

# Die Montage von koaxialen Steckern auf koaxiale Kabel

Autor(en): **Tremp, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **37 (1959)**

Heft 2

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875428>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die Montage von koaxialen Steckern auf koaxiale Kabel

621.316.541:621.315.212

**Zusammenfassung.** Die vermehrte Anwendung von Koaxialkabeln mit Vollisolation stellt zwangsläufig immer weitere Personalkreise vor die Aufgabe, diese Kabel mit Steckern auszurüsten. Damit der Stecker montage da und dort vermehrte Beachtung geschenkt wird, soll nachstehend der Aufbau dieser Kabel und Stecker beschrieben werden. Ausser den allgemeinen Hinweisen auf die Montage, wird besonders die Montage der Stecker auf die zwei wichtigsten normierten Kabeltypen erläutert.

## 1. Einleitung

In letzter Zeit haben nicht nur die bei der PTT-Verwaltung verwendeten, mehrtubigen Koaxialkabel zur Übertragung grosser Bandbreiten auf grössere Distanzen, sondern auch die flexiblen Koaxialkabel mit Vollisolation eine vermehrte Anwendung erfahren. Diese Kabel, deren Innenleiter nicht mit Scheiben gestützt werden, sondern auf der ganzen Länge von einem massiven Dielektrikum umgeben sind, und bei denen ein biegsames Kabelgeflecht den Aussenleiter bildet, werden hauptsächlich für die Hochfrequenzgeräte als Verbindungs- oder als deren Anschlusskabel benützt. Wohl weisen diese Kabel eine höhere Dämpfung auf als diejenigen mit zum grössten Teil Luft als Dielektrikum, doch sind sie ihrem Aufbau entsprechend homogener und bis zu den höchsten Frequenzen verwendbar. Auch sind sie über kleine Radien biegsam und deshalb in oder zwischen den Hochfrequenzgeräten gut unterzubringen. Die Vielseitigkeit in der Verwendung bringt es mit sich, dass jeder, der sich mit der Anwendung, der Wartung oder dem Bau von Hochfrequenzgeräten befasst, in die Lage kommen kann, diese Kabel mit Steckern zu versehen. Für diese Montage bedarf es keiner besonderen Ausbildung oder besonderer Werkzeuge, obwohl diese Arbeit mit Spezialwerkzeugen wesentlich erleichtert und verbessert werden kann. Die Montage birgt nun die Gefahr in sich, dass sie unzweckmässig ausgeführt wird und dadurch Störungen an Stellen verursacht werden, wo man sie gar nicht vermutet. Unter einwandfreier Montage dieser Stecker auf ein Kabel wird oft nur eine gute metallische Verbindung verstanden. Diese genügt nun aber nicht mehr bei Verbindungen für hohe Frequenzen, es kommt ferner noch darauf an, wo und wie der Übergang vom Kabel auf den Stecker erfolgt.

Die Vielzahl von Kabeln und Steckern und deren Montage, machte es noch vor verhältnismässig kurzer Zeit schwierig, umfassend darüber zu diskutieren. Dank der internationalen Normalisierung ist nun heute die Beschränkung auf wenige Typen möglich. Nachstehend soll daher versucht werden, ausser allgemeinen Hinweisen zur Montage, im besonderen die Montage von Steckern auf die Kabel der zwei wichtigsten Durchmesserarten näher zu erläutern.

**Résumé.** L'utilisation toujours plus grande de câbles coaxiaux à diélectrique massif oblige le personnel à munir ces câbles de fiches. Pour que ces fiches soient montées avec toute l'attention voulue, l'auteur décrit ci-après la construction de ces câbles et des fiches. Outre les généralités sur le montage, il explique en particulier la pose des fiches sur les deux types les plus importants de câbles normalisés.

