

Grundwissen des Fernmeldedienstes

Band X

Unterrichtliches Fernmeldebau



Herausgeber: Deutsche Postgewerkschaft, Verlag GmbH.

Frankfurt am Main, Savignystraße 43

Grundwissen des Fernmeldedienstes

Band X

Unterirdischer Fernmeldebau

Teil II

Herausgeber: Deutsche Postgewerkschaft, Verlag GmbH.

Frankfurt am Main, Savignystraße 43

Vorwort

Mit diesem Band X der Reihe „Das Grundwissen des Fernmeldedienstes“ wird der Fernmeldebaudienst fortgesetzt. Dieser Band behandelt den zweiten Teil des unterirdischen Fernmeldebaudienstes. Während der Band IX das unterirdische Ortsnetz, die Kabelarten und die Verzweigereinrichtungen behandelt, werden hier die Kabelkanalanlagen, das Einziehen von Röhrenkabeln und die Kabellöt- und Spleißarbeiten besprochen.

Bei der **zunehmenden Bedeutung des unterirdischen FB-Dienstes** werden die Bände IX und X von den FLehrl, FPrakt, FArb, FBHandw, BTrf und Entstörern begrüßt werden. Mögen auch diese Bändchen als Lehr-, Lern- und Nachschlagewerk allen Praktikern des FB-Dienstes Helfer und Ratgeber sein.

Frankfurt am Main, im August 1955
Savignystraße 43

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Bau eines Kabelkanals	7
1. Allgemeines	7
2. Das Fernmeldebauezeug und das Fernmeldebaugerät für den Bau eines Kabelkanals	7
3. Planung eines Kabelkanals	10
4. Die Bauausführung	12
a) Maße der Schächte	12
b) Maße der Kanalgräben	14
c) Bau eines gemauerten Schachtes	14
d) Gemauerter Schacht mit Stahlbeton-Fertigdecke	16
e) Stahlbeton-Fertigschacht	18
f) Schacht aus Stampfbeton	24
g) Bau des Kabelkanals	24
h) Berücksichtigung der Fremdanlagen	26
II. Einziehen von Röhrenkabeln	27
1. Die Kabelwinden	27
2. Das FBG	28
3. Das Röhrenkabel wird eingezogen	31
III. Welches Fernmeldebauezeug und Fernmeldebaugerät ist not- wendig, um Kabellöt- und Spleißstellen herzustellen	33
1. FBZ für Kabellöt- und Spleißstellen	33
a) Kabelmuffen	33
b) Kondensatormuffen	36
c) Spulenkästen	37
d) Lötzinn	38
e) Verguß- und Abbrühmasse	38
f) Lötzubehör	39
2. FBG für Kabellöt- und Spleißarbeiten	39
a) Kabellöterzelte	39
b) Kabellöt- und Trockenöfen	41
c) Kabelschachtbeleuchtung	41
d) Benzinlötgeräte	42
e) Propangas-Schweiß- und Lötgeräte	42
f) Elektrische LötKolben	45
IV. Die Kabellöt- und Kabelspleißarbeiten	46
1. Vorbereitungsarbeiten	46
2. Grundsätzliches über das Löten und Schweißen	48
a) Vorarbeiten für das Herstellen einer Lötstelle	48
b) Das Zulöten einer Muffe	48
c) Andere Lötarbeiten	49
d) Schweißen von Kupfer- und Aluminiumadern	50

3. Grundsätzliches über das Anfertigen der Spleißstellen	51
a) Das Vorrichten der Kabelenden	51
b) Das Abbrühen von Kabeladern mit Abbrühmasse	52
c) Prüfen der Kabeladern bei Löt- und Spleißarbeiten	52
d) Anfertigen der Würgestellen	55
4. Herstellen von Spleißstellen	57
a) Spleißstellen in Röhrenkabeln	57
b) Spleißstellen in Erdkabeln	58
c) Knotenverbindungen in papierisolierten Kabeln	59
d) Spleißstellen in Fern- und Bezirkskabeln	60
5. Herstellen von Kabelabschlüssen	61
a) Abschließen der Kabel in Abschlußmuffen	61
b) Abschließen der Kabel in Endverschlüssen	64
c) Abschließen der Kabel an Sicherungsleisten und an Trennleisten	64
6. Bespulen der Kabel	66
7. Kondensator- und Kreuzungsausgleich	66
V. Prüfen und Trocknen der Kabel mit Druckluft	67
1. Die Druckluft-Prüfeinrichtung	67
2. Prüfen der Kabelmäntel und Lötuffen mit Druckluft	69
3. Trocknen der Kabel mit Druckluft	71
Anlagen	
1. FTZ-NORM für Kabelschächte	72
2. Berechnung von Kanalgräben	77
3. Ausrüsten der Linien- und Kabelverzweiger mit Endverschlüssen	79

I. Bau eines Kabelkanals

1. Allgemeines

Kabelkanäle werden in **Hauptkanäle** und **Verteilungskanäle** unterschieden; sie bestehen aus den **Kabelformstücken**, den **Kabelschächten** und den **Abzweigungskästen**.

