

<b>Zeitschrift:</b>	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
<b>Band:</b>	46 (1968)
<b>Heft:</b>	2
<b>Artikel:</b>	Die Montage von Kleinkoaxialkabeln
<b>Autor:</b>	Fink, Werner
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-875636">https://doi.org/10.5169/seals-875636</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.01.2026

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

# VI. Die Montage von Kleinkoaxialkabeln

Werner FINK, Bern

621.315.212: 621.317.3  
621.315.23

Zusammenfassung. Der Aufbau eines Koaxialkabels und die hohen Qualitätsanforderungen, die an dieses gestellt werden, bestimmen weitgehend das Vorgehen bei der Montage. Die Spleissungen werden durch zusätzlich ausgebildetes Fachpersonal, ausgerüstet mit Spezialwerkzeugen, ausgeführt. Kontrollmessungen gestatten sämtliche Arbeitsvorgänge zu überwachen und die guten elektrischen Eigenschaften des koaxialen Leiters über mehrere Verstärkerfelder zu erhalten.

## Montage des installations à paires coaxiales de petit diamètre

Résumé. La composition du câble coaxial et les exigences élevées auxquelles il doit répondre sous le rapport de la qualité déterminent dans une large mesure les procédés de montage. Les épissures sont exécutées par du personnel formé à ce travail et pourvu d'un outillage spécial. Des mesures de contrôle permettent de surveiller toutes les opérations afin de maintenir sur plusieurs sections d'amplification les bonnes caractéristiques électriques du conducteur coaxial.

## Montaggio di piccoli cavi coassiali

Riassunto. La struttura d'un piccolo cavo coassiale e le alte qualità alle quali deve soddisfare sono determinanti per il procedimento del montaggio. I giunti devono essere eseguiti da personale qualificato con un'istruzione speciale e con degli attrezzi adatti. Misurazioni di controllo permettono di sorvegliare tutte le fasi dei procedimenti lavorativi e di mantenere le buone caratteristiche elettriche del conduttore coassiale attraverso parecchie sezioni di amplificazione.

### 1. Allgemeines

Kleinkoaxialkabel werden in Fertigungslängen von etwa 950 m hergestellt und dann in Einzugs längen von normalerweise 200...300 m zerschnitten. Die Kabel werden von einem Abnahmebeamten auf die Pflichtenheftwerte kontrolliert und entsprechend ihren elektrischen Eigenschaften zu möglichst homogenen Verstärkerfeldern gruppiert.

Die Montagegruppe hat nun den Auftrag, die verlegten Einzellängen so zu Verstärkerfeldern zusammenzubauen, dass die Pflichtenheftwerte über die ganze Kabelanlage erhalten bleiben.

### 2. Vorgehen bei der Montage eines Verstärkerfeldes

Das Kleinkoaxialkabel weist gegenüber aus Runddrähten gebildeten Telephonkabeln wesentlich andere mechanische Eigenschaften auf. Es ist empfindlich auf Druck, Quetschung, Stauchung und Verdrehung. Beim Transport und hauptsächlich beim Kabelzug ist es deshalb grossen Gefahren ausgesetzt und muss besonders sorgfältig behandelt werden.

Da bereits geringfügige, äusserlich nicht unbedingt feststellbare Deformationen wesentliche Veränderungen der elektrischen Eigenschaften hervorrufen können, ist eine sofortige Kontrolle der Kabel nach der Verlegung notwendig. Die Kontrolle jeder einzelnen Kabellänge wäre jedoch sehr aufwendig, sie wird nur ausnahmsweise durchgeführt, etwa bei krassen Deformationen, bei unter Vorbehalt angenommenen Kabeln usw. Mehrere Einzellängen werden im Gelände durch eine Montagegruppe zu Messabschnitten zusammengespleist. Diese Gruppe arbeitet zeitlich möglichst kurz gestaffelt hinter der Kabelzuggruppe und ist in ihrer Grösse so formiert, dass sie ungefähr die gleiche Wochenleistung bewältigt. Dieses Vorgehen bedingt ein kontinuierliches Auslegen der Einzellängen, hat aber den Vorteil, dass die Kabel sofort gemessen werden können.