## 2. Der Aufbau von Kabeln und Steckern

Der prinzipielle Aufbau der Kabel ist aus Figur 1 ersichtlich. Die beiden Leiter sind derart angeordnet, dass einer derselben vom andern konzentrisch umschlossen ist. Es kann daher von einem «innern» und einem «äusseren» Leiter gesprochen werden. Der äussere Leiter, als Kupferdrahtgeflecht, erfüllt gleichzeitig auch die Funktion der Abschirmung, die durch mehrere Geflechtsschichten wirksamer gemacht werden kann. Der innere Leiter besteht meistens aus einem einzelnen Kupferdraht, vielfach auch aus einem kupferplattierten Stahldraht oder aus sieben verseilten Einzeldrähten. Der Zwischenraum zwischen Innen- und Aussenleiter ist mit dem Dielektrikum, meistens Polyäthylen, ausgefüllt; für Spezialkabel wird auch Teflon verwendet. Die Impedanz ist abhängig von der Dimension des Kabels (Durchmesser Verhältnis von Innen- und Aussenleiter) sowie von der Art des Dielektrikums (wirksame Dielektrizitätskonstante). Die normierten Impedanzen für diese Kabel sind  $50\Omega$  und  $75\Omega$ , wobei als Richtlinie für die PTT-Verwaltung immer  $50\Omega$  gilt, ausgenommen  $75\Omega$  für Zwischenfrequenzen unter 100 MHz, Videofrequenzen und koaxiale Fernkabel. Dimensionmässiger Ausgangspunkt für die Normalisierung dieser Kabel ist der Durchmesser über dem Dielektrikum. Ausser den beiden Angaben, Impedanz und ungefähre Dielektrikumsdurchmesser, wird auch die Typennummer als Kabelbezeichnung dem Kabel aufgedruckt. Diese Angaben bestimmen den Typ des dem Kabel zugeordneten Steckers, siehe Figur 1. In *Tabelle I* sind die wichtigsten Kabel und Stecker mit ihren Bezeichnungen dargestellt. In diesem Zusammenhang sei noch auf die CEI-Publikationen Nr. 78 «Impédances caractéristiques et dimensions des câbles coaxiaux pour fréquences radioélectriques» und Nr. 96 «Recommandations relatives aux câbles pour fréquences radioélectriques», hingewiesen.

Gegenüber dem einfachen Aufbau der Kabel ist derjenige der Stecker komplizierter, was durch deren Funktion als koaxiale Trennstelle bedingt ist. Es soll hier nicht auf die Einzelheiten der Konstruktion eingegangen, sondern nur allgemein erwähnt werden, dass die Stecker trotz ihrem verwickelten Aufbau (Durchmesseränderungen, geschlitzte Kontaktkränze und Kontaktbuchsen usw.) in jedem Ab-

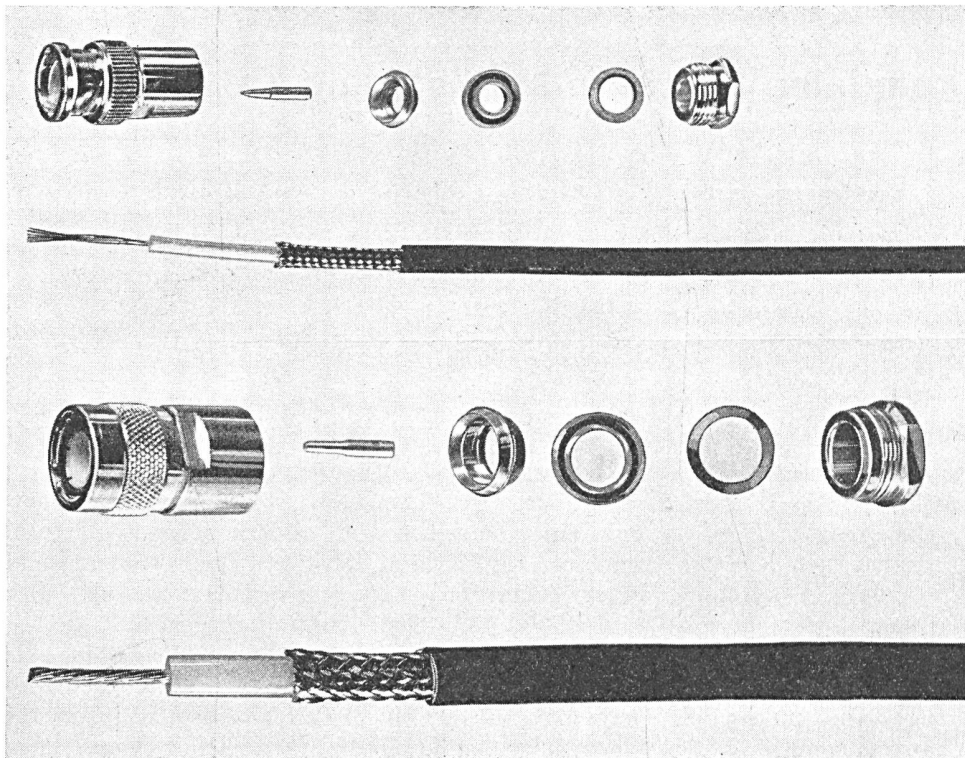


Fig. 1.  
Ansicht der zwei wichtigsten Durchmessertypen von Koaxialkabeln mit Vollisolation u. der dazugehörigen Stecker.

