

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :  
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen  
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer  
Elektrizitätswerke (VSE)

**Band:** 52 (1961)

**Heft:** 18

**Artikel:** Photoelektronische Abtastung codierter Briefumschläge

**Autor:** Moschytz, G.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916865>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.10.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

schalter. Mit 3 ist die Umschalteneinrichtung auf 500 bzw. 380 V skizziert. 4 ist der Niederspannungsschalter für 2500 A Nennstrom und 600 V Nennspannung. Zur Strommessung dienen die Stromwandler 5 mit verschiedenen Messbereichen. Der Zuschalter ist in Fig. 13 mit 6, die Induktivitäten und Ohmschen Widerstände sind mit 7 bzw. 8 bezeichnet. 9 stellt das Prüfobjekt dar. Die Drosselspulen 7 und die Widerstände 8 sind für Ströme von 50...16 000 A ausgelegt, die Widerstände ebenfalls für Ströme von 50...15 000 A, wobei eine Einstellung von 5 zu 5 A möglich ist. Durch die richtige Wahl der induktiven und Ohmschen Widerstände

kann ein beliebiger  $\cos \varphi$  des Prüfkreises eingestellt werden.

Da in der Kaverne hauptsächlich die Widerstände eine sehr grosse Wärme entwickeln, musste eine besondere Entlüftung mit einem kräftigen Ventilator direkt ins Freie vorgesehen werden.

Die MP des SEV schätzt sich glücklich, über zwei neue Prüfeinrichtungen zu verfügen, welche den grössten zur Zeit gestellten Anforderungen entsprechen.

Adresse des Autors:

A. Gantenbein, Oberingenieur der Materialprüfanstalt und der Eichstätte des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.

## Photoelektronische Abtastung codierter Briefumschläge

Von G. Moschytz, Zürich

681.187 : 621.383.49

Eine Abtasteinrichtung wird beschrieben, mit welcher codierte Postcheckumschläge der schweizerischen PTT zwecks Sortierung abgetastet werden können. Der Code wird gleichzeitig mit der Adresse maschinell auf die Umschlägegedruckt. Die Lichtremission beleuchteter Codezeichen und diejenige der Codezeichenträger liegen in verschiedenen Gebieten des sichtbaren Spektrums. Dadurch können die Codezeichen mittels selektiver Photoelemente, nämlich mit Cadmiumsulfid-Photowiderständen erkannt werden. Die hohe Empfindlichkeit dieser Elemente im langwelligen Gebiet des sichtbaren Spektrums und damit im Remissionsgebiet der Codezeichenträger überwiegt weitgehend diejenige im kurzwelligen Bereich, welcher die Remission der meisten Codefarben enthält. Die spektrale Emissionsverteilung der Glühlampen, welche die Umschlagoberfläche beleuchten, wurde mittels Lichtfilter auf dasselbe langwellige Gebiet des Spektrums beschränkt. Um die Trägheit der Photowiderstände auf zulässige Werte zu reduzieren, wurde die Beleuchtungsstärke an ihrer Oberfläche über 100 lx gehalten. Mit der aufgebauten Vorrichtung liessen sich strichförmige Codezeichen verschiedener Farben bei einer Durchgangsgeschwindigkeit der Umschläge von 5,1 m/s einwandfrei abtasten. Die entsprechende Ableszeit beträgt weniger als 200  $\mu$ s. Somit lassen sich 110 000 Umschläge normaler Länge (165 mm) in der Stunde nacheinander abtasten.

L'article décrit un appareillage permettant la lecture rapide des enveloppes de CCP des PTT suisses aux fins de classement. Le chiffre codé est imprimé en même temps que l'adresse sur l'enveloppe. Le fait que l'émission lumineuse des caractères du chiffre et celle des porteurs de caractères se trouvent dans des domaines différents du spectre visible, permet de discerner les caractères au moyen d'éléments photoélectriques sélectifs tels que les photorésistances au sulfate de cadmium. La grande sensibilité de ces éléments dans la région du spectre aux ondes longues et par conséquent dans le domaine de réémission des porteurs de caractères dépasse de loin celle du domaine aux ondes courtes, qui contient la réémission de la plupart des couleurs du code. L'émission spectrale des lampes à incandescence éclairant la surface de l'enveloppe fut limitée aux moyens d'écrans lumineux au même domaine aux ondes longues du spectre. Afin de réduire l'inertie des photorésistances à des valeurs acceptables, l'intensité de l'éclairage à leur surface fut maintenue au-dessus de 100 lx. L'appareillage décrit plus haut a permis la lecture correcte des caractères codés de différentes couleurs avec une vitesse de 5,1 m/s pour le passage des enveloppes. Le temps de lecture correspondant est donc inférieur à 200  $\mu$ s, ce qui permet la lecture de 110 000 enveloppes de longueur normale (165 mm) à l'heure.

### 1. Einleitung

Um eine Rationalisierung der Briefsortierung zu ermöglichen, ist eine Vollautomatisierung dieses bisher zeitraubenden Vorganges erwünscht. Eines der bei der automatischen Briefsortierung auftretenden Probleme ist dasjenige, eine Abtastvorrichtung zu finden, welche die Briefdestinationen zu erkennen vermag. Dieses Problem wird vorerst vereinfacht, indem man nicht die Adresse, sondern einen auf den Umschlag gedruckten Code zu lesen versucht. Diese Vereinfachung ist besonders dort am Platze, wo ein einziger Absender an eine Vielzahl von Adressaten Briefe zu senden hat, bei welchen die Adresse mit Hilfe einer Adressiermaschine auf die Briefumschläge gedruckt ist. Der Code kann dann gleichzeitig mit der Adresse auf den Umschlag gedruckt werden.

Einen solchen Absender stellt das Postcheckamt der PTT dar, welches den Inhabern eines Postcheckkontos diesbezügliche Mitteilungen in gelben, vorgedruckten Briefumschlägen zuschickt. Die Adressen werden mit einer Adressiermaschine gedruckt, mit welcher verschiedenfarbige Druckbänder verwendet werden können. Die PTT verwendet meistens das violette Druckband. Auf eine genormte Metallplatte wird die Adresse des betreffenden Abonnenten gestanzt. Hierbei bleibt eine Fläche von etwa  $12 \times 40$  mm auf der Platte frei, um darauf einen Code anzubringen.

