dieser Art, noch wesentlich genauer.

VI. Zusammenfassung.

Es wurde ein Frequenzmeßgerät für das UKW-Gebiet von 25 — 50 MHz beschrieben. Durch die Kombination eines Meßsenders mit einem Absorptionsfrequenzmesser erlaubt es sowohl die Messung von oszillierenden wie nicht oszillierenden Kreisen. Infolge der geringen Energie, die es für die Messungen benötigt, arbeitet es bei losester Kopplung und hat eine Genauigkeit von + 1‰. Die Ausmaße des Gerätes sind extrem klein und die Handhabung sehr bequem, so daß es auch die Messung eingebauter Kreise gestattet.

Der DVL-Hell-Eisensucher

von K. Bär.

I. Einleitung.

Ein Kompaß erfährt durch magnetische Metalle, die sich in seiner Nähe befinden, Fehlanzeigen, die als solche oft nicht erkennbar sind, besonders wenn die magnetischen Metalle, wie im Flugzeug, verdeckt oder verkleidet sind.

Auf Anregung und in Zusammenarbeit mit der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin-Adlershof, wurde ein Gerät entwickelt, welches das Vorhandensein magnetischer Metalle, die auf die Anzeige eines Kompasses störend wirken können, anzeigt.

Das zu untersuchende Material wird dabei mit einer Suchspule abgetastet, die in einem Zweige einer Wechselstrombrücke eingeschaltet ist und deren Scheinwiderstandsänderung eine Richtverstärkeranordnung derart steuert, daß nur der Einfluß von magnetischen Metallen auf die Suchspule zur Anzeige kommt, während nichtmagnetische Metalle das Anzeigeelement nicht beeinflussen.

In folgendem wird zunächst der Einfluß von magnetischen und nichtmagnetischen Metallen auf das magnetische Wechselfeld einer Spule untersucht, bevor auf die eigentliche Meßanordnung eingegangen wird.

II. Der Einfluß von magnetischen und nichtmagnetischen Metallen auf das magnetische Wechselfeld einer Spule.

In der Nähe einer von Wechselstrom durchflossenen stabförmig ausgebildeten Suchspule werden in unmittelbarer Reihenfolge die gleichen Mengen Eisen, Aluminium und Messing gebracht. Dadurch erfolgt eine Änderung des Scheinwiderstandes der Suchspule (Abb. 1). Während Eisen mit abnehmender Frequenz ein Ansteigen der Scheinwiderstandsänderung bewirkt, wird im Gegensatz dazu die Scheinwiderstandsänderung durch Messing und Aluminium mit abnehmender Frequenz kleiner.

Ohne auf die bekannten Ursachen, welche diesem Frequenzgang der Scheinwiderstandsänderung zugrunde liegen, näher einzugehen, können wir aus dem Verlauf der Kurven die für die Empfindlichkeit des Gerätes günstigste Frequenz erkennen. Wir sehen auch, daß bei Frequenzen über 50 Hz der gleichzeitige Einfluß des nichtmagnetischen Metalles auf die Anzeige des magnetischen Metalles „dämpfend“ wirken würde, weil in einem Falle eine Scheinwiderstandszunahme und im anderen Falle

eine Scheinwiderstandsabnahme erfolgt. Es ist jedoch nicht günstig, eine zu tiefe Frequenz zu wählen, weil mit abnehmender Frequenz die Phase der Suchspule schlechter und damit die Empfindlichkeit des Gerätes herabgesetzt wird.

Als günstigste Frequenz wurden ca. 25 Hz ermittelt.

III. Die Meßmethode.

Das Prinzip der Messung ist aus Bild 2 zu sehen. Das Gerät besteht aus einem Generator G, einer Phasenbrücke PBr, einem Verstärker V, einer Gleichrichterbrücke GBr und einem Indikator J.