schnitt die fest zugeordnete Impedanz aufweisen. Sie sind mit einem Bajonettverschluss versehen, der ein einfaches und rasches Anschliessen gestattet. Figur 2 zeigt die Schnittzeichnung einer zusammen-gesteckten C-Steckerkombination mit montierten Kabeln, aus welcher der Aufbau der Stecker ersicht-lich ist. (Die beiden Steckertypen C und BNC sind im Prinzip gleich aufgebaut.) Die Steckerkontakt-ebenen von Aussen- und Innenleiter sind mit a und b bezeichnet. Die axiale, gegenseitige Lage der Stecker wird durch die Aussenleiter-Kontaktebene a fixiert. Der Kontaktkranz des positiven Steckerkörpers (Ka-

belstecker) wird durch den Bajonettverschluss in den negativen Steckerkörper (Geräte- oder Kabelbuchse) hineingepresst, bis er auf dem Absatz im negativen Steckerkörper aufsteht. Die Kontaktstelle des Innenleiters b weist einen kleinen Spielraum auf, damit die Buchse in keinem Fall auf der Schulter des Stiftes aufsteht. Durch den auf der Buchse liegenden Druck würde diese sonst verbogen, und ein sicherer Kontakt wäre nicht mehr gewährleistet. Da der Stecker als Ganzes wie ein kurzes Stück Koaxialleiter mit unver-änderter, dem Kabel angepasster Impedanz zu be-trachten ist, so müssen für eine gute Verbindung

Tabelle I Zusammenstellung der wichtigsten normierten Kabeltypen und der dazugehörigen Stecker

Kabelimpedanz		Kabel					Stecker
		Dielektrikum			Bezeichnung		
nominal $\Omega$	Toleranz <sup>1</sup> $\Omega$	Material	Durchmesser <sup>1</sup> mm	Toleranz <sup>1</sup> mm	nach Mil-C-17 B <sup>2</sup>	Internat. Code <sup>3</sup>	Allgemeine Seriebezeichnung <sup>2</sup>
50	$\pm 2.5$	Polyäthylen	2.95	$\pm 0.13$	RG-58 C/U	IEC-50-3-...	Typ BNC, 50 $\Omega$ «Improved type» <sup>4</sup>
50	$\pm 2.0$	Polyäthylen	7.25	$\pm 0.25$	RG-8 A/U	IEC-50-7-...	Typ C 50 $\Omega$
75	$\pm 3.0$	Polyäthylen	3.70	$\pm 0.13$	RG-59 A/U	IEC-75-4-...	Typ BNC, 75 $\Omega$ «Improved type» <sup>4</sup>
75	$\pm 3.0$	Polyäthylen	7.25	$\pm 0.25$	RG-11 A/U	IEC-75-7-...	Typ C 75 $\Omega$

<sup>1</sup> Angegeben ist die Normaltoleranz. Es gibt auch Kabel mit engerer Toleranz, z. B.  $\pm 1 \Omega$

<sup>2</sup> Bezeichnung nach den amerikanischen Militarnormen

<sup>3</sup> Die dritte Zahl im internationalen Code ist eine Laufnummer und sie bezeichnet die besonderen Eigenschaften des Kabels, wie Aufbau, Materialien usw.

<sup>4</sup> Der BNC «Improved type» ist die Serie mit dem Profilpressring, der wie beim Stecker (Typ C) den Dichtungsring zerschneidet