Es wurde eine Methode entwickelt, um einen mit der Adressiermaschine auf Postcheckumschläge gedruckten Code bei einer Durchgangsgeschwindigkeit von

über 5 m/s abzulesen. Die Druckmethode, Druckband- und Umschlagfarbe wurden dabei als gegebene Ausgangsgrössen angenommen. Es ist beabsichtigt, 30 000 codierte Briefumschläge pro Stunde mit dem entwickelten Verfahren abzutasten, um sie dann in 100 Richtungen sortieren zu können.

Mittels eines aufgebauten Abtastmodells wurden Abtastversuche ausgeführt. Es zeigte sich dabei, dass das entwickelte Verfahren empfindlich genug ist, um eine weitgehende Verallgemeinerung der oben angegebenen Ausgangsgrössen zu erlauben.

### 2. Abtastung mittels selektiver Lichtsender und -Empfänger

Es wurde zunächst untersucht, wie sich die Wahl der Druckfarbe auf den Farbkontrast zwischen derselben und einer gelben Unterlage auswirkt. (Dabei soll hier die Bezeichnung «Kontrast» nicht — wie in der Lichttechnik üblich — ein Helligkeitsunterschied oder Helligkeitsbereich bedeuten, sondern diejenige Differenzierung zweier Farben, welche es einem elektronischen Abtastverfahren erlaubt, die beiden Farben voneinander zu unterscheiden.)

Die Farbe eines Körpers manifestiert sich dadurch, dass der Körper nur diejenigen Spektralfarben einer ihn beleuchtenden Lichtquelle remittiert, d. h. wieder aussendet, welche ihm und der Lichtquelle eigen sind.

Das von den Codezeichen verursachte Lichtsignal wird hauptsächlich den Bereich des sichtbaren Spek-

trums enthalten, der seiner sichtbaren Farbe entspricht. Das von der gelben Unterlage remittierte Licht wird ganz analog einen ihm zugehörigen Bereich des sichtbaren Spektrums besetzen. Der jeweilige Farbdruck unterscheidet sich bei einer gegebenen Lichtquelle dadurch von der gelben Unterlage, dass sein Remissionsgebiet in einem anderen Intervall des sichtbaren Spektrums liegt, als dasjenige des gelben Umschlages.

Werden für die Codezeichen solche Druckfarben verwendet, deren Remissionsgebiete alle in einem Bereich C des sichtbaren Spektrums liegen und eine Umschlagpapierfarbe, deren Remissionsgebiet sich in einem vom Bereich C scharf getrennten Bereich U befindet, so kann eine selektive Photozelle die Abtastung der Zeichen vornehmen. Ihre spektrale Empfindlichkeitskurve muss sich dafür im Bereich C oder U befinden, so dass sie nur auf die Lichtsignale der Zeichenfarben (Bereich C) oder nur auf das Lichtsignal des Umschlages (Bereich U) anspricht. Da die spektrale Empfindlichkeitskurve keiner Photozelle ideal ist, d. h. vertikale Flanken aufweist, kann man die Trennung der einzelnen Remissionsgebiete besser verwirklichen und deren Selektion erleichtern, indem man eine selektive Lichtquelle verwendet, deren spektrale Energieverteilung gleich verläuft wie die Empfindlichkeitsverteilung der selektiven Photozelle. Dadurch sind weniger gut deckende Farbdrucke (Durchschimmern der Unterlage) oder solche, deren Remissionsgebiete teilweise im gleichen Bereich des sichtbaren Spektrums liegen wie das Remissionsgebiet des Zeichenträgers, durch die Photozelle ebenfalls eindeutig unterscheidbar. Solche selektive Lichtquellen sind z. B. in Form von Spektrallampen erhältlich, können jedoch mit weniger Aufwand aus einer Kombination von Glühlampen und Lichtfiltern hergestellt werden.

### 3. Die Remissionskurven

Die spektrale Remissionskurve einer Farbe gibt den Prozentsatz der remittierten Lichtintensität in bezug auf die Beleuchtungsintensität für die Wellenlängen des sichtbaren Spektrums an.

Es wurden die spektralen Remissionskurven der erwähnten Farbdrucke und der gelben Unterlage, bezogen auf eine ideal weisse Beleuchtungsquelle, gemessen. Subtrahiert man die Remissionskurven der Druckfarben einzeln von der Remissionskurve des gelben Papiers, so wird ersichtlich, dass die Differenz zwischen der Remission diesen und derjenigen aller Druckfarben, oberhalb  $0,5 \mu\text{m}$  besonders gross ist. In Fig. 1 sind diese Differenzkurven übereinander dargestellt. Zwischen etwa  $0,55$  und  $0,7 \mu\text{m}$  weist das gelbe Papier eine gegenüber allen Codefarben besonders ergiebige Remission auf. Dieser, der gelben Papierfarbe eigene, Remissionsbereich ist mit dem erwähnten Bereich U identisch.

Die Differenz der Kurven, und damit der sichtbare Kontrast der Farben, ist nach Fig. 1 am grössten zwischen der violetten Druckfarbe (max. 36%), am kleinsten zwischen der roten Druckfarbe (max. 25%) und dem gelben Papier. Die violette Druckfarbe ist somit für die Abtastung die geeignetste.

### 4. Der selektive Lichtsignalempfänger

Bestimmte handelsübliche Cadmiumsulfid (CdS) Photowiderstände weisen eine selektive spektrale Emp-

findlichkeitsverteilung gemäss Fig. 2, Kurve B, auf. Die ebenfalls dort eingezeichnete Gelb-Violett-Differenzkurve A (Umhüllende der in Fig. 1 dargestellten Kur-

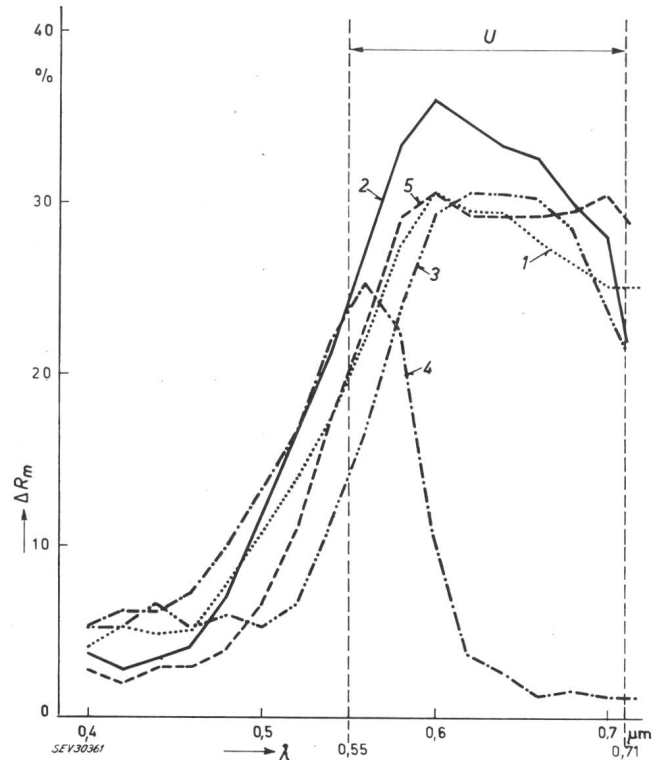


Fig. 1

Remissionsdifferenzkurven zwischen gelber Unterlage und verschiedenen Druckfarben