Obwohl es teurer ist als das Auslegen von einem oder auch mehreren Erdkabeln, werden Kabelkanäle aus folgenden Gründen gebaut: Unsere Industrie, der Handel und das Gewerbe, kurz alle Wirtschaftszweige entwickeln sich stetig. Dadurch steigt auch weiterhin der Bedarf an Fernsprechan schlüssen, die Sprechstellendichte wird weiter anwachsen, es müssen immer mehr Fernsprechan schlüsse eingerichtet werden. Wird dem durch die Entwicklung bedingten stetig anwachsenden Bedarf an Kabeln dadurch begegnet, daß in Abständen von wenigen Jahren zu den vorhandenen Kabeln immer wieder neue hinzugelegt werden, würde dieses Verfahren nicht wirtschaftlich sein. Außerdem kommt hinzu, daß die Straßendecken moderner Straßen in sich statisch so aufgebaut sind, daß sie dem heutigen Verkehr gerecht werden; durch jede Veränderung – also auch dadurch, daß Erdkabel in die Straßen gebettet werden – wird das statische Gefüge der Straßendecken so beeinflußt, daß es schwer ist, den alten hochwertigen Zustand wieder herzustellen. Auch werden es die Straßenbauverwaltungen nicht zulassen, daß die Straßen allzuoft aufgebrochen werden, um Erdkabel zu verlegen.

Um diese Nachteile zu vermeiden, könnten gleich auf einmal so viele und hochpaarige Kabel verlegt werden, daß der Bedarf für längere Zeit – angenommen 25 Jahre – gedeckt wäre. Um das durchführen zu können, müßten aber erhebliche Geldmittel zur Verfügung stehen, außerdem würden diese Kabel über lange Zeiten ungenutzt in der Erde liegen, sie wären totes Kapital, das keine Zinsen einbringen würde.

Ist eine stetig zunehmende Entwicklung abzusehen, entschließt sich die DBP – besonders in Städten – Kabelkanäle zu bauen. Diese Kanäle werden dann gleich mit soviel Zügen ausgerüstet, daß die zur Zeit des Baues benötigten und voraussichtlich in den nächsten Jahrzehnten erforderlich werdenden Kabel aufgenommen werden können. Durch den Bau der Kabelkanäle ersparen sich die hohen Kosten für Aufbruch und Wiederherstellen der hochwertigen Straßendecken.

2. Das Fernmeldebauezeug und das Fernmeldebaugerät für den Bau eines Kabelkanals

Um einen Kabelkanal zu bauen, wird folgendes **FBZ** hauptsächlich benötigt:

Kabelformstücke (Kf) können ein-, zwei-, drei- und vierzünftig bezogen werden. Wir unterscheiden die – meist verwendeten – ganzen Kf und die geteilten Kf, die aus zwei Teilen – einem Unter- und einem Oberteil – bestehen. Die ganzen Kf werden benutzt, wenn ein Kabelkanal neu erstellt wird; sollen aber bereits in der Erde liegende Kabel nachträglich in einen Kabelkanal aufgenommen werden, werden die geteilten Kf verlegt. Auch werden geteilte Kf dann benutzt, wenn ein durch äußere Einflüsse beschädigter Kabelkanal wieder instandgesetzt werden soll.

Alle Kf sind von gleicher Länge. Sie sind vom Falz bis zur Nute – jedoch ohne diese gemessen – 1 m lang. Um die Kf gut zusammenfügen zu können, ist die eine Stirnseite eines jeden Kf als Falz, die andere als Nute geformt; Falz und Nute passen ineinander. Die Breite und das Gewicht der Kf können aus nachstehender Tabelle entnommen werden.

Züge	1	2	3	4
Breite in cm	15	27	38	50
Gewicht in kg	30	50	68	85

Um Betriebsunfälle zu verhüten, empfiehlt es sich, die Gewichte der einzelnen Kf zu wissen. Das **Kf für Hauseinführungen** ist kürzer, schmaler ($75 \times 8 \times 8$ cm) und deshalb auch leichter als die anderen Kf. Die Züge der Kf haben einen Durchmesser von 100 mm – die der Kf für Hauseinführungen einen Durchmesser von 40 mm – und sind mit einer Bitumenschicht versehen. Die beiden Stirnseiten der Kf enthalten an ihren oberen Ecken je ein rundes, etwa 5 cm tiefes Loch, in das ein **Stahldorn** eingeführt wird, wenn die Kf zusammengefügt werden. Dieser Stahldorn wird zwar als „**stähler Haltedorn**“ bezeichnet, hat jedoch nicht die Aufgabe, die Kf aneinander- oder zusammenzuhalten, mit ihm werden vielmehr die Kf ausgerichtet, also gewissermaßen justiert.

Ein **Abzweigkasten (Ak)** wird benötigt, wenn ein Kabel aus dem bisherigen Kanalverlauf abzweigen soll. Er wird in den **Verteilungskanal** eingesetzt.

Der Ak ist einfach aufgebaut, er besteht aus folgenden **fünf bzw. sechs Einzelteilen**:

- dem **ein- oder zweiteiligen Boden**,
- dem **Kastenstück** – neuerdings auch **Kastenrahmen** genannt –,
- dem **Deckelrahmen**,
- dem **Deckel** und – falls erforderlich –
- dem **Zwischenrahmen**.