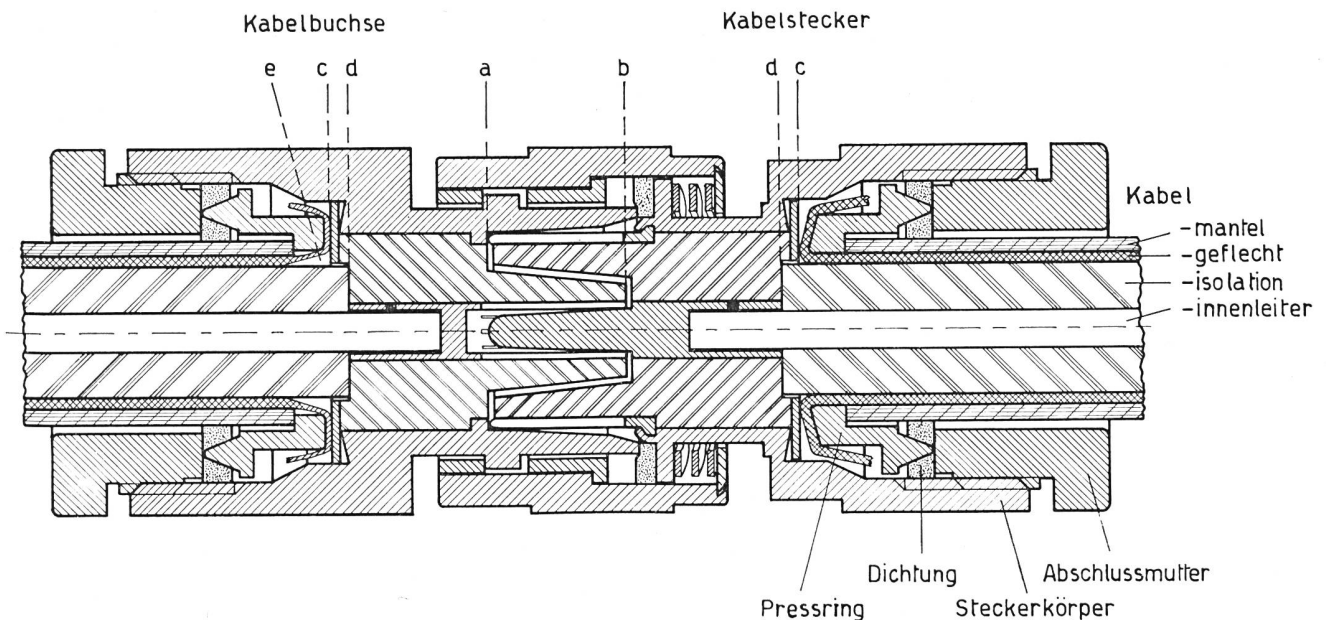


Fig. 2. Schnittzeichnung einer zusammengesteckten C-Steckerkombination mit montierten Kabeln

- |   |   |
|---|---|
| a Kontaktebene des Steckeraussenleiters                   | d Kontaktebene des Überganges Kabelinnenleiter-Steckerinnenleiter   |
| b Kontaktebene des Steckerinnenleiters                    | e Kabelmontage mit geöffnetem Kabelgeflecht (Änderung vom Durchmesser Verhältnis des Kabels vor dem Übergang auf den Stecker) |
| c Kontaktebene des Überganges Kabelgeflecht-Steckerkörper |   |

Kabel und Stecker möglichst reflexionsfrei miteinander verbunden werden.

### 3. Allgemeine Hinweise zur Montage

Die Kabel werden immer mit positiven Steckern und die Geräte mit Buchsen ausgerüstet. Wird nun ein Kabel mit einem Stecker verbunden, so ist für die elektrische Verbindung des Innen- und Aussenleiters eine über den ganzen Umfang gleichmässig verteilte Kontaktgabe unerlässlich. Sind nur einzelne Kontaktstellen vorhanden, beispielsweise nur an einer Stelle des Umfanges, so werden die gleichmässig verteilten Stromlinien in den Leitern und die gleichmässig verteilten Feldlinien im Dielektrikum an dieser einzelnen Übergangsstelle zusammengedrängt und verursachen Reflexionen. Ist die Kontaktgabe noch unbestimmt, das heisst, wenn sich die Kontaktlage ändert, so entsteht eine mehr oder weniger starke Streuung dieser Reflexion, die sich als «Fading» äussert.

Zur Forderung auf gleichmässig verteilte Kontaktgabe über den ganzen Umfang sei zur Aussenleiterverbindung von Kabel und Stecker noch folgendes bemerkt:

Viele Montageanleitungen verlangen das «Auskämmen des Kabelgeflechtes», wobei dann die einzelnen Faden des Geflechtes nebeneinander über den Pressring zurückgelegt werden. Messungen haben ergeben, dass diese Art der Montage grössere Reflexionen mit grösserer Streuung verursachen, auch wird die Abschirmung verschlechtert. Die Ursache liegt darin begründet, dass die Gesamtzahl der Faden auf dem Umfang des Pressringes keinen Platz mehr hat, so dass sich zwangsläufig ein-

