

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. Quäck<sup>1)</sup> 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

<sup>1)</sup> 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-

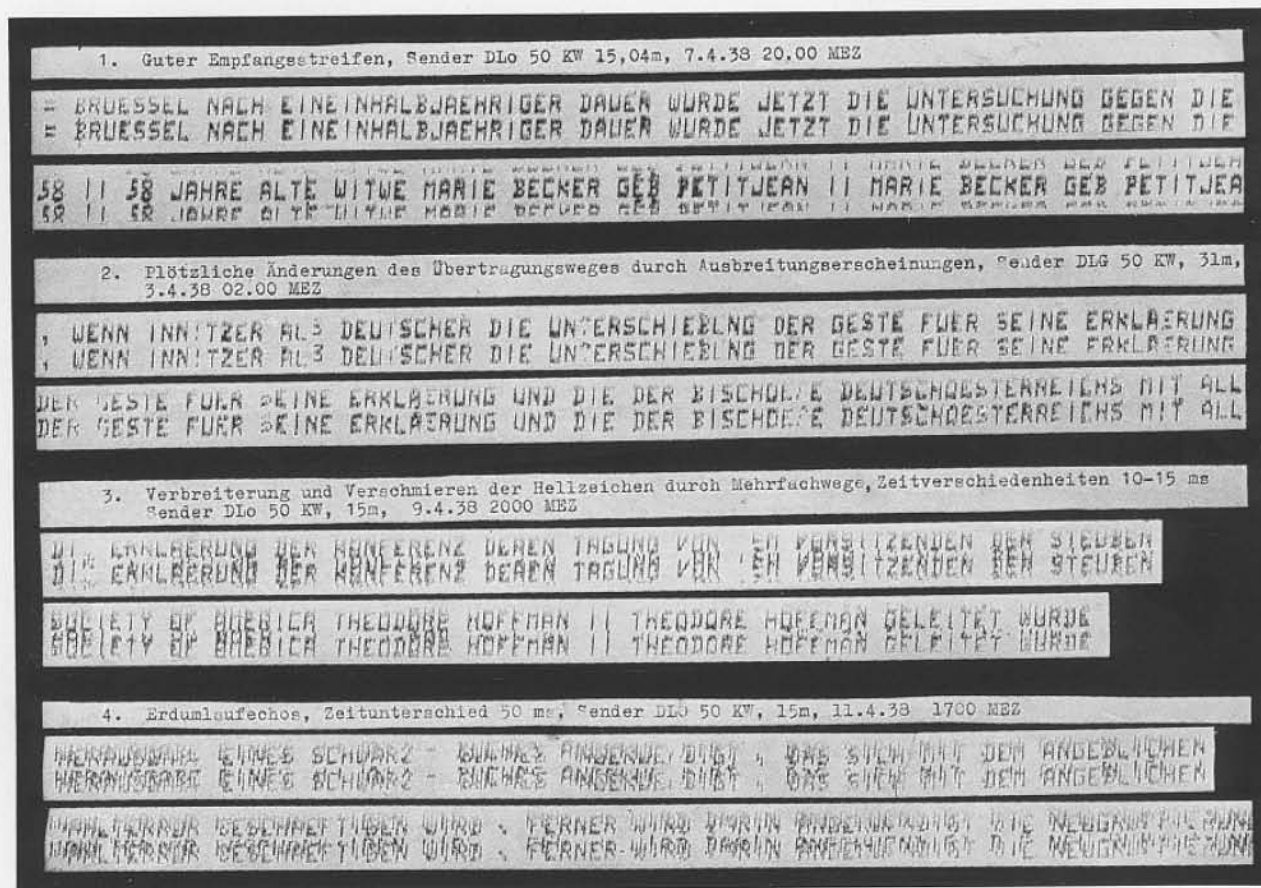


Abb. 1: Schriftproben von Hellzeichen, empfangen in sehr großen Entfernungen.  
 (Sendestation Rehmat bei Berlin, Empfangsstation Santiago de Chile)

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 bekannt<sup>2)3)</sup>.