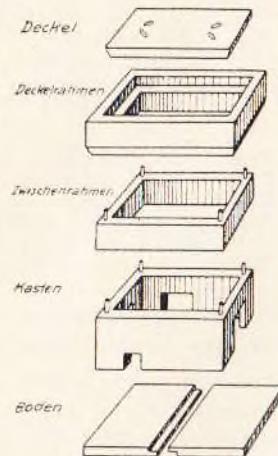


Abb. 1
Abzweigkasten

Alle Einzelteile sind aus Stahlbeton gefertigt.

Die **lichten Maße** des Ak betragen:

65 cm × 40 cm × 31 cm.

Damit auftretende Gase aus dem Kanal entweichen können, ist der Deckel des Ak mit **Gußfüllen** oder mit **Entlüftungsschlitzen** versehen. Durch diese Entlüftungsschlitze kann aber Regenwasser und Straßenschmutz in den Ak eindringen; es besteht die Gefahr, daß der Verteilungskanal verschlammte. Um zu vermeiden, daß Schmutzwasser in den Ak eindringen kann und so der Verteilungskanal verunreinigt wird, wird unterhalb des Ak-Deckels eine Schmutzschale mittels zweier Stangen in den Ak eingehängt.

Muß der Verteilungskanal tiefer als normal gelegt werden, ist der Ak aus Ziegeln zu mauern, weil ein gelieferter Ak nicht verwendet werden kann; es besteht auch die Möglichkeit, den Kastenrahmen mit Ziegelsteinen zu untermauern.

Kabelschächte schließen normalerweise die **Hauptkanäle** an beiden Enden ab und werden in die Hauptkanäle eingebaut; hier haben auch die Verteilungskanäle ihren Ausgang.

Bis vor kurzem wurden Kabelschächte fast ausschließlich aus Ziegelsteinen mit Zementspeis (Mörtel) gemauert oder aus Stampfbeton gefertigt; die Sohle ist hier in jedem Falle aus Stampfbeton. Liegt ein Kabelschacht in der **Gehbahn**, besteht seine **Decke** jetzt noch in vielen Fällen aus einzelnen **Eisenbetonplatten**, die in einer Anordnung verlegt werden, die durch die Buchstaben A, B, C gekennzeichnet wird. Die **Fahrbahn-Schachtabdeckung** besteht dagegen aus einer **Eisenkonstruktion**, deren Doppel-T-Träger (I) aus Flußstahl so ineinandergeflanscht sind, daß der Zwischenraum mit Ziegelsteinen und Zementmörtel ausgemauert werden kann. Die **Einstiegsöffnungen** werden bei beiden Abdeckungsarten durch einen **gußeisernen Rahmen** und durch **Schachtdeckel** verschlossen. Nachdem der Kabelschacht fertiggestellt ist, wird die Straßendecke – Pflaster, Makadam, in der Gehbahn Zementplatten usw. – wieder so hergestellt, daß nur der Schachtdeckel frei bleibt; die Straßendecke wird also auch auf das gemauerte Trägergerüst – die Schachtdecke – aufgebracht.

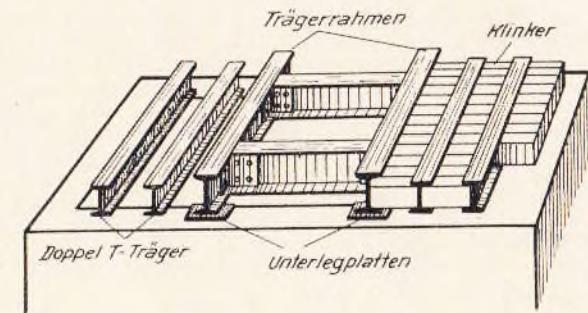


Abb. 2
Decke eines Kabelschachtes aus Doppel-T-Trägern

Neuerdings verwendet die DBP in bestimmten Fällen sogenannte **Stahlbeton-Fertigschächte**, die auch eine **Fertigdecke** besitzen. Auf diese Ausführung kommen wir später noch zu sprechen.

Wir müssen immer damit rechnen, daß **Gase** – besonders **Leuchtgas** aus benachbarten Gasleitungen – in unsere Kanäle eindringen. Um Explosionen und Brände zu verhüten, wird **ein Teil der Schachtdeckel** – vornehmlich die der **hochgelegenen Schächte** – mit **Entlüftungsschlitzen** versehen, durch die eingedrungen

gene Gase entweichen können. Diese Entlüftungsschlitze haben jedoch den Nachteil, daß Regenwasser und Straßenschmutz durch sie in den Schacht eindringen können. Dem helfen **Schmutzfänger** bis zu einem gewissen Grade ab, sie werden unterhalb der Entlüftungsschlitze angebracht und bestehen aus einem zylinderförmigen Topf mit Henkel und aus einer Tragegange aus Rundeisen.

Die **Abdichtschalen** gehören auch zum FBZ. Sie sollen – je nach Bedarf – sowohl freie als auch besetzte Kanalzüge gegen Wasser abdichten und Schädlingen – z. B. Ratten – den Zutritt unmöglich machen.