zelne Faden übereinander legen müssen. Diese bilden dann zufällige, auf dem Umfang unregelmässig verteilte Kontaktstellen, während andere Drähte lose, veränderliche Kontaktstellen bilden. Auch wird durch das Öffnen der Verklöppelung die Geflechtdicke an dieser Stelle dünner. Damit erweitert sich der Innendurchmesser des Geflechtes vor dem Übergang auf den Steckerkörper und die Anpassung wird gestört (Figur 2, e). Diese Erweiterung erfolgt auch bei Pressringen mit zu grosser Bohrung. Ein auf dem Geflecht satt sitzender Pressring ist das Richtige. Man wird nun hier einwenden, dass ein verlöteter Übergang die beste Lösung wäre. Das meistens verwendete Kabeldielektrikum «Polyäthylen» spricht aber eindeutig gegen diese Auffassung, da der Erweichungspunkt desselben bei etwa 75° C liegt. Will man nun das Geflecht mit dem Steckerkörper ringsherum verlöten, so ist infolge der grossen Wärmekapazität von Geflecht und Steckerkörper die Temperatur des Lötzinns von etwa 186° C verhältnismässig zu lange notwendig, bis gelötet werden kann. Das Polyäthylen wird dann flüssig, dringt in das Geflecht ein, isoliert es und das Geflecht wird nur aussenherum verlötet, wobei auch das Kabel deformiert wird. Wenn man schnell und warm genug lötet, sieht die Sache von aussen allerdings recht schön aus, doch entsteht keine einwandfreie koaxiale Kontaktstelle. Figur 3 zeigt beispielsweise einen Schrägschnitt durch eine solche Lötstelle eines Spezialsteckers. Das eingelötete Kabel hatte in diesem Fall zur besseren Abschirmung drei Lagen Geflechte, und man wollte hier die sehr gute Abschirmung des Kabels mit dem Stecker einwandfrei verbinden. Der Schrägschnitt zeigt aber,

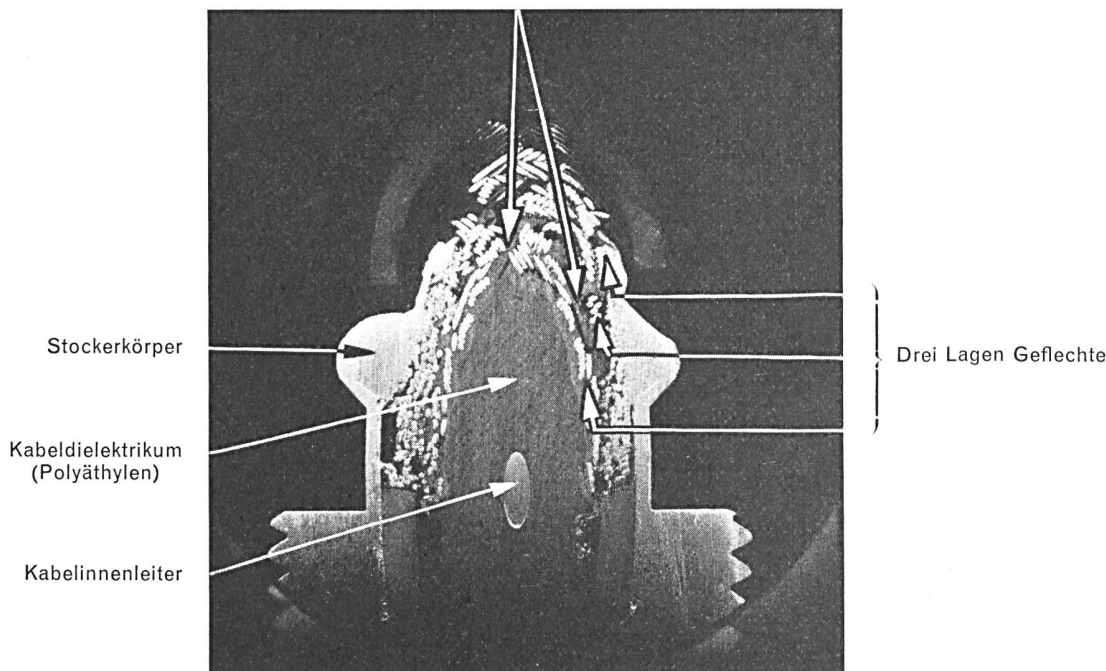


Fig. 3. Schrägschnitt durch einen verlöteten Übergang Kabelgeflecht-Steckerkörper eines Spezialsteckers