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)

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

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

<sup>4)</sup> 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-Telegrafiebtrieb, 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-

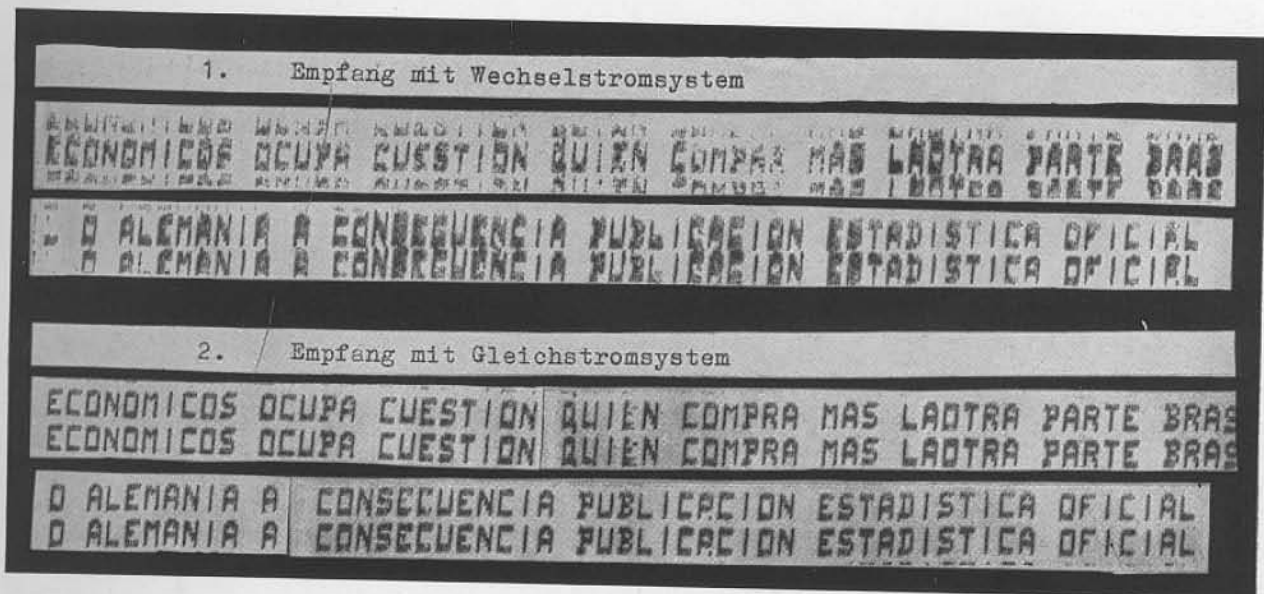


Abb. 2: Schriftproben Berlin-Santiago mit Wechselstromschreiber und pegelgeregeltem Gleichstromschreiber.

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 <sup>5)</sup> 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.

<sup>5)</sup> 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.