An **FBG** wird benötigt:

Der Richtdorn wird wie folgt mit seinen Anhängern beim Auslegen der Kf – möglichst in jedem Zuge ein Richtdorn – mitgezogen; er wird in das erste Kf eingeführt, nachdem das zweite Kf verlegt ist nachgezogen und so fort. Der Richtdorn ist aus Stahlrohr oder Hartholz und mit einem Lederreißer und einer Bürste ausgerüstet. Der Durchmesser des Richtdornes ist um etwa 3 mm kleiner als der des Kanalzuges, dagegen ist der der Lederscheibe etwas größer.

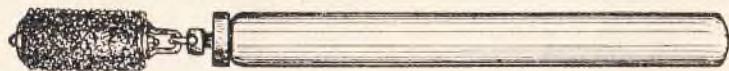


Abb. 3
Richtdorn

Wird der Richtdorn durchgezogen, wird gewährleistet, daß die Kf gradlinig verlegt werden, während die Anhänger die Kanalzüge gleichzeitig von eingedrunenem Sand oder Schmutz reinigen. Ist sicher, daß kein Schmutz in die Kanalzüge eingedrungen ist, wird nur der Richtdorn durch die Züge geführt – so hat es sich in der Praxis als zweckmäßig erwiesen. Dabei soll der Richtdorn, nachdem je ein Kf verlegt ist, mehrmals vor- und zurückbewegt werden. Ergibt dieses Hin- und Herbewegen einen hör- oder fühlbaren Anschlag, wird angezeigt, daß die Kf in der Höhen- oder Seitenlage ungenau zueinander liegen, die Kf sind dann entsprechend nachzurichten. Durch dieses Verfahren wird auf einfache Weise erreicht, daß die Züge mit größter Sicherheit einwandfrei verlaufen. In jedem anderen Falle besteht die Gefahr, daß später, wenn die Kabel eingezogen werden, der empfindliche Bleimantel der **Röhrenkabel** an den Stoßstellen nicht genau eingepaßter Kf beschädigt wird. Diese Gefahr ist bei hochpaarigen, also dicken Kabeln besonders groß.

Die **Hebezangen** gehören auch zum FBG, mit ihnen werden die Schachtdeckel ausgehoben.

3. Planung eines Kabelkanals

Jeder Kabelkanal muß vor der eigentlichen Bauausführung gründlich geplant werden, weil er sehr teuer ist und für lange Zeit seinen Zweck erfüllen soll. Wichtig ist die Frage, in welchem Teil der Straße der Kabelkanal zu liegen kommen soll, ob im Bürgersteig oder in der Fahrbahn. Diese Entscheidung hängt aber nicht nur von der Planungsstelle des Fernmeldebauamtes ab, vielmehr ist die Lage der bereits in der Straße liegenden fremden Anlagen (Gas, Wasser, Starkstrom, Kanalisation usw.) zu berücksichtigen. Vor allen Dingen ist folgender Grundsatz bei der Planung und auch später bei der Bauausführung unter allen Umständen zu beachten:

„Der Kabelkanal muß zwischen zwei Schächten im sogenannten ‚Tafelschnitt‘ liegen, d. h. er kann zwischen zwei Schächten weder nach oben oder nach unten, noch nach der einen oder der anderen Seite abgeknickt werden.“

Das bedeutet, daß der Kanalgraben zwischen zwei Schächten in seiner vollen Tiefe ausgehoben werden muß, bevor mit dem Auslegen der Kf begonnen wird. Es ist also nicht möglich – wie beim Erdkabel oder wie beim Auslegen von Vollrohren –, erst die eine Seite der Straße aufzubrechen, die Kf zu verlegen, den Graben zu verfüllen und danach erst die andere Hälfte aufzubrechen usw. Das ist nur dann möglich, wenn es durchaus sicher ist, daß sich in der zweiten Straßenhälfte keine Hindernisse in Form anderer Versorgungsanlagen usw. befinden. Besteht diese Sicherheit nicht, ist die Gefahr gegeben, in der zweiten Hälfte auf solche Hindernisse zu stoßen, die eine größere Tiefe der Grabensohle verlangen; der Kabelkanal müßte dann also abgeknickt werden.

Es ist daher wichtig, zuerst anhand eines Planes des betreffenden städtischen Tiefbauamtes die bereits in der Straße liegenden fremden Anlagen festzustellen. Dann soll untersucht werden, ob es möglich ist, den Kanal in den Bürgersteig zu legen, weil er hier „ruhiger“ liegt als in der Fahrbahn und später die Kabelschächte zu Löt- und Reinigungsarbeiten ungestörter geöffnet werden können, ohne daß der Verkehr behindert wird. Außerdem ist es billiger, den Kanal in den Bürgersteig zu legen, weil hier nur 50 cm, in der Fahrbahn jedoch 60 cm Mindestabdeckung erforderlich sind; es braucht also weniger Erde ausgehoben und bewegt zu werden. Nur wenn im Bürgersteig kein Platz mehr ist, wird der Kabelkanal in die Fahrbahn gelegt. Es wäre günstig, den Kabelkanal in den Scheitelpunkt – also in die Mitte – der Straße zu legen, weil sonst ablaufendes Regenwasser durch die Entlüftungsschlitze der Schachtdeckel in die Schächte rinnt. Außerdem kann der Verkehr – bei genügend breiter Straße – links und rechts an den Schächten ungehindert vorbeifluten. In den meisten Fällen ist es jedoch nicht möglich, den Kabelkanal in den Scheitelpunkt der Fahrbahn zu legen, weil hier meist der Hauptabwasserkanal liegt.