wie das geflossene Polyäthylen das innerste Geflecht vollständig und das zweite Geflecht teilweise isoliert hat. Somit findet der Strom, der an der Innenseite des innersten Geflechtes fließt, an der Übergangsstelle auf den Steckerkörper keinen Kontakt. Er fließt auf der Aussenseite dieses Geflechtes wieder zurück bis zu zufälligen und veränderlichen Kontakten mit dem zweiten und dann dem dritten, äussersten Geflecht und findet erst dort den eigentlichen Kontakt mit dem Steckerkörper. Diese «Stromflusstaschen» bilden verhältnismässig grosse, variable Zusatzinduktivitäten und Übergangswiderstände. Auch wird dabei die Abschirmung verschlechtert, da vor dem Übergang auf den Stecker nur noch das äusserste Geflecht wirksam ist. Aus diesen Gründen sollen Kabelgeflechte mit dem Steckerkörper ohne besondere Massnahmen nicht verlötet werden. Diese «Stromflusstaschen» bilden sich auch beim Auflöten des Stecker- auf den Kabelinnenleiter, wenn dieser in das Kabeldielektrikum eingedrückt wird. Das rasch fließende Polyäthylen verdrängt dann die Lötstelle in die Bohrung des Steckerinnenleiters hinein. Figur 4 zeigt eine derart verdrängte Lötstelle.

Zusammenfassend seien noch die Punkte erwähnt, die bei der Montage von koaxialen Steckern auf Kabel besonders zu beachten sind.

- Wenn möglich, sollen nur normierte Kabel sowie die für diese Kabel vorgesehenen Stecker verwendet werden. Bei andern Kabeln soll beim verwendeten Stecker die Kabelhalterung dem Kabel angepasst und der Steckteil normiert sein.
- Das Durchmesser Verhältnis des Kabels darf beim Übergang auf den Stecker nicht verändert werden.

- Die Kontaktstellen sollen beim Innen- und Aussenleiter auf dem ganzen Umfang gleichmässig verteilt sein und sich nicht verändern können.
- Dem Stromfluss dürfen sich generell keine «Taschen» entgegenstellen.

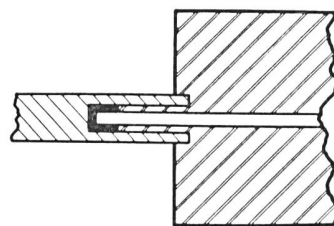


Fig. 4. Verdrängte Lötstelle beim Steckerinnenleiter

#### 4. Die Montage der zwei wichtigsten Steckertypen C und BNC

Zum besseren Verständnis der Montagevorbereitungen sind in Figur 5 die einzelnen Phasen derselben dargestellt. Da die Montage der Steckertypen C und BNC im Prinzip dieselbe ist, so wird nur das Kabel zum Steckertyp C abgebildet. Die Massangaben für die Montage des kleineren Steckers Typ BNC sind in Klammern angegeben.

- A. Der *Mantel* der beiden Kabel wird mindestens 20 mm abgetrennt, wobei beim Schneiden das darunterliegende Geflecht nicht verletzt werden darf. Man verwende hiefür eine Schneidevorrichtung, bei der die Tiefe des Schnittes begrenzt werden kann. Abschlussmutter, Scheibe und Dichtungsring werden hierauf über den Mantel und der Pressring bis zum abgeschnittenen Mantel zurückgeschoben.