$\Delta R_m$  Remissionsdifferenz;  $\lambda$  Wellenlänge; Bereich U: Gebiet der maximalen Remissionsdifferenz; 1 Differenzkurve zwischen Gelb/Blau; 2 Gelb/Violett; 3 Gelb/Grün; 4 Gelb/Rot; 5 Gelb/Schwarz

venschar) zeigt deutlich, dass sich diese CdS-Photowiderstände besonders gut als spektrale Lichtsignalempfänger für die vorliegende Abtastung eignen. Zudem zeichnen sich diese, wie die meisten Photowiderstände, durch grosse Empfindlichkeiten von über  $1 \text{A/lm}$  aus.

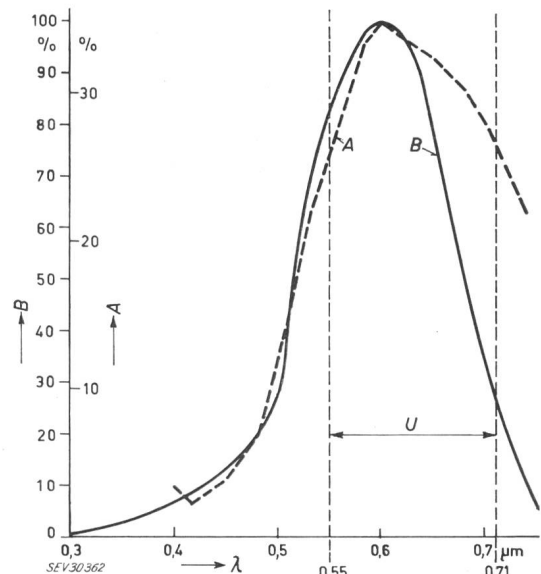


Fig. 2

Optische Anpassung zwischen spektraler Remission der Codezeichen und Empfindlichkeitsspektrum der Photoelemente

A Remissionsdifferenz zwischen Gelb/Violett; B Spektrale Empfindlichkeitskurve für Cadmiumsulfid-Photowiderstände;  $\lambda$  Wellenlänge; Bereich U: Gebiet der maximalen Remissionsdifferenz

Gibt  $R_g$  den Wert des Photowiderstandes bei Beleuchtung durch das gelbe Papier und  $R_v$  denejenigen bei Beleuchtung durch die violette Codefläche an, so stellt die Grösse

$$\frac{R_v - R_g}{R_v} = \frac{\Delta R}{R_v} \quad (1)$$

die relative Photowiderstandsänderung, auch Modulationsfaktor genannt, dar. Diese leicht messbare Grösse stellt die wichtigste im Zusammenhang mit der vorliegenden Anwendung dar, da das abgegebene elektrische Signal ihr direkt proportional ist.

Wird die Druckdichte  $\delta$  des Codes als der prozentuale Anteil des durch Druckfarbe bedeckten Codefeldes definiert, so lässt sich die Abhängigkeit des Modulationsfaktors von dieser Druckdichte berechnen. Man erhält die Beziehung:

$$\frac{\Delta R}{R_v} = 1 - \left[ 1 - \delta \left( 1 - \frac{V_v}{V_g} l_v \right) \right]^a \quad (2)$$

worin

$V_g, V_v$  die spektrale Empfindlichkeit des Photowiderstandes,

$a$  die Steilheit des Photowiderstandes und

$l_v$  die spektrale Emissionsverteilung der beleuchtenden Glühlampe berücksichtigen.

Dabei ist

$$a = - \frac{\Delta R}{R_v} \cdot \frac{E_v}{\Delta E} = \text{konst.}$$

worin

$\Delta E$  die durch das Codezeichen verursachte Änderung der Beleuchtungsstärke an der lichtempfindlichen Fläche des Photowiderstandes und

$E_v$  die durch das Codezeichen verursachte stationäre Beleuchtungsstärke an der lichtempfindlichen Fläche des Photowiderstandes bedeuten.

Bei gegebenem Photowiderstand und gegebener Druckdichte ist also der Modulationsfaktor konstant, d. h. unabhängig von der Beleuchtungsstärke. (Eine gewisse Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke ist allerdings durch die Grösse  $l_v$  vorhanden. Diese ist seinerseits von der Farbtemperatur des beleuchtenden Glühfadens abhängig. Die Farbtemperatur bestimmt die Lage der spektralen Energieverteilungskurve der beleuchtenden Glühlampe. Für die hier in Frage kommenden Glühlampen wird sich jedoch die Farbtemperatur nicht derart ändern können, um eine bemerkbare Verschiebung der Energieverteilungskurve zu verursachen.)

Der Modulationsfaktor der verschiedenen im Handel befindlichen Photowiderstände, welche eine spektrale Empfindlichkeit gemäss Fig. 2 aufweisen, wurde gemessen, und derjenige Typ zur Abtastung verwendet, der den grössten Modulationsfaktor — nämlich einen durchschnittlichen Wert von 37,5% — ergab.

Die für den verwendeten Photowiderstand und eine gegebene Lichtquelle berechnete Beziehung in Gl. (2) ist in Fig. 3 graphisch dargestellt. An Hand der Kurve und dem gemessenen Modulationsfaktor erhält man den Betrag der durchschnittlichen Druckdichte  $\delta$  zu 0,44. Bei der gegebenen Druckanordnung wird also nur etwa 44% der bedruckten Codefläche mit Druckfarbe überdeckt. Dieser Wert stellt allerdings eine untere Grenze dar, weil die Druckdichte noch von der Ausdehnung und Geometrie der bedruckten Fläche ab-

hängt. Die obigen Angaben beziehen sich auf ein quadratförmiges Codezeichen der Seitenlänge 4 mm, welches als oberste Grenze der Druckflächenausdehnung betrachtet werden kann. Kleinere Druckflächen, die auch hier untersucht und abgetastet wurden, wiesen beträchtlich höhere Druckdichten auf, die ihrerseits wieder von der eigentlichen Stempelform abhängen.