Nachdem entschieden ist, ob der zu bauende Kanal in den Bürgersteig oder in die Fahrbahn zu liegen kommt, wird seine **Gesamtstrecke** in **Teilstrecken** aufgeteilt. Die Länge der Teilstrecken richtet sich nach der Fabrikationslänge des hochpaarigsten der einzuziehenden Kabel, soll jedoch zwischen 80 und 150 m liegen.

Wie schon beschrieben, beginnt und endet jede Kanalstrecke mit einem Schacht. Ein **Lötschacht** wird gebaut, wo vom **Hauptkanal** ein **Seitenkanal** abzweigt und da, wo eine Kabellänge (Fabrikationslänge) endet und die nächste beginnt. In **Kurven**, wo der Kanal seitlich abgeknickt wird oder wo **Höhenunterschiede** zu überwinden sind, wird ein **Hilfsschacht** gesetzt. Führt der Kanal an einer bedeutenden Nebenstraße vorbei und muß damit gerechnet werden, daß in absehbarer Zeit auch durch diese Nebenstraße ein Kabelkanal verlegt wird, ist auch hier ein Schacht in den Kanal einzubauen. Ferner ist immer vor und hinter Brücken ein Kabelschacht zu setzen.

Die Zahl der Kanalzüge richtet sich nach der Zahl der sogleich nach Fertigstellung des Kanals einzuziehenden Kabel zuzüglich der voraussichtlich noch hinzukommenden Kabel, wenn das ON vollständig ausgebaut wird. Im Durchschnitt wird ungefähr die doppelte Anzahl der vorhandenen Kabel angenommen.

Es sei noch einmal kurz zusammengefaßt, was bei der Festlegung der **Schächte** und bei ihrer **Einordnung** in die **Kanalstrecken** zu beachten ist:

1. Jede Kanallinie beginnt und endet mit einem Schacht.
2. An den Stoßstellen zweier Fabrikationslängen des hochpaarigsten Kabels muß ein Lötschacht gebaut werden – je hochpaariger das Kabel, um so kürzer ist die Fabrikationslänge; deshalb richtet sich die Länge der Teilstrecken nach dem dicksten Kabel –.

3. In den Kurven ist der Knickpunkt durch einen Hilfs- oder Ziehschacht zu bilden.
4. Größere Höhenunterschiede sind nur in einem Hilfsschacht zu überwinden.
5. Der Abgang eines Seitenkanals erfolgt von einem Löttschacht.
6. Gegebenenfalls ist am Abgang einer wichtigen Seitenstraße ein Löttschacht zu bauen.
7. Die Schächte dürfen höchstens 150 m auseinander liegen.

4. Die Bauausführung

Die Deutsche Bundespost wird stets einen Unternehmer beauftragen, die Kabelkanäle und die dazugehörigen Schächte zu bauen. Diese Unternehmerarbeiten sind aber in jedem Falle von Angehörigen der Verwaltung zu überwachen, damit diese umfangreichen Bauvorhaben ordentlich und richtig ausgeführt werden. Für diese Überwachung werden ein oder mehrere FBHandw oder FARb eines Fernmeldebautrupps abgestellt, die voll verantwortlich dafür sind, daß die Arbeiten richtig durchgeführt werden. Es ist deshalb für FBHandw und FARb unbedingt erforderlich, sich mit der Bauausführung und mit allen dabei vorkommenden Arbeiten vertraut zu machen. Alle Bauaufsichten sollen immer daran denken, daß der Bau eines Kabelkanals teuer ist und daß ein Kabelkanal viele Jahre seinen Zweck erfüllen soll.

Um den Bauaufsichten die verantwortungreiche Aufgabe zu erleichtern, soll im folgenden die Bauausführung eines Kabelkanals eingehend besprochen werden, und zwar so, als ob diese Arbeiten von einem Fernmeldebautrupp selbst ausgeführt werden.

Lassen es die Verkehrsverhältnisse zu, werden die erste und die zweite Schachtgrube und der dazwischenliegende Kanalgraben zu gleicher Zeit ausgehoben; ist dies nicht der Fall, wird zuerst der Kanalgraben ausgeschachtet.

4a) Maße der Schächte

Um diese Schachtarbeiten durchführen zu können, muß bekannt sein, wie groß die Schachtgrube und wie breit und wie tief der Kanalgraben sein muß.

Die **lichten Maße eines normalen Löttschachtes** sind:

- a) Länge: 1,90 m,
- b) Breite: 1,20 m,
- c) Tiefe: 1,65 m.

Für einen **normalen Hilfsschacht** – auch Ziehschacht genannt – gelten folgende **lichte Maße**:

- a) Länge: 1,50 m,
- b) Breite: 1,20 m,
- c) Tiefe: 1,65 m.