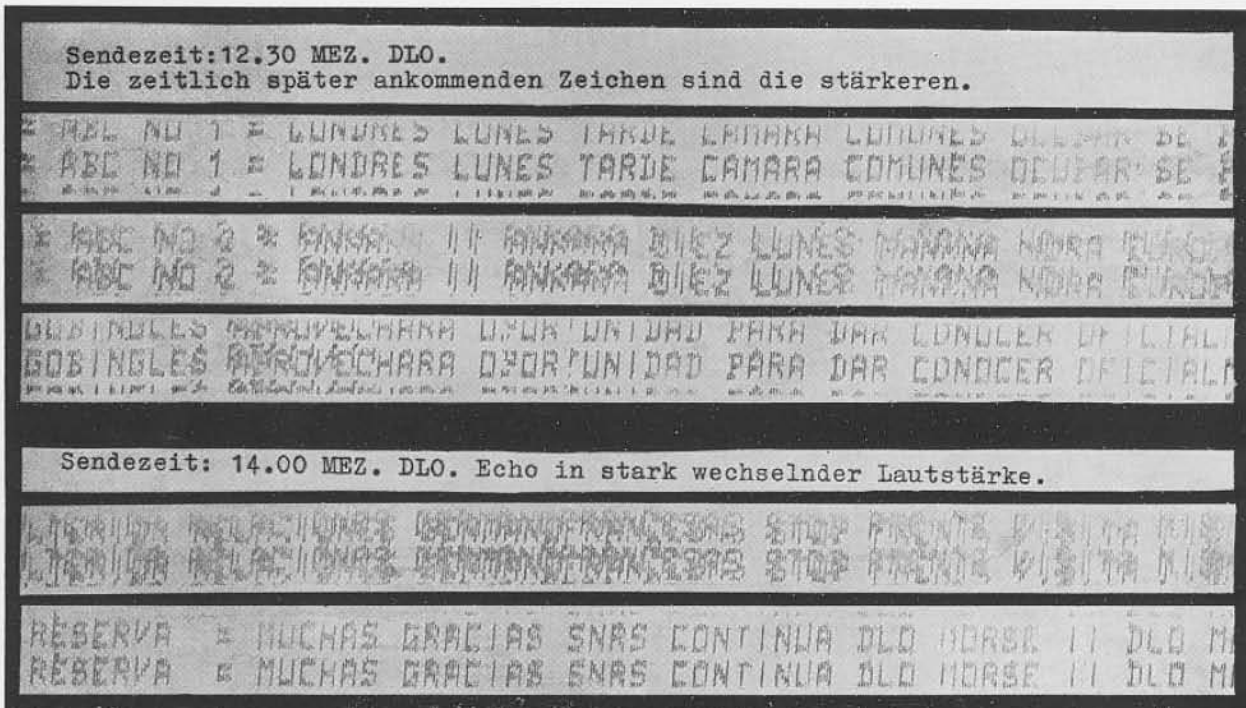


Abb. 3: Schriftproben Berlin-Santiago.  
Zeichen mittlerer Lautstärke, deutliches Echo in wechselnder Stärke.

also von unten nach oben abgetastet, jeder Buchstabe ist in  $7 \times 7$  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<sup>1)</sup>).

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-

<sup>1)</sup> 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,

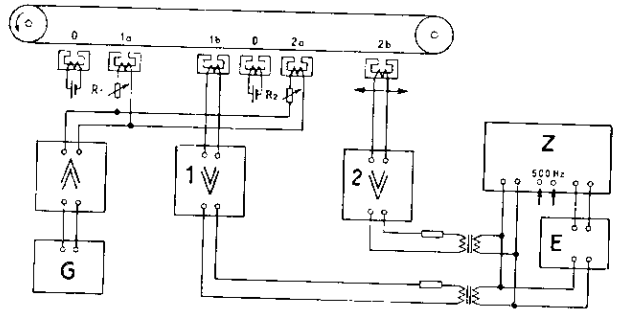


Abb. 4: Stahlbandversuchsanordnung zur Echo-untersuchung.

- 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

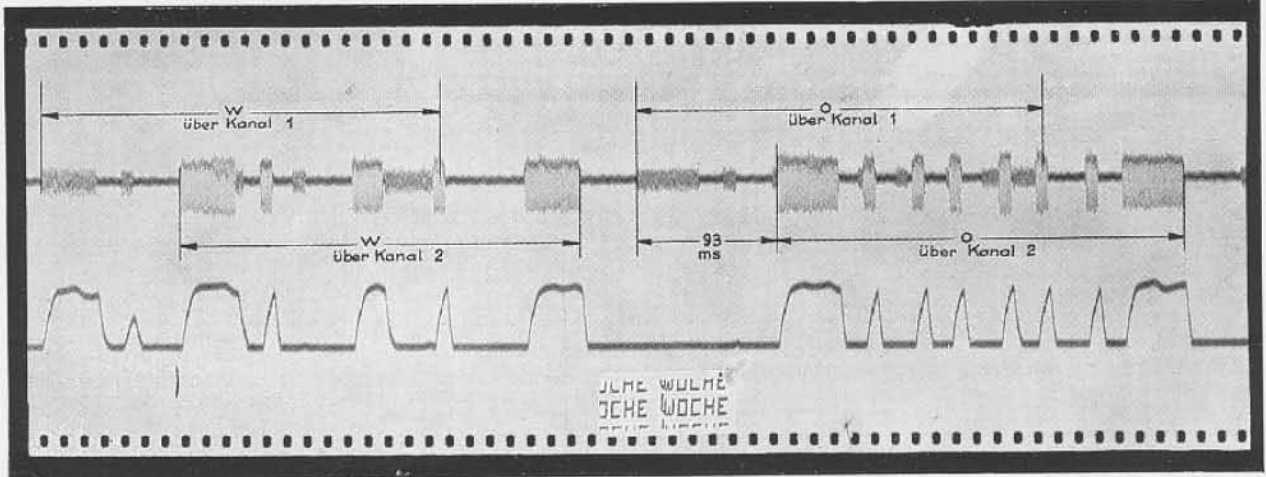


Abb. 5: Oszillogramm und Empfangsstreifen von Hell-Zeichen mit künstlich nachgebildeten Echozeichen.