Die an der Generatorwicklung I liegende Hilfsspannung U_h erzeugt je nach Polarität in den beiden Zweigen der Gleichrichterbrücke GBr durch Pfeile angedeutete, gleich große, entgegengesetzt gerichtete Ströme. Die Verschiedenheit der Gleichrichterdurchlaßwiderstände wird durch das Potentiometer P ausgeglichen. Der mittlere Gleichstrom bzw. die Gleichspannung am Widerstand R_1 ist dann Null. Die Gittervorspannung der Röhre ist so groß gewählt, daß gerade kein Anodenstrom mehr fließt. Die an R_1 liegende, der Gittervorspannung überlagerte Wechselfspannung muß durch eine der Indikatorröhre vorgeschaltete Siebanordnung vermindert werden, damit die Röhre durch die Spitzen der Wechselfspannung nicht geöffnet wird.

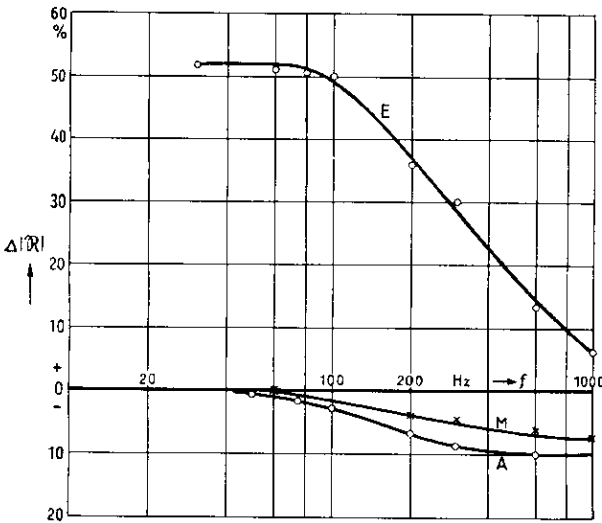


Abb. 1: Änderung des Scheinwiderstandes der Suchspule durch den Einfluß verschiedener Metalle.

E Eisen A Aluminium M Messing

Die Phasenbrücke besteht aus der Suchspule S, der Nachbildung N der Suchspule und den die Phasenlage von U_m bestimmenden Kondensatoren C. Die Scheinwiderstände der Suchspule und der Nachbildung stimmen nicht nur für die Betriebsfrequenz 25 Hz, sondern auch für die in der Nähe liegenden Frequenzen überein (Bild 3). Dadurch braucht an die Frequenzkonstanz des Generators keine hohe Anforderung gestellt werden. Die Werte

R_1 , R_2 und L der Nachbildung lassen sich aus dem Scheinwiderstandsverlauf der Suchspule nach bekannter Konstruktion entnehmen. Die Nachbildung darf im Gegensatz zu der Suchspule durch magnetische Metalle nicht beeinflussbar sein. Die Induktivität der Nachbildung muß deshalb einen ge-

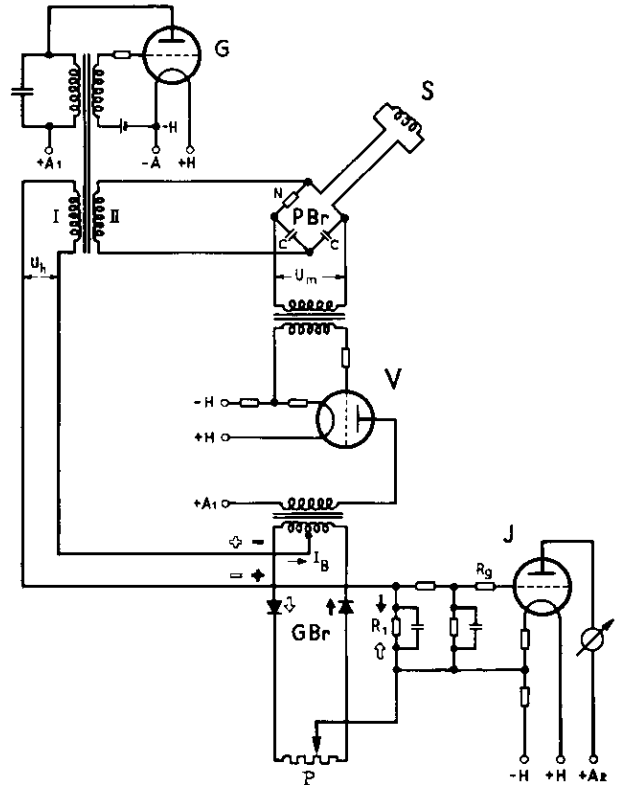


Abb. 2: Grundsätzliches Schaltbild des Eisensuchers.