Ein Verstärkerfeld von 3 km Länge wird – wie Figur 27 zeigt – in drei Messsektionen von etwa 1000 m Länge zusammengespleist.

Es bedeuten darin:

A = Unterirdischer Zwischenverstärker  
B = Vorbereiteter Zwischenverstärker für das 6-MHz-System  
Spl = Spleisspunkt  
M = Messpunkt, Kabel vorbereitet zum Messen  
I...VI = Echometrische Messungen

Die mittlere Messstrecke wird in jedem Fall beidseitig gemessen, da diese nach dem Spleissen der Messpunkte nicht mehr unter den gleich günstigen Verhältnissen beurteilt werden kann. Die Dämpfung und die Verzerrung des Messimpulses wird um so grösser, je weiter entfernt der zu beurteilende Fehler liegt. Die Messungen I und VI werden nur ausnahmsweise – bei schlechten Kabeln zur genaueren Definition eines Fehlers in der Nähe des Verstärkers – ausgeführt.

Mit der echometrischen Messung werden die einzelnen Kabellängen und die Spleissstellen auf ihre Qualität hin geprüft. Die Spitzenwerte werden in Betrag, Form und Entfernung von der Messstelle auf ein Messformular eingetragen, ausgewertet und mit den photographierten Echobildern der Fabrikabnahmeprotokolle verglichen.

Fehler, die ausserhalb der zulässigen Toleranzen nach Pflichtenheft liegen, werden genauer untersucht und mit dem Echometer geortet. Das Fehlerbild wird photographiert, damit es später mit der Kontrollmessung nach einer Reparatur verglichen werden kann. Das fehlerhafte Stück wird durch einen den elektrischen Eigenschaften entsprechend ausgesuchten Einsatz ersetzt.

Solche Flickstellen sind in einer Neuanlage unerwünscht, kostspielig und können durch Einhalten der Vorschriften und durch sachgerechte Behandlung des Kabels vermieden werden.

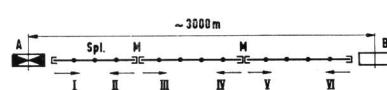


Fig. 27

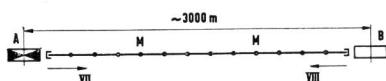


Fig. 28

Sind die Messabschnitte in Ordnung und entsprechen den Pflichtenheftwerten, werden die Messpunkte gespleisst.

Mit den echometrischen Messungen VII und VIII (Fig. 28) werden die zwei Spleissungen in den Messpunkten und die Kabelstücke in unmittelbarer Nähe der Verstärker geprüft. Sind die übrigen elektrischen Messungen, wie Widerstand, Isolation und Spannungsprobe, in Ordnung, wird das 3 km lange Kabelstück unter Druck gesetzt.

Müssen 3-km-Kabelstücke längere Zeit in diesem Zustand belassen werden, werden sie periodisch auf Druck kontrolliert oder in schwer zugänglichen Gebieten mit paarsymmetrischen Verbindungskabeln zusammengeschaltet und an die nächste Isolationsüberwachungseinrichtung angeschlossen.

### 3. Spleissarbeiten

Die Spleissarbeit an einem Kleinkoaxialkabel ist auf den Millimeter genau auszuführende Massarbeiten, die im Gelände oft unter schwierigen Bedingungen vorgenommen werden muss. Sollen die Qualitätsbedingungen auch in den Spleissstellen erhalten bleiben, können diese nur durch gut ausgebildetes, zuverlässig arbeitendes Monteurpersonal ausgeführt werden, dem einwandfreies Werkzeug und Material zur Verfügung steht.

Kabelmonteure der Kreistelephondirektionen werden in einem zweiwöchigen Spezialkurs für Koaxialspleisser in Bern-Ostermundigen in die Koaxialkabelspleisstechnik eingeführt (Fig. 29).