Diese Maße geben die Normgrößen der Schächte an, von denen nur im Bedarfsfälle abgewichen werden soll. Beim Ausheben der Schachtgrube müssen aber noch die **Wanddicke** des zu bauenden Schachtes und der **Abstand der Schachtwand zum Erdreich** berücksichtigt und zu den lichten Maßen hinzugerechnet werden. Der Abstand der Schachtwand zum Erdreich ist notwendig, um an der Schachtaußenwand, die verputzt oder verstrichen werden muß, arbeiten zu können.

Die **Wanddicke der Schächte** ist von der Lage des Schachtes abhängig. **Anlage 1** gibt eine Übersicht über die Wanddicken der verschiedenen Schächte und über ihre Monierung.

Die Außenseite der Schachtwand soll rd. 15 cm **Abstand zum umgebenden Erdreich** haben. Wird die **Tiefe** der Baugrube festgelegt, sind **folgende Zuschläge zu berücksichtigen**:

- a) die **Sohle** jedes Schachtes muß **15 cm dick** sein;
- b) die **Dicke der Decke** beträgt bei den bisher meist **gebräuchlichen Decken aus Profileisen** usw. einschließlich der Unterlegeplatten **27 cm**, bei **Stahlbeton-Fertigdecken 20 cm**;
- c) außerdem wird bei den Stahlbeton-Fertigdecken noch eine sogenannte **Ausgleichsschicht** von mindestens **15 cm** (2 vermauerte Ziegelstein-einlagen) und bei den Decken aus Profileisen von mindestens **7 cm** (1 vermauerter Ziegelstein) für den Fall benötigt, daß die Straßenhöhe einmal geändert wird – sonst wäre die Deutsche Bundespost gezwungen, die schwere Stahlbeton-Fertigdecke bzw. die Decke aus Profileisen abzunehmen usw., wenn die Straße einmal tiefer gelegt werden sollte –;
- d) der gußeiserne **Schachtdeckelrahmen** ist **15 cm** hoch.

Werden alle angeführten Maße berücksichtigt, ergeben sich z. B. für die **Schachtgrube eines normalen Löttschachtes in der Fahrbahn folgende Abmessungen**:

a) Länge

1. Lichte Länge des Schachtes	1,90 m
2. Zwei Stirnwände zu je 38 cm Mauerwerk (angenommen)	0,76 m
3. Verputz an der Innenseite der beiden Stirnwände je 1½ cm	0,03 m
4. Abstand der Schachtwände zum Erdreich, je Stirnwand 15 cm	0,30 m
<hr/>	
Länge der Schachtgrube	2,99 m
	rd. 3,00 m

b) Breite

1. Lichte Breite des Schachtes	1,20 m
2. Zwei Stirnwände zu je 38 cm Mauerwerk (angenommen)	0,76 m
3. Verputz an der Innenseite der beiden Stirnwände je 1½ cm	0,03 m
4. Abstand der Schachtwände zum Erdreich, je Stirnwand 15 cm	0,30 m
<hr/>	
Breite der Schachtgrube	2,29 m
	rd. 2,30 m

c) Tiefe

1. Lichte Tiefe des Schachtes	1,65 m
2. Dicke der Sohle	0,15 m
3. Dicke der Stahlbeton-Fertigdecke	0,20 m
4. Ausgleichsschicht (2 Ziegelsteine zu je 6 cm mit insgesamt 3 cm Zementmörtel)	0,15 m
5. Höhe des gußeisernen Schachtdeckelrahmens	0,15 m
<hr/>	
Tiefe der Schachtgrube	2,30 m

Anhand des vorstehenden Beispiels können auch die Abmessungen anderer Schächte – Löttschacht im Bürgersteig oder Hilfsschächte – errechnet werden. Es empfiehlt sich, sich die Abmessungen des berechneten Löttschachtes in der Fahrbahn mit Stahlbetondecke einzuprägen. Die **lichten Maße** betragen:

$$1,90 \times 1,20 \times 1,65,$$

die **Abmaße der Schachtgrube** sind:

$$3,00 \times 2,30 \times 2,30;$$

daraus folgt, daß **15,87 m³**, rd. 16 Kubikmeter **Erde bewegt** werden müssen.

Wichtig ist, darauf zu achten, daß die Maße stets – nicht nur bei der Deutschen Bundespost – in folgender Reihenfolge angegeben werden:

1. Länge, 2. Breite, 3. Tiefe (auch Höhe, Dicke oder Stärke).

Hierbei ist es üblich, von **Dimensionen** zu reden. Obwohl dieses Wort ein Fremdwort ist, wird es aber in allen handwerklichen Berufen angewendet; es wird von der ersten (Länge), von der zweiten (Breite) und von der dritten Dimension (Tiefe) gesprochen.

4b) Maße der Kanalgräben

Der Kanalgraben muß so breit ausgehoben werden, daß **beiderseits** vom Kabelstück noch **ein 15 cm breiter freier Raum** – der sogenannte Arbeitsraum – vorhanden ist. Dieser **Arbeitsraum** ist erforderlich, damit die Stoßstellen der Kf an den Seiten ordentlich mit Zementmörtel abgedichtet werden können. Wird z. B. die Breite eines zweizügigen Kf mit 27 cm angegeben (Seite 8), muß der ausgehobene Kanalgraben $27 + 2 \times 15 = 57$ cm breit sein.