- | | |
|--------------|-----------------------------|
| G Generator | PBr Phasenbrücke |
| S Suchspule | N Nachbildung der Suchspule |
| V Verstärker | GBr Gleichrichterbrücke |
| I Indikator | |

schlossenen Eisenkern besitzen und gut abgeschirmt sein.

Die Phasenbrücke ist so abgeglichen, daß am Eingang des Verstärkers keine Spannung liegt. Eine Scheinwiderstandsänderung der Suchspule erzeugt am Eingang des Verstärkers eine Spannung U_m und bewirkt im Differentialübertrager einen Strom I_B , der je nach Richtung den Strom in den Gleichrichterzweigen verstärkt oder schwächt. Die Ströme in den beiden Gleichrichterzweigen werden dadurch verschieden groß, so daß am Widerstand R_1 ein Spannungsabfall auftritt, der die Gitterspannung der Röhre verlagert.

Die Empfindlichkeit der Brücke ist dann am größten, wenn Hilfs- und Meßspannung in Phase sind. Die Phasenlage der Spannung U_m ist so eingestellt, daß eine Scheinwiderstandserhöhung der Suchspule einen Spannungsabfall am Widerstand R_1 hervorruft, welcher der Sperrspannung der Indikatorröhre entgegenwirkt und diese öffnet. Wir erkennen jetzt auch, daß das Zwischenschieben eines

nichtmagnetischen Metalles zwischen Suchspule und magnetischem Metall bei ungünstiger Wahl der Frequenz (siehe Bild 1) eine „Dämpfung“ bringen kann, weil bei einer Scheinwiderstandserniedrigung der Suchspule die Phase der Meßspannung sich gegenüber der Scheinwiderstandserhöhung um 180° ändert

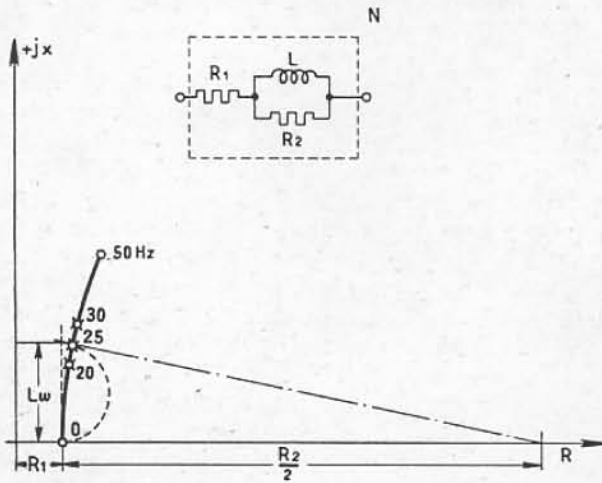


Abb. 3: Scheinwiderstand der Suchspule und der Nachbildung für verschiedene Frequenzen.

o Suchspule x Nachbildung.

und demzufolge die Gleichspannung an R_1 ihr Vorzeichen umkehrt.

Zur Begrenzung des Anodenstromes ist im Gitterkreis der Widerstand R_g eingeschaltet. Durch den Gitterstromereinsatz wird der Anodenstrom begrenzt, so daß auch bei starker Uebersteuerung der Indikatorröhre eine Beschädigung des Anzeigeinstrumentes nicht erfolgt.

IV. Ausführung und Bedienung des Gerätes.

Der Eisensucher ist zusammen mit einer 90 Volt Batterie und einem 6 Volt Sammler in einem tragbaren Tornisterkasten mit den Ausmaßen $210 \times 220 \times 340$ mm untergebracht (Abb. 4).