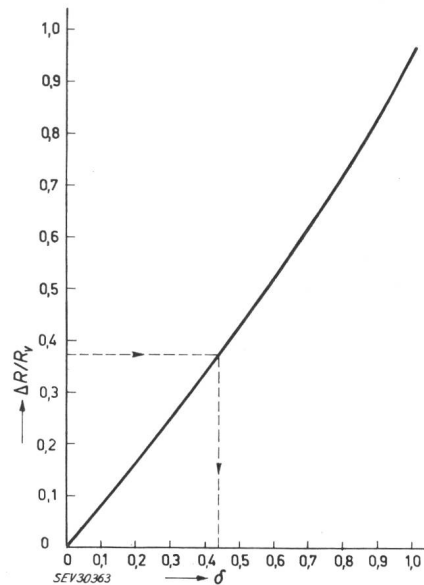


Fig. 3

Modulationsfaktor  $\Delta R/R_v$  in Funktion der Druckdichte  $\delta$

Die Trägheit der verwendeten Photowiderstände ist in erster Näherung umgekehrt proportional zur Quadratwurzel der Beleuchtungsstärke. Die Beleuchtungsstärke an der lichtempfindlichen Fläche wurde deshalb im Mittel auf 100 lx gehalten, wobei möglichst hochohmige Photowiderstände verwendet wurden. Dadurch, dass bei der Abtastung die Photowiderstände nebst den Lichtsignalen noch einer konstanten Beleuchtung ausgesetzt sind, wird die Trägheit ebenfalls vermindert. Diese Verminderung der Trägheit ist im Hinblick auf die Abtastgeschwindigkeit von grosser Bedeutung.

Was die Temperaturabhängigkeit der Photowiderstände betrifft, so erkennt man aus Fig. 2, Kurve B, dass dieselben ohnehin schon gegen Infrarotstrahlen weitgehend unempfindlich sind. Die Temperaturempfindlichkeit nimmt mit zunehmender Beleuchtungsstärke ab. Für eine Beleuchtungsstärke von 100 lx an der lichtempfindlichen Fläche, bleibt der Widerstandswert zwischen ungefähr  $-10$  und  $+40^\circ\text{C}$  konstant. Es wurde festgestellt, dass bei noch höheren Temperaturen die spektrale Empfindlichkeitskurve B, Fig. 2, eine Rechtsverschiebung erfährt, wodurch der erwähnte Modulationsfaktor vergrössert wird und damit die Empfindlichkeit der Codeabtastung zunimmt.

## 5. Der selektive Lichtsender

Die Beleuchtung der abzutastenden Umschlagfläche wurde durch Glühlampen vorgenommen. Hierbei wurde dafür gesorgt, dass an der lichtempfindlichen Fläche der Photowiderstände eine Beleuchtungsstärke von 100 lx herrscht. Die beleuchtete Codefläche wurde durch ein Linsensystem auf die darüber liegende Photowiderstandsebene abgebildet und um das Zweifache vergrössert.

Fig. 4 zeigt die spektrale Emissionsverteilung einer Glühlampe (Farbtemperatur etwa 2500 °K). Um die Gefahr einer übermäßigen Erwärmung der Photowiderstände und der Linse durch Absorption des Infrarotgebietes zu vermeiden, wurde ein Interferenzwärme- filter vor der Linse angebracht. Dieses lässt die Strahlen des sichtbaren Spektrums durch und reflektiert, je

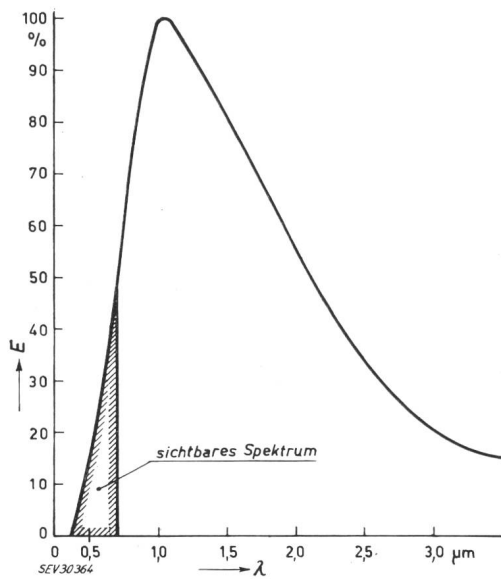


Fig. 4

Spektrale Emissionsverteilung einer 25-W-Glühlampe (Farbtemperatur 2500 °K)

E Energieverteilung der Glühlampe;  $\lambda$  Wellenlänge

nach der Lage der oberen Filterkante, die Infrarotstrahlen. Dem erwähnten spektralen Remissionsbereich  $U$ , sowie der spektralen Empfindlichkeitsverteilung des Photowiderstandes Rechnung tragend, wurde die obere Durchlasskante des Filters bei  $0,7 \mu\text{m}$  gewählt (50% Abfall bei  $0,75 \mu\text{m}$ ). Um in diesem Sinne auch das kurzwellige Gebiet des Spektrums der Lichtquelle an den Empfänger anzupassen, wurde mittels eines gel-

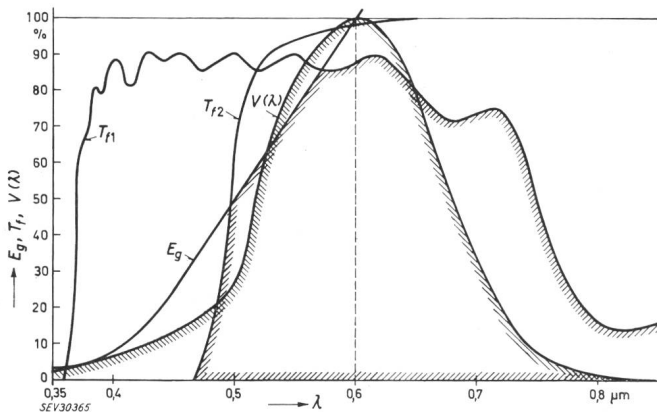


Fig. 5

Relative Glühlampenemission und Filtertransmission im Vergleich zur spektralen Empfindlichkeitskurve des Photowiderstandes  $\lambda$  Wellenlänge;  $T_{f1}$  relative Transmission des Interferenzwärme- filters;  $T_{f2}$  relative Transmission des Anlauffilters;  $V(\lambda)$  spektrale Empfindlichkeit des Photowiderstandes;  $E_g$  spektrale Emission der Glühlampe bezogen auf Emissionswert bei  $0,6 \mu\text{m}$

ben Anlauffilters (Färbung durch CdS- und CdSe-Zu- sätze) das Licht unterhalb  $0,55 \mu\text{m}$  absorbiert. Fig. 5 zeigt die Lage der Durchlasskurven der beiden Licht-

filter in bezug auf die Empfindlichkeitskurve des CdS- Photowiderstandes und des Emissionsspektrums der Glühlampe bezogen auf den Emissionswert bei  $0,6 \mu\text{m}$ .