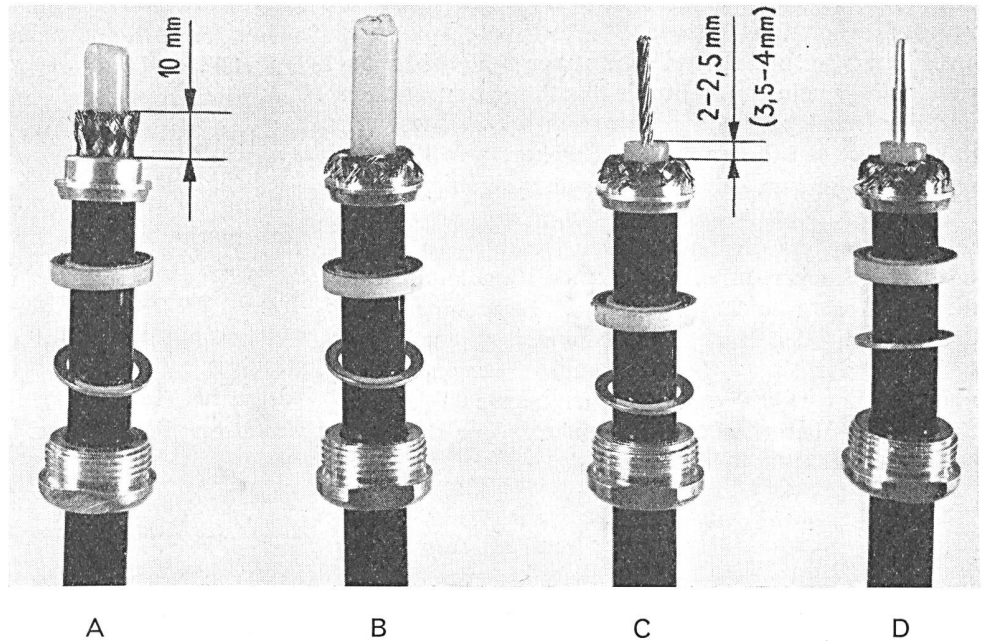


Fig. 5. Kabelvorbereitung

- Das *Geflecht* wird bis 10 mm vom Pressring vorstehend abgeschnitten. (Die Scheibe ist bei verschiedenen Fabrikaten nicht vorhanden).
- B. Das gekürzte Geflecht wird als Ganzes über den Pressring zurückgelegt, sind es mehrere Geflechte, so wird jedes einzeln zurückgelegt.
- C. Das *Dielektrikum* wird nun zurückgeschnitten. Vom zurückgelegten Geflecht sollen für den C-Stecker 2...2,5 mm und für den BNC-Stecker 3,5...4 mm vorstehen. Beim Schneiden darf auch hier der Innenleiter nicht verletzt werden. Die Stirnfläche des vorstehenden Dielektrikums soll plan sein und rechtwinklig zur Kabelachse stehen, damit in der Versenkung im Stecker, in die das Dielektrikum hineingepresst wird, keine zusätzlichen Lufträume entstehen.
- D. Der *Steckerinnenleiter* wird nun auf den *Kabelinnenleiter* aufgelötet. Das Ende des Steckerinnen-

leiters soll mit der Stirnfläche des Kabeldielektrikums genau bündig stehen. Damit er nicht in das Dielektrikum eingedrückt wird, kürze man den vorstehenden Kabelinnenleiter so viel, dass er in der richtigen Lage des aufzulötenden Stiftes oder der Buchse im Grund deren Sacklochbohrung aufsteht. Nach dem Löten werden alle vorstehenden Zinnresten sauber abgetrennt.

Das so vorbereitete Kabel wird nun ganz in den Stecker eingestossen, ebenso der *Dichtungsring*, und die *Scheibe* nachgeschoben. Hierauf wird die *Abschlussmutter* eingeschraubt und derart angezogen, dass der Dichtungsring in eine innere und eine äussere Hälfte zerschnitten wird. Diese beiden Teile dichten nach aussen ab und verhindern das Eindringen von Feuchtigkeit und korrosionverursachender Atmosphäre. Die Abschlussmutter drückt das über den Pressring zurückgelegte Kabelgeflecht

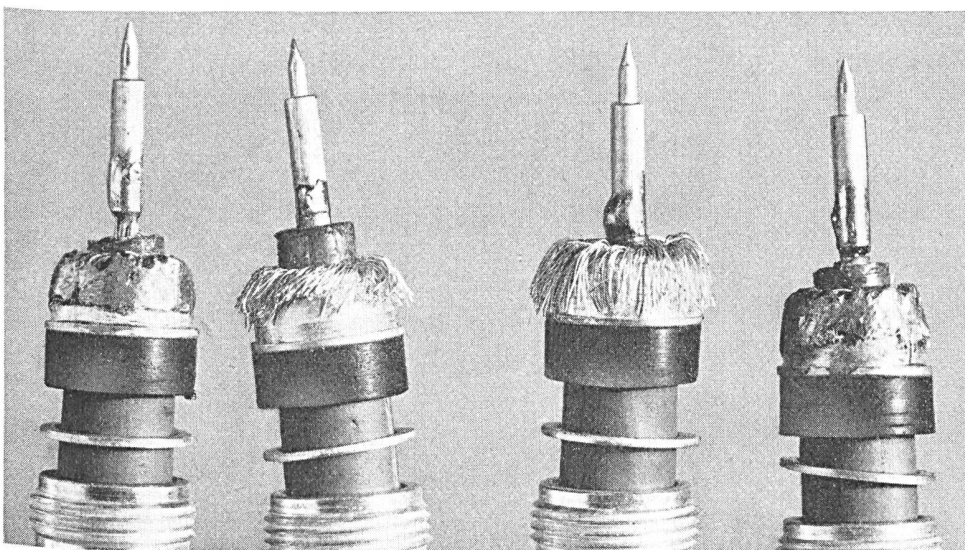


Fig. 6. Beispiele schlecht vorbereiteter Kabel

direkt, ohne eine federnde Zwischenlage, an den Steckerkörper. (Bei älteren Steckertypen, zum Beispiel Typ N, erfolgt dieser Druck über den Dichtungsring. Dieser schrumpft durch das Altern zusammen und der Druck auf die Kontaktstelle wird schwächer, daher sollte bei diesen älteren Steckertypen die Abschlussmutter von Zeit zu Zeit nachgezogen werden.)