Der Kanalgraben muß so tief sein, daß **in Gehwegen mindestens 50 cm** und **in der Fahrbahn mindestens 60 cm** Erdreich als **Deckung** über dem fertigen Kabelkanal liegen kann.

Folgendes Beispiel soll erläutern, wie die Maße eines Kanalgrabens errechnet werden.

In der Fahrbahn soll ein Hauptkanal (2×4 Züge) und ein daraufliegender Verteilerkanal (einzügig) verlegt werden. Die Maße sind folgende:

a) Breite

1. Breite eines vierzügigen Kf	0,50 m
2. Arbeitsraum (beiderseits 15 cm)	0,30 m
Breite des Kanalgrabens	0,80 m

b) Tiefe

1. Erddeckung auf dem obersten Kf	0,60 m
2. Kf des Verteilerkanals	0,15 m
3. Mörtelschicht zwischen dem Kf des Verteilerkanals und dem obersten Kf des Hauptkanals	0,01 m
4. Oberes Kf des Hauptkanals	0,15 m
5. Mörtelschicht zwischen den beiden Kf des Hauptkanals	0,01 m
6. Unteres Kf des Hauptkanals	0,15 m
Tiefe des Kanalgrabens	1,07 m

Anlage 2 gibt Unterlagen für die Berechnung von Kanalgräben.

Bei **steinigem oder gar felsigem Boden** müssen bei der Tiefe noch **5 cm Mehraushub** berücksichtigt werden. Dieser Mehraushub wird mit **steinfreier Erde** wieder ausgefüllt, um eine **gute Sohle** herzustellen. Nur auf einer glatten Sohle können die Kf einwandfrei ineinandergespaßt werden.

4c) Bau eines gemauerten Schachtes

Sind die Baugruben nach den angegebenen Maßen ausgehoben, kann mit dem Bau der Schächte begonnen werden. Bei gemauerten Schächten müssen zuerst die Wände errichtet werden. Das Erdreich, in das der Schacht gesetzt wird, muß unbedingt stehen, d. h. es darf unter dem Gewicht des Schachtes nicht nachgeben, der Schacht darf nicht im Laufe der Zeit in das Erdreich einsinken. Sollte das Erd-

reich nicht fest genug erscheinen, ist die Grube etwas tiefer auszuheben und der Boden der Schachtgrube durch eine Lage Eisenbeton zu verstärken.

Der **Einlauf der Kf** in die Schachtwand wird dadurch etwas **trichterförmig** gestaltet, daß die Kf etwa 20 cm vor der Innenseite der Wand enden. Die Ecken des Mauerwerkes werden dann so abgeschrägt, daß – nachdem die Schachtwand verputzt ist – der Einlauf etwa wie ein viereckiger Trichter aussieht. Der Raum zwischen Mauerwerk und Kf muß besonders sorgfältig mit Zementmörtel verfügt werden, weil sich hier unter Umständen verschiedene Druckbelastungen auswirken und Risse entstehen können.

Die Steinschrauben für die **Kabelhalter** sind gleich beim Hochmauern der Schächte anzubringen. Ihre Höhe richtet sich nach der Höhe des Einlaufes der Kf in den Schacht. Der Kabelhalter besteht aus der Trageschiene, die an der Wand befestigt wird, und aus dem eigentlichen Kabelhalter, der an der Trageschiene verstellbar angebracht ist.

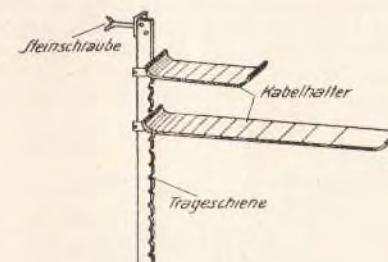


Abb. 4

Kabelhalter in Schächten aus Mauerwerk oder aus Beton

Erst, wenn das Mauerwerk entsprechend hoch gemauert und mit Zementmörtel verputzt ist, wird die 13 cm dicke **Schachtschale aus Beton** eingestampft. Die Schachtschale muß zur Mitte hin ein leichtes Gefälle haben, hier erhält sie eine Vertiefung – den sogenannten Sumpf –, um eingelaufenes Wasser ausschöpfen zu können. Auf diese Sohle wird dann eine 2 cm dicke Feinbetonschicht aufgebracht, wobei darauf zu achten ist, daß diese Feinbetonschicht spätestens am Tage nach dem Einstampfen der 13-cm-Schicht gelegt wird, weil sonst die beiden Betonschichten nicht miteinander abbinden.

Liegt der Schacht in wasserführendem Erdreich, erhalten die Außenseiten der Wände noch einen Anstrich aus Bitumen.

Jetzt wird der Schacht für zwei bis drei Tage so abgedeckt, daß kein Wasser eindringen kann. Liegt der Schacht im Bürgersteig, soll die Abdeckung so gelegt werden, daß sie den Schacht nicht belastet, sondern auf dem den Schacht umgebenden Erdreich aufliegt. Der abgedeckte Schacht kann dann für den Fußgängerverkehr freigegeben werden. In der Fahrbahn ist der abgedeckte Schacht für diese Tage zu sperren und der Verkehr um ihn herumzuleiten.