## 6. Das elektrische Signal

Die Umwandlung der optisch abgetasteten Codezei- chen auf dem Postscheckumschlag in elektrische Signale an einem Spannungsteiler, bestehend aus Photo- und Arbeitswiderstand, ist in Fig. 6 schematisch einge- zeichnet. Im unteren Teil der Figur ist ein Postscheck- umschlag ersichtlich. Dieses weist in seinem linken Feld die Angabe, sowie ein Kennzeichen des Absenders, und im rechten Feld die Adresse des Empfängers auf. Aus- serdem ist nun im rechten Feld die aus einzelnen Zei- chen bestehende Markierung vorhanden, welche in Codeform den Bestimmungsort kennzeichnet. Der bedruckte Umschlag durchläuft mit der Geschwindigkeit  $v$  die im oberen Teil von Fig. 6 aufgezeichnete Abtast- vorrichtung.

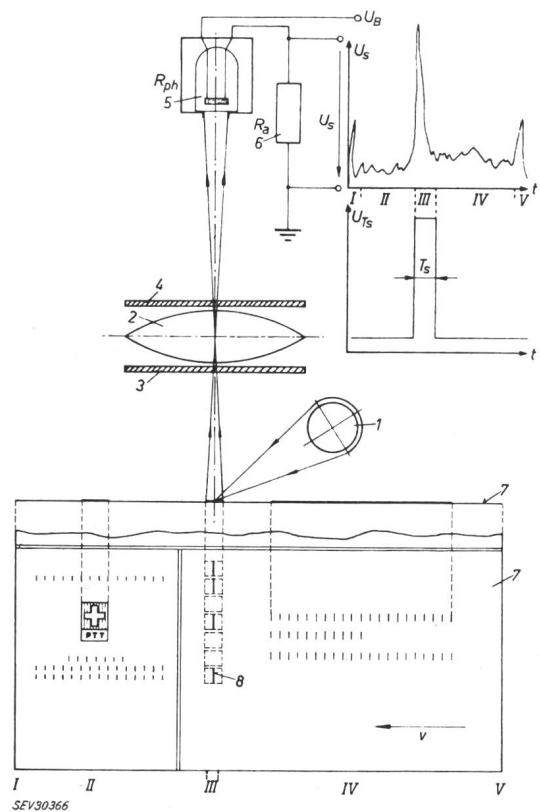


Fig. 6

Umwandlung der abgetasteten Codezeichen in elektrische Signale

1 Lichtquelle; 2 Linse; 3 Wärme- filter; 4 Anlauffilter; 5 Photo- widerstand  $R_{ph}$ ; 6 Arbeitswiderstand  $R_a$ ; 7 Postscheck- Umschlag; 8 Codezeichen;  $t$  Zeit;  $U_s$  Signalspannung;  $U_B$  Batteriespannung;  $T_s$  Torbreite;  $U_{Ts}$  Positionstorimpuls;  $v$  Umschlaggeschwindigkeit; I...V Störsignale und Nutzsignale (III) des abgetasteten Umschlages

Die durch die Abtastung gewonnene Signalspannung  $U_s$  ist am Arbeitswiderstand schematisch dargestellt. Zum Vergleich sind im Signaldiagramm und am Um- schlag fünf Bereiche I...V angegeben. Man erkennt, dass das Code- oder Nutzsignal im Bereich III liegt. Die Signale in den Bereichen I und V rühren von den Umschlag- rändern her, während die in die Bereiche II und IV fallenden Signale von den Absender- und Emp- fängerbezeichnungen verursacht werden.

### 6.1. Die Störsignale

Die Signale in den Bereichen I, II, IV und V in Fig. 6 sind an eine bestimmte Position des Umschlages gebundene Störsignale. Um sie unwirksam zu machen, wird die Abtastung durch einen Torimpuls  $U_{Ts}$  zeitlich auf den Bereich III begrenzt. Dieses Zeitor kann auf beliebige Art ausgelöst werden (vordere oder hintere Umschlagkante, Auslösezeichen usw.). Die Torbreite ist so gewählt, dass sie bei gegebener Durchlaufgeschwindigkeit des Umschlages der zum Ablesen des Codes erforderlichen Zeit entspricht und ausserdem den eventuellen Ungleichheiten der Lage der Codezeichen auf den verschiedenen Umschlägen Rechnung trägt.

Nebst den oben erwähnten «Positionsstörsignalen» treten bei der Abtastung noch «Dauerstörsignale» auf, d. h. solche, die entweder dauernd vorhanden sind (Wechsellicht), oder solche, die sporadisch zu jeder beliebigen Zeit auftreten können (Fehlaufdrucke, Papierunregelmässigkeiten, Verunreinigungen usw.). Im Gegensatz zu den Positionsstörsignalen treten diese Dauerstörsignale auch im Zeitbereich III, also während der Abgabe des Nutzsignales, auf.

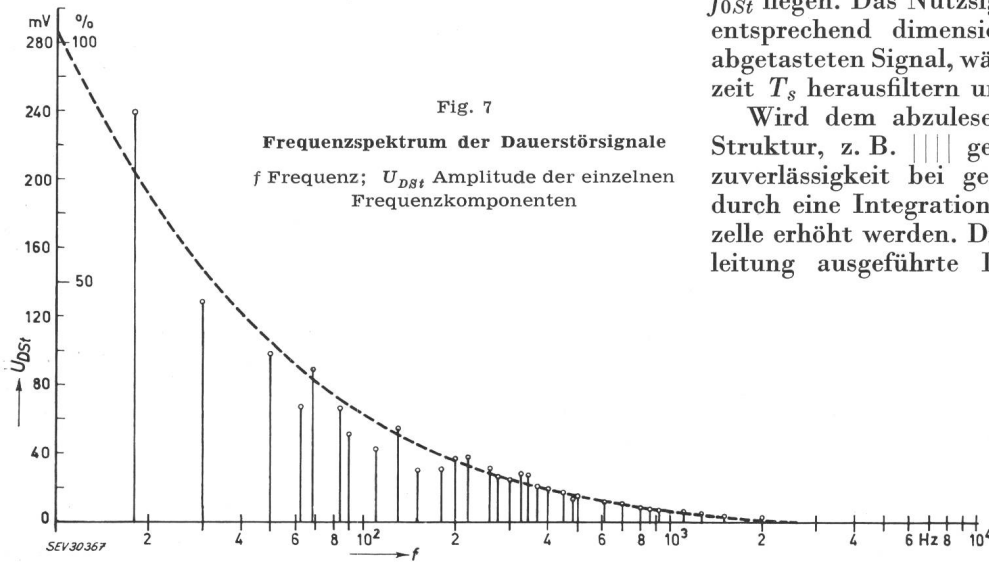


Fig. 7

Frequenzspektrum der Dauerstörsignale  
 $f$  Frequenz;  $U_{DSt}$  Amplitude der einzelnen  
 Frequenzkomponenten