Die Suchspule ist durch ein ca. 5 m langes Kabel mit dem Gerät verbunden. Das Anzeigeinstrument ist in den Handgriff der Suchspule eingebaut. Durch diese Anordnung ist das Abtasten der zu untersuchenden Metallteile sehr erleichtert, weil die Anzeige unmittelbar ersichtlich ist. Die ununterbrochene Betriebsdauer ist durch die Kapazität des Sammlers auf ca. 13 Stunden begrenzt. Das Gerät ist mit einer RE 134 als Generator- und zwei KC3 als Verstärker- bzw. Indikatorröhre bestückt. Zur Ueberwachung der Betriebsspannungen ist ein auf Heiz- und Anodenspannung umschaltbares Voltmeter eingebaut.

Vor Beginn der Messung wird das Gerät zunächst geeicht. Die Suchspule (5) und das Anzeigeinstrument (4) wird durch das Kabel mit dem Gerät verbunden. Dabei muß beachtet

werden, daß in der Nähe der Suchspule keine magnetischen Metalle vorhanden sind. Die Heizspannung wird durch den Regelwiderstand (1) auf 4 Volt eingestellt. Die Ablesung erfolgt am Voltmeter (2). Die Anodenspannung muß in dem vorgeschriebenen Bereich liegen (blauer Bereich am Voltmeter). Durch das Potentiometer (3) wird ein etwa vorhandener Ausschlag am Anzeigeinstrument (4) auf Null gebracht. Das Gerät ist dann betriebsbereit.

V. Meßergebnisse.

Die Anzeige magnetischer Metalle ist nicht nur von der Größe des anzuzeigenden Metallkörpers und seiner Entfernung von der Suchspule, sondern auch, wie einleitend gezeigt wurde, von der Nachbarschaft nichtmagnetischer Metalle und von dem Größenverhältnis des magnetischen zum nichtmagnetischen Metall abhängig.

An das Gerät war die Forderung gestellt worden, kleine Eisenteile (Schrauben und Niete) in unmittelbarer Nähe der Suchspule unter Zwischenschieben einer 0,5 mm starken Aluminiumwand noch anzuzeigen. Eine Eisenschraube von $1,8 \times 12$ mm ruft in 1 mm Entfernung von der Suchspule einen Ausschlag von etwa $\frac{1}{5}$ des Vollausschlages hervor. Größere Eisenmengen, z. B. ein Eisenstück von $30 \times 30 \times 30$ mm, bringen in ca. 10 bis 15 mm Entfernung das Anzeigeinstrument zum Vollausschlag. Das Zwischenschieben einer 0,5

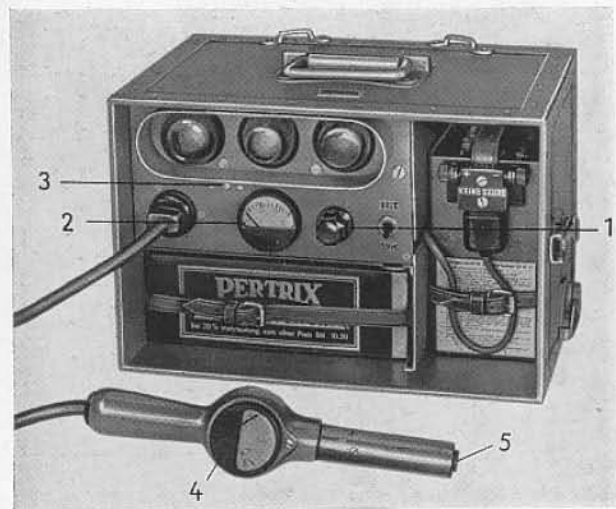


Abb. 4: Der Eisensucher als tragbares Gerät.

bis 1 mm starken Aluminiumwand ändert die Anzeige nur gering. Bei ungünstigem, d. h. kleinem Verhältnis von magnetischem zu nichtmagnetischem Metall, z. B. bei der angeführten 1,8 mm starken Eisenschraube, vermindert sich der Ausschlag des Anzeigeinstrumentes bei Zwischenschieben des Aluminiumbleches um ca. 10%.