Fig. 29  
Monteurkurs für Koaxialkabelspleisstechnik in Bern-Ostermundigen

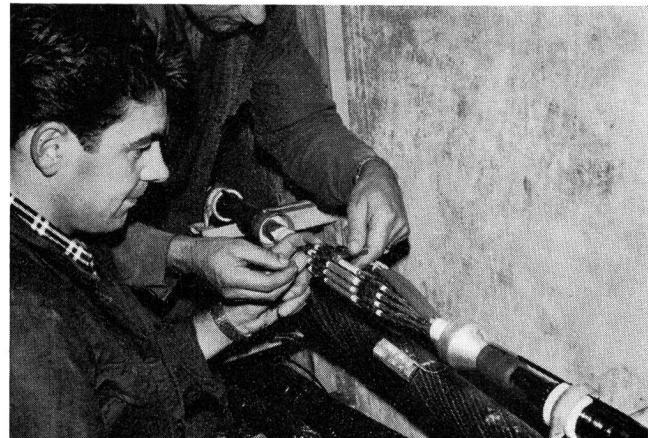


Fig. 30  
Kleinkoaxialkabel-Spleissergruppe an der Arbeit

Nach Abschluss des Kurses werden sie in eine Montagegruppe der Generaldirektion aufgeboten, wo sie unter kundiger Leitung im Laufe eines Monats zum selbständigen Koaxialkabelmonteur herangebildet werden. Eine Spleissung wird immer von zwei Kleinkoaxialkabelmonteuren zusammen als gemeinschaftliche Tagesarbeit ausgeführt, wobei darauf geachtet wird, dass nach Möglichkeit ein erfahrener Monteur und ein Anfänger zusammen eine Spleissergruppe bilden (Fig. 30).

Zu den Aufgaben einer Spleissergruppe gehört, außer dem fachgerechten Spleissen zweier Kabelenden, auch eine visuelle Kontrolle des Kabels auf mechanische Deformationen. Die richtige örtliche Anordnung der Spleissung und die Einhaltung der minimalen Biegeradien sind zu prüfen. Meldungen über Unregelmäßigkeiten ersparen oft zeitraubende Eingrenzungen.

### 4. Werkzeug und Material

Der Arbeitseinsatz bei der Montage eines Kleinkoaxialkabels ist im Vergleich zu den Kabelarbeiten im Ortsnetz sehr verschieden und erfordert auch eine andere Ausrüstung.

Folgende Gesichtspunkte waren für die Werkzeugausrüstung einer Kleinkoaxialkabel-Spleissergruppe bestimmt:

1. Es arbeiten immer zwei Monteure zusammen. Sie benötigen eine Werkzeuggarnitur mit teilweise doppelten Werkzeugen.
2. Die täglich wiederkehrende, gleiche Spezialarbeit erfordert ein gegenüber der Standardausrüstung reduziertes, jedoch um besondere Werkzeuge ergänztes Sortiment.
3. Der tägliche Wechsel des Arbeitsplatzes um etwa 1 km bedingt zur rationellen Arbeitsweise einen selbstfahrenden Werkzeugwagen.

4. Soll dieser Werkzeugwagen möglichst nahe an die Arbeitsstelle herangebracht werden können, muss er
- für den Einsatz querfeldein geländegängig sein;
  - für den Einsatz auf Rohranlagen in Hauptstrassen möglichst beweglich und klein sein, damit er überall abgestellt werden kann, ohne den Verkehr zu behindern.

Alle diese Forderungen konnten mit dem neuen Fahrzeug für Koaxialkabelmontagen – einem Haflinger – erfüllt werden. Es handelt sich dabei um ein handelsübliches Fahrzeug der österreichischen *Puch-Werke* mit Kunststoffcabine, auf dessen Chassis ein besonders angefertigter, schliessbarer Werkzeugkasten montiert wurde (Fig. 31).



Fig. 31  
Geländegängiges Fahrzeug («Haflinger») für Kleinkoaxialkabel-Spleissgruppen. Der Anhänger enthält die Ausrüstung zur Signalisierung von Baustellen an Strassen

Das *Spleissmaterial* für eine Anlage wird durch die KTD gesamthaft bestellt und in einem – bei grösseren Anlagen in mehreren – Magazinen bereitgestellt, wo sich die Spleissergruppen für ihre tägliche Arbeit ausrüsten. Im Normalfall befindet sich das Magazin am Unterkunftsplatz.

Das Kleinmaterial für eine Spleiße ist abgezählt und in Plastiksäcken verpackt (Fig. 32).