Es lässt sich zeigen, dass das von der Abtastgeschwindigkeit  $v$  abhängige Frequenzspektrum der Dauerstörsignale  $U_{DSt}$  einen qualitativen Verlauf nach Fig. 7 aufweist. Man kann eine Frequenz  $f_{0St}$  definieren, oberhalb welcher die Dauerstörsignale vernachlässigbar klein sind. Da die auf dem Umschlag vorhandenen Störzeichen Störsignale verursachen, welche mit zunehmender Abtastgeschwindigkeit höhere Frequenzkomponenten aufweisen, ist die Frequenz  $f_{0St}$  der Abtastgeschwindigkeit proportional. Die auf empirischem Wege ermittelte Beziehung für die Grenzfrequenz lautet:

$$f_{0St} [\text{Hz}] \approx 25 v [\text{m/s}] \quad (3)$$

### 6.2. Das Nutzsinal

Das impulsartige Nutzsinal im Bereich III der Fig. 6 hat eigentlich einen exponentiellen Charakter. Mit Hilfe eines vereinfachten Ersatzschaltbildes für den Photowiderstand kann die Anstiegsflanke des Nutzsignales gemäss Fig. 8 durch folgende Beziehungen angenähert werden:

$$U_{NS}(t) = U_m \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \quad \text{für } t \leq T_a \quad (4)$$

wobei:

$$U_m = \frac{U_B}{2} \cdot \frac{\frac{\Delta R}{R_v}}{2 - \frac{\Delta R}{R_v}}$$

Die Signalamplitude ist dann:

$$U_{NS}(T_a) = \hat{U}(T_a) = U_m \left(1 - e^{-\frac{T_a}{\tau}}\right) \quad (5)$$

wobei  $\tau$  die eingeführte, von der Beleuchtungsstärke abhängige Zeitkonstante des Photowiderstandes ist, und  $T_a$  die Zeit darstellt, während welcher die lichtempfindliche Photowiderstandsfläche von der Codeabbildung bei konstanter Durchgangsgeschwindigkeit des Umschlages bedeckt wird. Wird das Fourieramplitudenspektrum des Nutzsignales gemäss Fig. 8 berechnet, so zeigt es sich, dass man mit einer genügend hohen Abtastgeschwindigkeit bei gegebener Codebreite eine derart kurze Ablesezeit  $T_a$  verursachen kann, dass die Frequenzkomponenten des Nutzsignales zum grössten Teil oberhalb der oben eingeführten Grenzfrequenz  $f_{0St}$  liegen. Das Nutzsinal lässt sich also mittels eines entsprechend dimensionierten Hochpasses aus dem abgetasteten Signal, während der beschränkten Abtastzeit  $T_s$  herausfiltern und anschliessend verstärken.

Wird dem abzulesenden Zeichen eine periodische Struktur, z. B. |||| gegeben, so kann die Ansprechzuverlässigkeit bei gegebener Abtastgeschwindigkeit durch eine Integration (Korrelation) nach der Photozelle erhöht werden. Die z. B. mit einer Verzögerungsleitung ausgeführte Integration bewirkt, dass der

Signalempfänger erst nach einer bestimmten Anzahl, im hiesigen Beispiel also nach vier Teilzeichen anspricht. Der grössere Aufwand dieses Verfahrens wird teilweise dadurch kompensiert, dass dabei keine Rücksicht auf den Ort des Codes auf dem Briefumschlag zu nehmen ist.

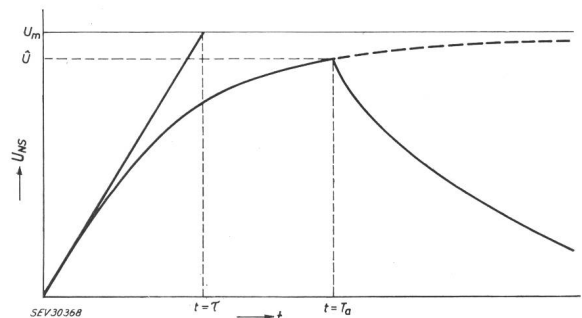


Fig. 8

Idealisiertes Nutzsinal am abtastenden Photowiderstand

$U_{NS}$  Nutzsinal;  $U_m$  Spannungsänderung bei statischer Codeabtastung;  $U$  Amplitude der Spannungsänderung bei dynamischer Codeabtastung;  $\tau$  Zeitkonstante des Photowiderstandes (von der Beleuchtungsstärke abhängig);  $T_a$  Überdeckungszeit des Photowiderstandes durch die Codeabbildung bei Vernachlässigung des Spalteffektes;  $t$  Zeit

## 7. Die elektrische Schaltung

Um die Zuverlässigkeit des beschriebenen Abtastverfahrens prüfen zu können, wurde eine Einrichtung, bestehend aus Abtastkopf und Umschlagfördermecha-

nismus, aufgebaut, mit welcher codierte Briefumschläge bei variabler Durchlaufgeschwindigkeit abgetastet werden konnten. Eine transistorisierte Schaltung wurde aufgebaut, welche das an einem Spannungsteiler — bestehend aus Photowiderstand  $R_{ph}$  und angepasstem Arbeitswiderstand  $R_a$  — entnommene elektrische Signal für Steuerungszwecke (Relais, Schalter, Weichen usw.) zu verstärken vermag. So müsste z. B. für die beabsichtigte Sortieranlage eine von 7 Photowiderständen abgetastete Codekombination eine angeschlossene Serie von 7 Relais derart betätigen, dass diejenige der  $2^7$  (= 128) möglichen Weichenstellungen eingestellt wird, welche der abgelesenen Codekombination entspricht. Anstelle der Relaisserie wurden Anzeigelämpchen angebracht, um die Zuverlässigkeit der Abtastung kontrollieren zu können.