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.

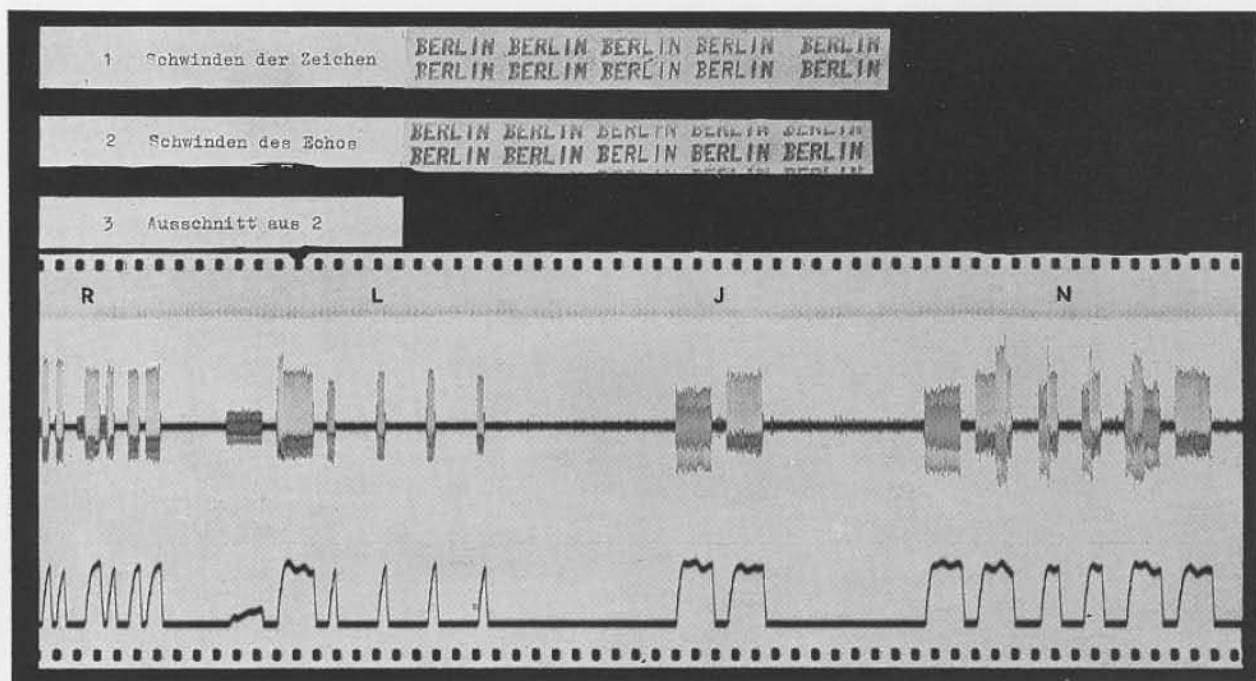


Abb. 7: Empfangsstreifen und Oszillogramm bei Schwunderscheinungen.

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 beweist<sup>7)</sup>, ist in geringeren Entfernungen das direkte Zeichen meist dem rückwärtigen Echozeichen in der Lautstärke wesentlich überlegen. Das mit Pegelregelung arbeitende Hell-Gleichstrom-

<sup>7)</sup> 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.



### 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

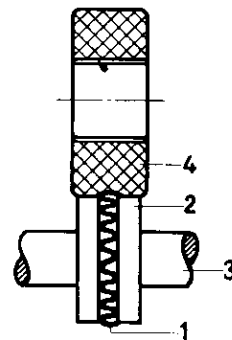


Abb. 1: Schreibradchen mit Farbrolle.

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.