##### 5. Montage eines unterirdischen Zwischenverstärkers

Sind die Druckkontrollen der 3 km langen Kabelstücke in Ordnung, kann mit der Montage der unterirdischen Zwischenverstärker begonnen werden. Das leere Verstärkergehäuse (wassererdichter Leichtmetallgusskasten mit seitlich zu öffnender Türe) wird im Verstärker-Einstiegschacht mit einem gummigefederten Eisenrahmen an einer Längswand befestigt. Auf dem Kasten werden zwei Anschlusskabel aufgeschraubt, die mit einem mit Giessharz vergossenen Kabelkopf abgeschlossen sind (Fig. 33).

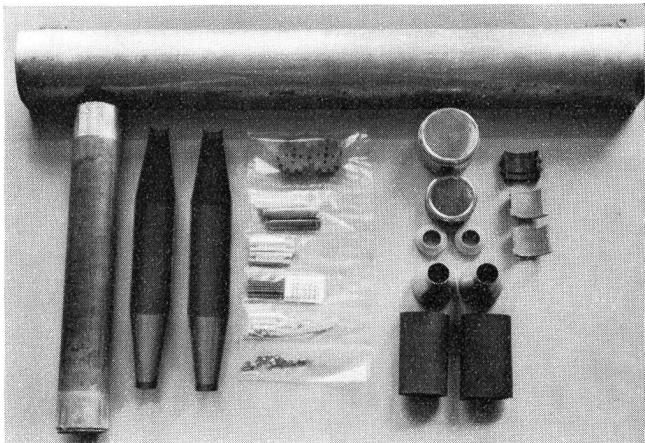


Fig. 32  
Vollständiges Spleissmaterial für eine Kleinkoaxialspleiße

Um in unmittelbarer Nähe des Verstärkers einen möglichst homogenen Aufbau zu erhalten, werden die Anschlusskabel in der Fabrik von der jeweiligen ersten Kabellänge, Seite Verstärker, abgeschnitten. Die Anschlusskabel werden im Vorschacht ohne Armatur auf die 3 km langen Kabelstücke aufgespleist.

Zwischen Vorschacht und Verstärkerschacht sind die Kabel durch einbetonierte Stahlrohre durchgeführt, die beidseitig mit einer Verschlusskappe gas- und wasserdicht abgeschlossen werden.

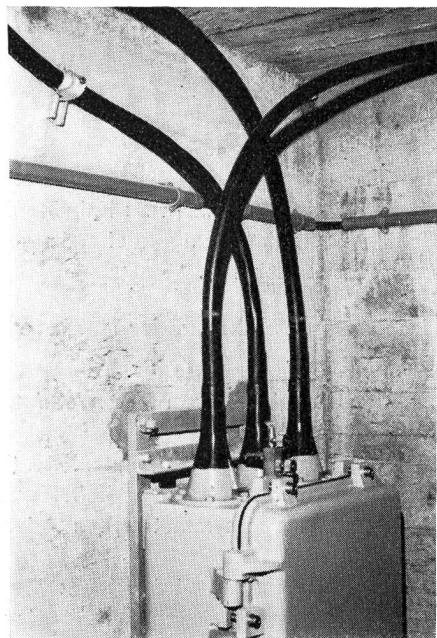


Fig. 33  
Unterirdischer Zwischenverstärker mit Kabelkopf

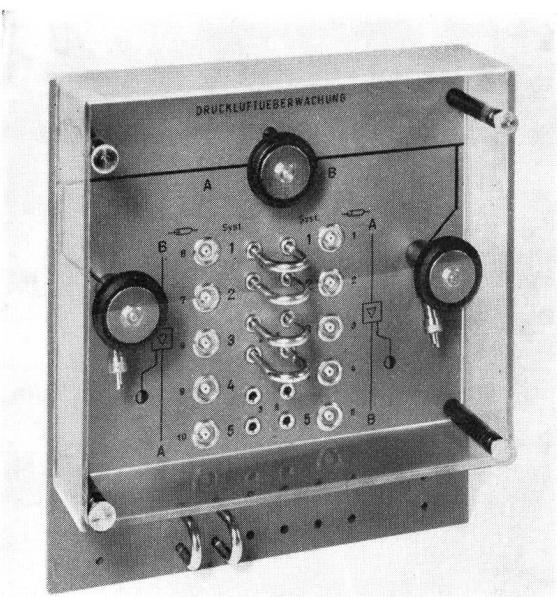


Fig. 34  
Messplatte einer Zwischenverstärkerstation

In der Mitte zwischen den beiden Anschlusskabeln ist das Verbindungskabel zur oberirdischen Messstelle angeschraubt. Die Messplatte wird in einem Betonsockel mit verschliessbarer Eisentüre montiert. Das Anschlusskabel schliesst man an Ort und Stelle an die Messplatte an.