Das im vorhergehenden Abschnitt erwähnte, auf einer Frequenzselektion beruhende Verfahren zur Nutzsignalerkennung wäre für das aufgebaute Prüfmodell ungeeignet gewesen, da es eine konstante Abtastgeschwindigkeit voraussetzt. Um dennoch ein sicheres Erfassen der Codezeichen zu gewährleisten, welches von Umschlagunregelmäßigkeiten, von der Umschlagfarbe, sowie von Schaltungs- und Temperaturstreuungen weitgehend unbeeinflusst ist, wurde die Differenz gebildet zwischen jedem der sieben Signale, welche durch die Codeabtastung an den entsprechenden Spannungsteilern auftreten, und einem Bezugssignal, das durch dauernde Abtastung des Umschlages längs einer unbedruckten Zeile von einem achten Photowiderstand abgegeben wird. Diese Nutzsignalselektion ist von der Abtastgeschwindigkeit und damit von der Signalfrequenz unabhängig.

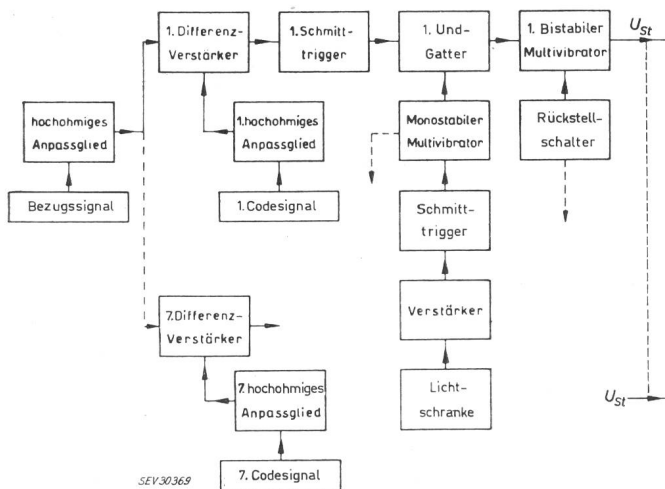


Fig. 9  
Blockschema der Abtastapparatur  
 $U_{St}$  Steuersignal

In Fig. 9 ist das Blockschema einer der sieben Kanäle dargestellt, die den sieben der Codeabtastung dienenden Photowiderständen zugeordnet sind. Das Codesignal des betrachteten Kanals und das durch Dauerabtastung des Umschlages gewonnene Bezugssignal werden zwecks der schon erwähnten Differenzbildung einem Differenzverstärker zugeführt, in welchem das Differenzsignal verstärkt wird. Um das optimale Verhältnis des  $R_{ph}$ - $R_a$ -Spannungsteilers nicht durch die relativ niedrige Eingangsimpedanz des Differenzverstärkers zu beeinflussen, wurde ein hochohmiges Anpassglied

in Form einer wechselstrommässig gegengekoppelten Darlington-Kollektorschaltung zwischen jeden Spannungsteiler und Differenzverstärker geschaltet.

Das verstärkte Signal gelangt an eine Schmitt-Trigger-Schaltung, welche eine Spannungsschwelle darstellt, so dass nur die den Schwellwert übersteigenden Signale an die nachfolgende Schaltung gelangen. Im Schmitt-Trigger wird ausserdem eine Normung des Signals vorgenommen, so dass die nachfolgenden Schaltungsteile ihm angepasst werden können und von der eigentlichen photoelektronischen Abtastung unabhängig sind.

Das genormte Signal gelangt an ein «Und»-Gatter. Diesem wird ausserdem das Torsignal  $U_{Ts}$  (Fig. 6) zugeführt. Dieses impulsförmige Torsignal wird — wie schon erwähnt — beispielsweise durch die Hinterkante des Umschlages ausgelöst und zwar durch eine aus einer Photodiode bestehenden Lichtschranke. Das so entstehende Signal wird verstärkt, einem Schmitt-Trigger zwecks Formgebung und schliesslich einem monostabilen Multivibrator zugeführt, welcher den Torimpuls  $U_{Ts}$  erzeugt. Die diesen Torimpuls  $U_{Ts}$  erzeugenden Vorrichtungen gehören selbstverständlich allen sieben Codesignalkanälen gemeinsam an. Sind beide Eingänge des Und-Gatters gleichzeitig erregt, so gibt dieses ein Signal an den bistabilen Multivibrator ab, dessen Ausgangssignal  $U_{St}$  die gewünschte Steuerung vornehmen, d. h. im vorliegenden Falle Weichen steuern kann, welche die Sortierung der Briefe entsprechend ihren Bestimmungsorten ausführen.

## 8. Erzielte Ergebnisse

Die zu sortierenden Briefumschläge wurden mit einer Geschwindigkeit von etwa 5,1 m/s an der Abtastvorrichtung vorbeigeführt. Dabei wurden Codezeichen, welche zwischen Quadraten von 4 mm Breite bis zu 4 mm hohen, kaum 1 mm breiten Strichen variierten, abgetastet und einwandfrei erkannt. Ein Strich von 1 mm Breite entspricht bei der Durchgangsgeschwindigkeit von 5,1 m/s einer Ableszeit von weniger als 200  $\mu$ s. Mit dieser Geschwindigkeit könnten bei einer normalen Umschlaglänge von 16,5 cm etwa 110 000 unmittelbar aufeinanderfolgende Umschläge pro Stunde abgetastet werden. Werden aus Rücksicht auf die Sortiermechanik die Umschläge der Abtastvorrichtung mit einem Abstand zugeführt, der gleich der doppelten Umschlaglänge ist, so können immer noch ungefähr 37 000 Umschläge pro Stunde abgetastet und sortiert werden, d. h. mehr als 10/s.

Bei den Versuchen wurden an Stelle der mit der Adressiermaschine aufgedruckten Zeichen z. B. auch 4 mm hohe und weniger als 1 mm breite Striche, die mit einem violetten, grünen, roten, oder blauen Farbstift, mit einem schwarzen oder blauen Kugelschreiber, mit Tinte oder Bleistift ausgeführt waren, verwendet: Mit Ausnahme der roten Farbe wurden alle Codefarben auf der gelben Unterlage einwandfrei von der Abtastvorrichtung erkannt, und zwar bei der angegebenen Durchlaufgeschwindigkeit von 5,1 m/s. Bei Verwendung von weissen Umschlägen wurden auch rote Zeichen erkannt. Bei grauen Umschlägen waren die Ergebnisse insofern schlechter als die Zeichen eine Breite von mindestens 1 mm aufweisen mussten.