Nach der Montage kontrolliere man vorn im Steckteil des Steckers die Lage dessen Innenleiters. Beim positiven Stecker, mit dem Stift als Innenleiter, darf dessen Absatz nicht vorstehen. Beim negativen Stecker, mit der Buchse als Innenleiter, darf diese vorn aus der Steckerisolation nicht vorstehen. Bei vorstehenden, oder auch zuviel zurückstehenden Steckerinnenleitern sind diese nicht in der richtigen

Lage aufgelötet, oder das Kabel wurde vor dem Anziehen der Abschlussmutter nicht ganz eingestossen. Die richtige Lage ergibt sich aus Figur 2.

Dass die Forderung auf sorgfältige Montagevorbereitung ihre volle Berechtigung hat, zeigt Figur 6. Die gezeigten Beispiele mangelhafter Kabelvorbereitung könnten noch mit ähnlichen vermehrt werden. Man merke sich besonders, dass alle diese Störungsursachen unsichtbar im Steckergehäuse verpackt liegen, wo sie meistens zuletzt vermutet werden. Stecker, die mit der nötigen Sorgfalt und mit Verständnis auf die Kabel montiert werden, gewährleisten bei rücksichtsvollem Gebrauch stets eine einwandfreie Verbindung.

R. STAMPBACH, Bern

## Verzerrungsmesser für Fernschreibimpulse

621.317.726: 621.394.822

**Zusammenfassung.** Im Laufe des Jahres 1958 wurden die technischen Dienste der Telegraphenämter mit leichten, tragbaren Verzerrungsmessgeräten ausgerüstet. Die Anwendungsmöglichkeiten und die technischen Daten werden im nachstehenden Beitrag erläutert.

**Résumé.** Les services techniques des offices télégraphiques ont été équipés en 1958 de distorsiomètres portatifs légers. L'article qui suit traite de leurs caractéristiques techniques et de leurs possibilités d'emploi.

### 1. Einleitung

Die Impulsverzerrung der Fernschreibsignale spielt bei der Bestimmung der «Dienstqualität» in der Fernschreibtechnik eine wichtige Rolle. Für die Überwachung dieser Dienstqualität, das heisst für die Messung der Fernschreib-Impulsgenauigkeit sind spezielle Messgeräte erforderlich. Die handelsüblichen, für diesen Zweck geeigneten Messgeräte, sind jedoch fast ausnahmslos sehr teuer, schwer und daher un bequem in der Handhabung.

Diese Nachteile veranlassten die zuständigen Organe der PTT-Verwaltung, in Zusammenarbeit mit der Firma Ernst Roser in Bern, ein leichtes, hand-

liches Verzerrungsmessgerät zu entwickeln. Dabei waren folgende Bedingungen zu erfüllen:

- Eignung für Kontroll- und Unterhaltsmessungen in Telexzentralen, WT-Endämtern und bei Fernschreibteilnehmerstationen.
- Messgenauigkeit 1% (0,2 ms).
- Netzspeisung 220 V 50 Hz.
- Kleine Abmessungen und geringes Gewicht.
- Niedriger Preis.

### 2. Konstruktiver Aufbau

Der Verzerrungsmesser ist in einem Holzkasten mit abnehmbarem Deckel untergebracht (Figur 1).



Fig. 1. Verzerrungsmesser Tfg 5-85.317. (Aussenmasse 280 × 170 × 165 mm)

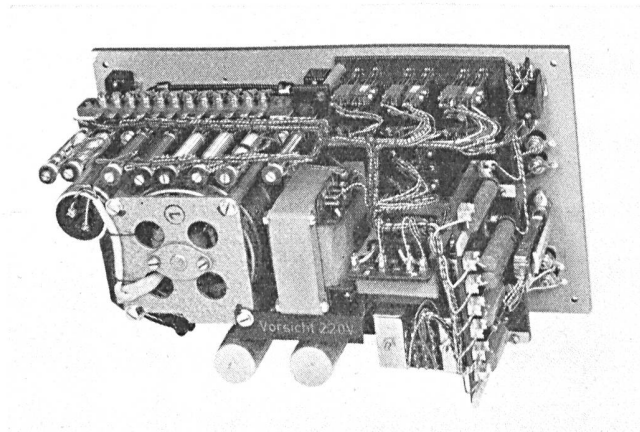


Fig. 2. Verzerrungsmesser Tfg 5-85.317 (Innenansicht). Links im Bild der Aussenläufer-Synchronmotor