Die Messplatte (Fig. 34) ermöglicht Pegelmessungen auf allen zehn Koaxialtuben. Das erste Paar der symmetrischen Adern, die Dienstleitung, ist ebenfalls heraufgeführt. Zwei Manometeranschlüsse dienen zur Druckkontrolle der Verstärkerfelder beidseitig des Verstärkers.

Es ist vorgesehen, die Kleinkoaxialanlagen mit Drucküberwachung auszurüsten. Die notwendigen Installationen werden in allen Zwischenverstärkern montiert.

Nach beendeter Montage der Zwischenverstärker wird jedes Verstärkerfeld von Kabelkopf zu Kabelkopf mit einer genauen Schlusskontrollmessung nochmals geprüft und steht dann zur Abnahme bereit.

## 6. Kontrollmessungen während der Montage

### 6.1 Widerstandsmessung

*Apparatur:* Kabelmesskoffer von *Felten und Guilleaume*, Messspannung 4,5 V.

Die Widerstände sämtlicher Koaxiallinnenleiter (bei Kabeln mit isolierten Außenleitern ebenfalls die Widerstände der Außenleiter) und der paarsymmetrischen Adern werden gemessen.

Mit der Widerstandsmessung wird geprüft:

1. Das richtige Zusammenspleissen der Leiter (ausmitteln).
2. Die Güte der Lötstellen. Grössere Widerstandsdifferenzen zwischen den Innenleitern oder innerhalb der Paare

der symmetrischen Adern geben Aufschluss über ungelöste oder schlecht gelötete Spleissstellen.

3. Die Pupinisierung der Sprechleitung. Eine Pupinspule weist einen Schlaufenwiderstand von etwa  $10 \Omega$  auf.

### 6.2 Isolationsmessung

*Apparatur:* Isolationsmesser von *Philips*. Messspannung 200...250 V=.

Bei den Koaxialleitern werden alle Innenleiter kurzgeschlossen und gegen Erde, bei den paarsymmetrischen Leitern jede einzelne Ader gegen alle andern sowie gegen Erde gemessen.

Die verlangten Isolationswerte betragen:

Koaxiallinnenleiter:  $\geq 50\,000 \text{ M}\Omega \times \text{km}$

Paarsymmetrische Leiter:  $\geq 10\,000 \text{ M}\Omega \times \text{km}$

### 6.3 Dielektrische Festigkeit

*Apparatur:* Hochspannungsisolationsmesser von *Metrawatt*.

Messspannung: 2500 V= Prüfung der Innenleiter gegen die Außenleiter + Erde

625 V= Jede paarsymmetrische Ader gegen alle andern + Erde

2500 V= das ganze Bündel der paarsymmetrischen Adern gegen Erde.

Prüfzeit: 1 min

### 6.4 Qualitätskontrollmessungen mit dem Echometer

#### Allgemeines

Eines der modernsten Verfahren der Kabelmesstechnik ist das Impuls-Echo-Prinzip. Bei seiner Anwendung bedient man sich des Impuls-Echometers als Messgerät. Diese Methode beruht auf dem elektrophysikalischen Effekt, dass ab jeder Stelle eines Kabels, die eine Abweichung gegenüber dem Wellenwiderstand aufweist, eine Teilreflexion der Sendeenergie eines Impulses erfolgt. Somit können kleinste Abweichungen vom Wellenwiderstand definiert gemessen und genau geortet werden, wobei man sich bei der Ortung einer zweiten, für jedes Kabel typischen Grösse bedient, nämlich der Impulslaufzeit.