Bei den beschriebenen Beispielen wurden die Codezeichen gleichzeitig abgelesen. Für bestimmte Anwen-

dungen kann es jedoch zweckmässiger sein, dieselben nacheinander abzulesen. Dabei werden die Codezeichen unter Berücksichtigung der Trägheit der heute verfügbaren Photowiderstände bei einer Durchlaufgeschwindigkeit von 5 m/s einen Minimalabstand von etwa 5 mm aufweisen müssen, um eine Erkennung der einzelnen Zeichen zu ermöglichen. Die betreffende Frequenz der Zeichensignale beträgt also etwa 1 kHz.

Das oben angeführte erfolgreiche Abtasten von Farbstift-, Kugelschreiber-, Feder- und Bleistiftstrichen lässt die Erwartung zu, dass mit einer Abtastvorrichtung der beschriebenen Art auch handcodierte Briefe

der allgemeinen Post zuverlässig abgetastet und sortiert werden könnten.

Es sei an dieser Stelle die Gelegenheit benützt, Prof. H. Weber, unter dessen Leitung diese Arbeit am Institut für Fernmeldetechnik der ETH, Zürich, ausgeführt wurde, für seine wertvollen Anregungen und Ratschläge herzlichst zu danken; ebenso der Standard Telephon & Radio AG, Zürich, in deren Auftrag die Arbeit ausgeführt wurde.

Adresse des Autors:

G. Moschytz, dipl. Ingenieur, Mainaustrasse 31, Zürich 8.

## Die Fabrikation von Hochfrequenz-Koaxialkabeln

Von K. H. Hahne, Köln

621.315.212.029.5.002.2

Die Anforderungen an Kabel zur Übertragung elektrischer Hochfrequenzleistung werden in einem grossen Frequenzgebiet durch den Koaxialtyp erfüllt. Je nach den vorliegenden Erfordernissen ergibt sich eine Vielzahl von Ausführungsformen, die sich in den 3 Aufbauelementen Innenleiter, Dielektrikum und Aussenleiter unterscheiden und verschiedene Fabrikationsmethoden erfordern. Z. T. können dazu übliche Kabelmaschinen verwendet werden. Weiterhin sind Sondermethoden und Sondermaschinen entwickelt, die beschrieben und in typischen Beispielen gezeigt werden.

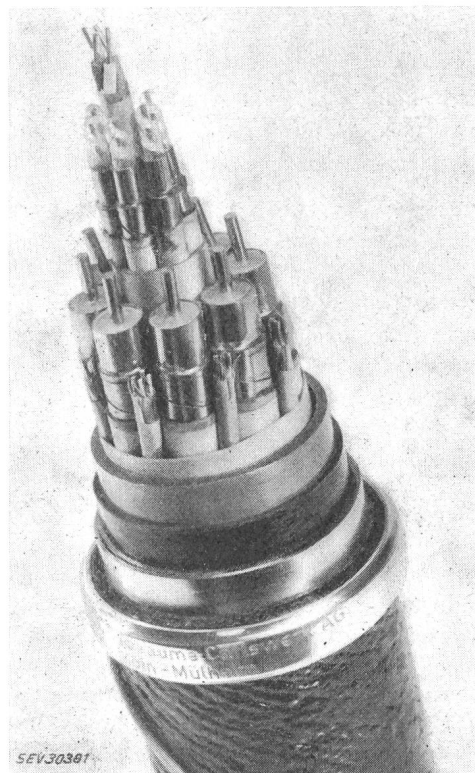
Les exigences posées aux câbles destinés à la transmission d'une puissance électrique à haute fréquence sont satisfaites, pour une gamme de fréquences étendue, par le type coaxial. Selon les cas particuliers on a recours à différentes formes et méthodes d'exécution des trois éléments constitutifs: conducteur intérieur, diélectrique et conducteur extérieur. Les machines de câblage usuelles sont en partie utilisables, sinon il faut se servir de méthodes et de machines spéciales, que l'auteur décrit en indiquant des exemples typiques.

### 1. Das Hochfrequenz-Koaxialkabel

Für die Übertragung elektrischer Hochfrequenzleistung wird in einem Frequenzbereich, der sich von etwa 50 kHz bis zu einigen GHz erstreckt, bevorzugt das Koaxialkabel verwendet. Unterhalb dieses Bereiches sind die bekannten Zweileiter-, Dreileiter- und Vierleiterkonstruktionen meist vorteilhafter. Oberhalb des erwähnten Bereiches beginnt entsprechend der kurzen Wellenlänge das Anwendungsgebiet der Hohlleiter.

Erzielung besserer Leitfähigkeit auch Silber verwendet, ferner versilbertes Kupfer. In selteneren Fällen findet man Aluminium oder versilbertes Aluminium.

Die Ausführungsformen des Hochfrequenz-Koaxialkabels sind vielfältig und unterscheiden sich voneinander nach Herstellung, Form, Material und Anwendung in den drei Aufbauelementen: Innenleiter, Dielektrikum und Aussenleiter.



### 2. Ausführungsformen von Hochfrequenz-Koaxialkabeln

#### 2.1 Innenleiter

Infolge des Skinneffekts nimmt beim Innenleiter praktisch nur eine Oberflächenschicht bestimmter Tiefe an der Stromleitung teil. Um den vollen Querschnitt des Innenleiters ausnützen zu können, kann man ihn daher in voneinander isolierte Einzeldrähte aufteilen, deren Durchmesser dieser Tiefe entspricht. Diese, kabeltechnisch auf Hochfrequenz-Litzenverseilmaschinen hergestellte Form ist kostspielig und wird im allgemeinen nur verwendet, wenn gleichzeitig von einem Kabel eine hohe mechanische Biegefähigkeit gefordert wird.

Im allgemeinen reicht die Oberfläche des Innenleiters zur Erzielung einer genügenden Leitfähigkeit aus, wenn er als massiver Draht oder, da er ohnehin nur in der Oberfläche leitet, als Rohr ausgeführt wird.

Das für den Innenleiter benützte Metall ist vorwiegend Kupfer. Bei kleineren Durchmessern wird zur

Fig. 1

Fernkabel mit 8 grossen und 6 kleinen Koaxialtuben

#### 2.2 Dielektrikum

Im einfachsten Falle besteht das Dielektrikum aus einem massiven Hohlzylinder, der beispielsweise durch Extrudieren thermoplastischen Materials auf den be-