#### Prinzip des Echo-Messverfahrens

Das Gerät sendet in periodischer Folge kurze Impulse definierter Form bezüglich Anstiegzeit, Halbwertbreite und Amplitude in das zu untersuchende Koaxialpaar. An den Fehlerstellen wird ein Teil der Energie reflektiert, die zum Anfang der Leitung zurückläuft, diese Echoimpulse werden verstärkt und neben dem Sendeimpuls entsprechend ihrer Laufzeit verschoben auf der Zeitachse eines Oszilloskops sichtbar gemacht. Die Grösse der Amplitude ist ein Mass für die an der Fehlerstelle auftretende Reflexion; die Form des Echos erlaubt Rückschlüsse auf die Art des

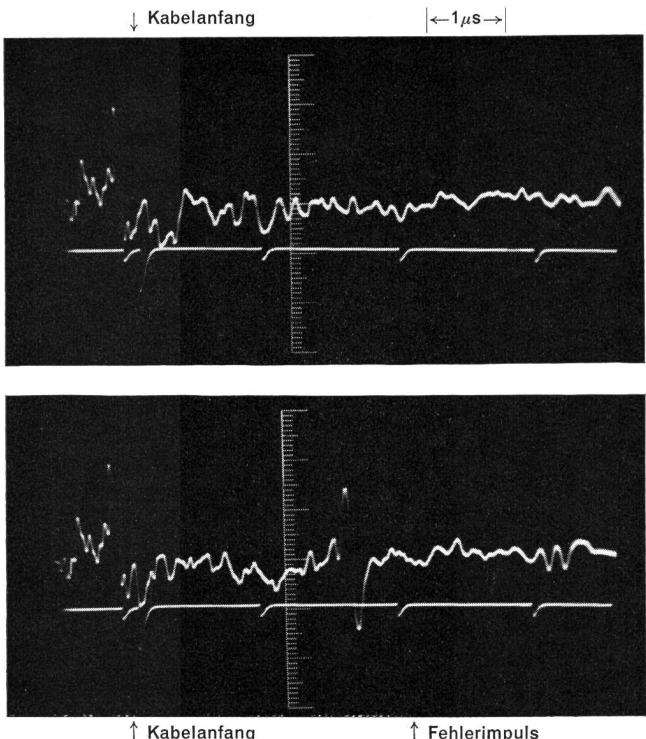


Fig. 35  
Echobilder: oben gut, unten mit Fehlerimpuls einer Reflexion schlechter 48 dB

Fehlers, während aus dem Zeitintervall von der Impulsaus-  
sendung bis zum Eintreffen der Echos die Entfernung zur  
Fehlerstelle bestimmt werden kann (Fig. 35).

Diese Messmethode bietet gegenüber andern Verfahren den grossen Vorteil, dass die verschiedenen Fehler und Unregelmässigkeiten im Kabel nach Grösse, Art und örtlicher Lage voneinander getrennt wiedergegeben werden, so dass durch direkte Beobachtung des Oszillogramms die einzelnen Abschnitte eines Kabels leicht miteinander verglichen werden können.

Die Qualitätskontrollmessungen auf den Kleinkoaxialanlagen während der Montage werden wie folgt ausgeführt.  
*Messgerät:* Impuls-Echomesser TO5/7-60 von *Kieler und Howaldt*.

Impulsgenerator TO5/62.00 Halbwertbreite des  
Messimpulses 40 ns.

#### *Messanordnung*

(Figur 36)

Die geradlinige Leitungsführung der Kleinkoaxialkabelanlagen hat zur Folge, dass die Messpunkte häufig weitab der Strasse liegen. Es ist deshalb oft unmöglich, mit dem Messwagen in unmittelbare Nähe der Messpunkte zu gelangen. Deshalb musste die Anordnung so gewählt werden, dass zwischen dem Kabelende und dem Messwagen (Fig. 37) bis zu 100 m Kabel zwischengeschaltet werden können.

Dies wird erreicht, indem auf der Kabelnachbildungsseite ein echometrisch genau abgeglichenes, gleiches Messkabelstück eingeschaltet wird.

#### 7. Die Druckprobe

Nachdem die einzelnen Kabellängen innerhalb eines Verstärkerfeldes zusammengespleist sind, werden die 3 km langen Kabelsektionen mit Luft von etwa 1 Atü gefüllt. Die erste Druckablesung kann erst nach einem Monat erfolgen, da die Erfahrung gezeigt hat, dass der Druckausgleich in Kleinkoaxialkabeln gegenüber gewöhnlichen Telefoniekabeln sehr langsam vor sich geht. Die Kontrollen werden sehr genau ausgeführt. Es ist vorgesehen, die Kleinkoaxialkabelanlagen mit einer Drucküberwachungseinrichtung auszurüsten. Dies erfordert eine möglichst drucksichere Installation der Kabel. Schon sehr kleine Verluste werden mit der Freon-Eingrenzungsmethode geortet und behoben.

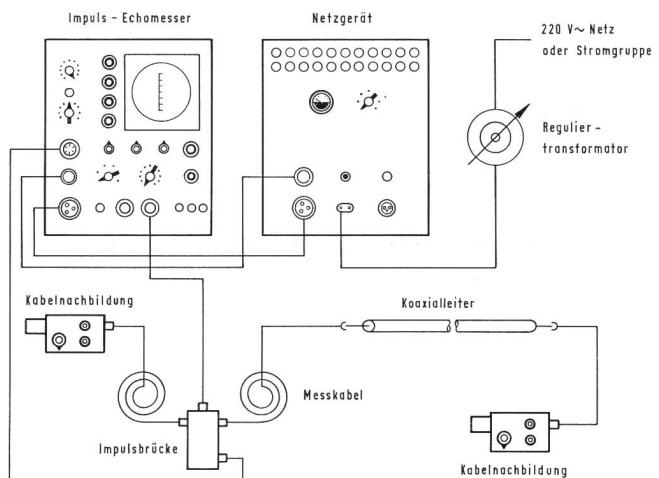


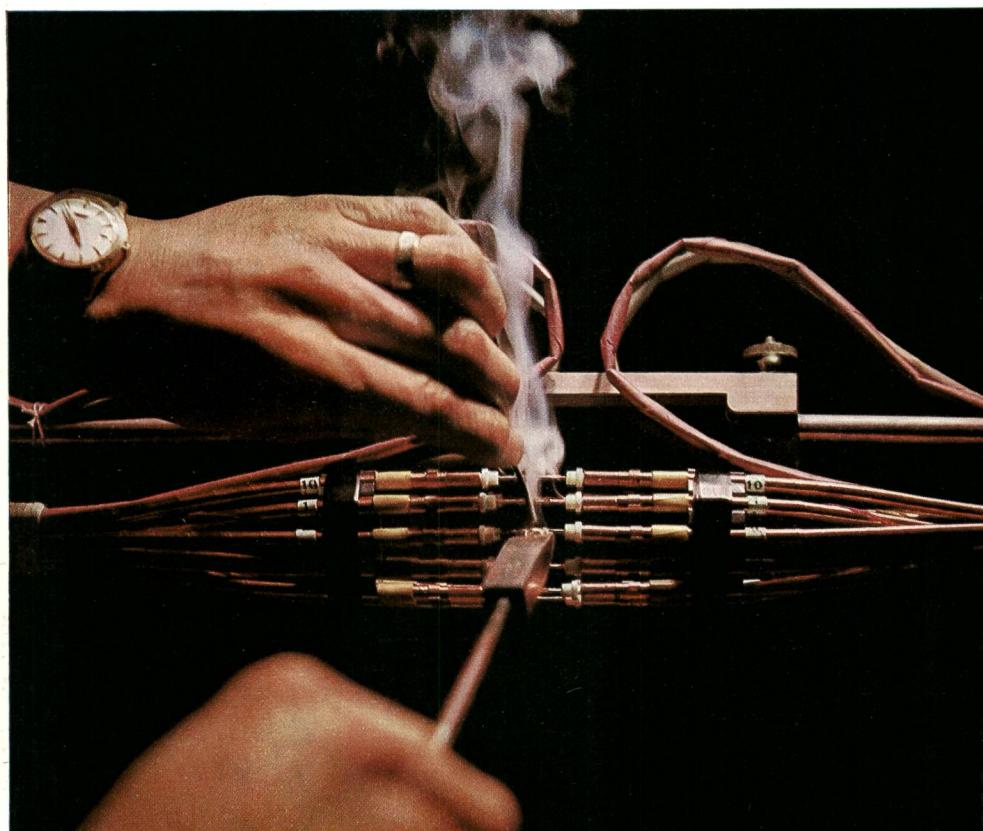
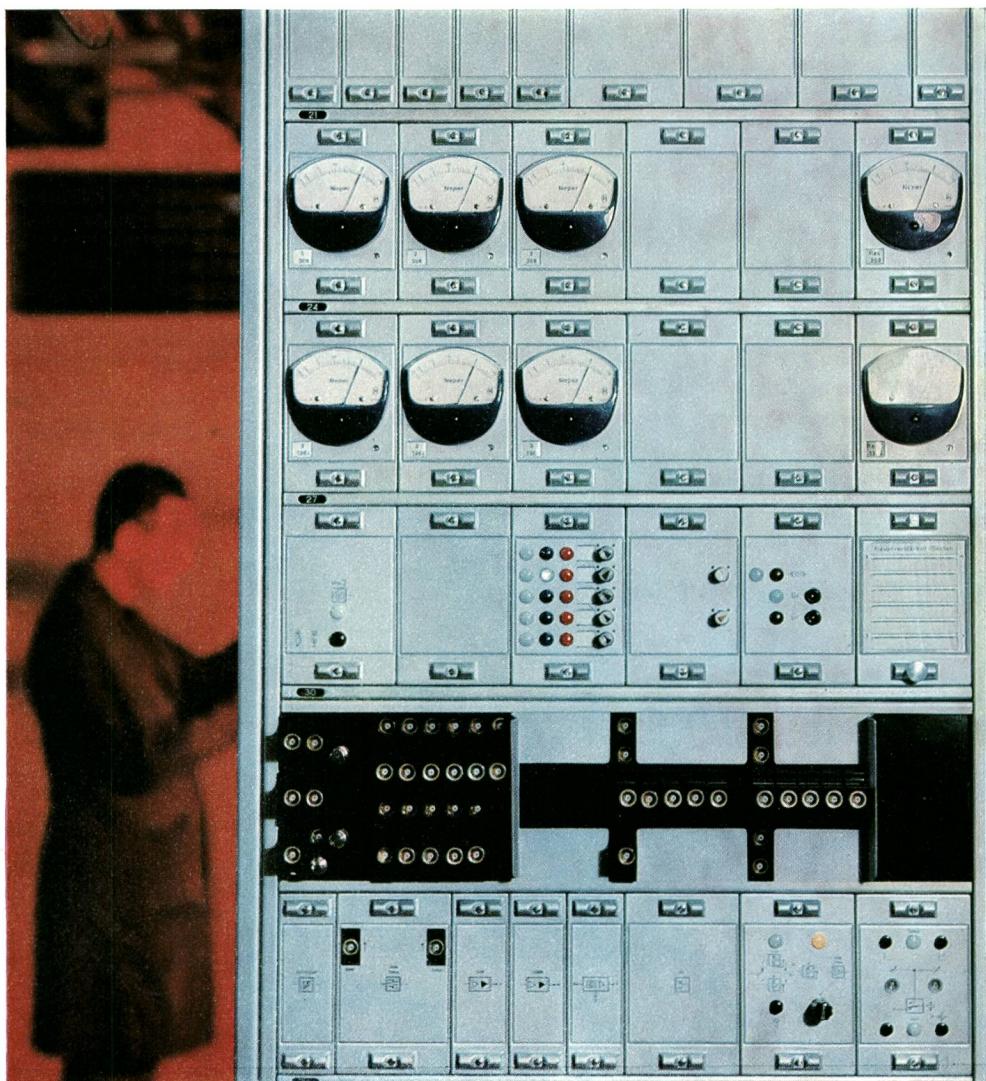
Fig. 36  
Anordnung zur Messung von Koaxialleitern



Fig. 37  
Echometer-Wagen

Teil einer Kleinkoaxial-  
Endausrüstung

Partie d'un équipement  
terminal de câble à petites  
paires coaxiales



Kleinkoaxialkabel-Spleissung.  
Löten eines Innenleiters

Epissure d'un câble à petites  
paires coaxiales. Soudure  
d'un conducteur intérieur