Nach dieser „Liegezeit“ wird der freie Raum zwischen der Außenseite der Schachtwände und dem Erdreich – der Arbeitsraum – wieder verfüllt. Diese Arbeit muß sorgfältig ausgeführt und die eingebrachte Erde gut festgestampft werden, weil sonst Nachsenkungen um den Schacht entstehen, die bei starker Belastung des Schachtes – z. B. durch Fahrzeuge – zu Beschädigungen oder gar zum Einsturz des Schachtes führen können. Im Teil 10 der FBO steht zwar, daß „fortschreitend mit den Aufbauarbeiten“ der Boden um die Schachtwände eingebracht und sorgfältig fest-

gestampft werden soll, dieses Verfahren birgt aber die Gefahr in sich, daß durch das Stampfen – besonders wenn Steine in der Einfüllmasse sind – die Ziegelsteine im frischen Zementmörtel aus ihrer Lage gedrückt werden. Auf jeden Fall würde der Abbindeprozeß des Zementmörtels ungünstig beeinflusst werden. Es sei darauf hingewiesen, daß Beton, wenn nicht ein besonders hochwertiger Spezialzement verwendet wird, 28 Tage braucht, um restlos abzubinden.

Nach der zwei- bis dreitägigen Liegezeit hat das Mauerwerk soviel abgebunden, daß, nachdem der Boden verfüllt ist, die **Schachtdecke** aufgelegt werden kann. Diese Decke wurde bisher in Gehwegen aus den mit Buchstaben gekennzeichneten Betonplatten hergestellt und bestand bei Schächten in der Fahrbahn aus den ausgemauerten Eisenträgerkonstruktionen, wie sie bereits auf der Seite 9 beschrieben wurde.

4d) Gemauerter Schacht mit Stahlbeton-Fertigdecke

Die oben geschilderte Schachtbauweise – Herstellung der Wände aus Ziegelmauerwerk unter Verwendung von Zementspeis, der Sohle aus Stampfbeton und den beiden beschriebenen Abdeckungen – war die bisherige Regelbauweise. Seit etwa zwei Jahren ist die Trägerrahmen-Decke, wie auch die Betonplattendecke für Gehwege durch die Stahlbeton-Fertigdecke fast völlig verdrängt worden.

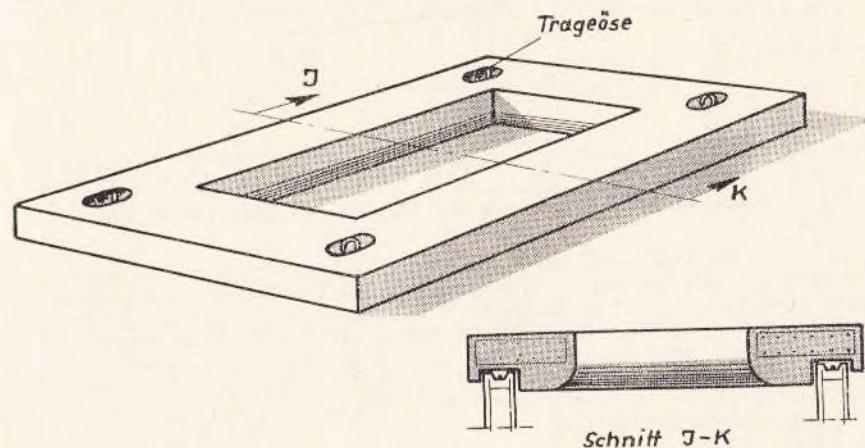


Abb. 5
Stahlbeton-Fertigdecke

Die Fertigdecke hat so große Vorteile, daß sie künftig – sowohl im Gehweg als auch in der Fahrbahn – fast nur noch verwendet wird. Sie beschleunigt den Arbeitsvorgang ganz erheblich dadurch, daß sie, wenn die Wände aus Mauerwerk fertiggestellt sind, im Gehweg sogleich, in der Fahrbahn nach einer Abbindezeit von zwei bis drei Tagen – je nach Jahreszeit und Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Erde – aufgelegt und auch sofort befahren werden kann, wenn die Wegeoberfläche um den Schachtdeckel wieder hergestellt ist. Im Gegensatz zu der Trägerrahmendecke entstehen hier auch keine Unterhaltungskosten mehr, weil das Entrosten und mehrmalige Streichen bei der Fertigdecke entfällt, weil ihre Eisenteile völlig von Beton umschlossen sind; auch das ist ein wesentlicher Vorteil.

Die Stahlbeton-Fertigdecke hat genau im lichten Maß des Schachtes an ihrer Unterseite eine Verdickung, gegen die sich die Schachtwände – wenn sie genau gemauert sind – nach innen anlegen. Dadurch sind die Schachtwände gegen Druck von außen geschützt, was besonders in der Fahrbahn wichtig ist. Bevor die Fertigdecke auf den gemauerten Schacht aufgelegt wird, ist auf dem oberen Rand des Mauerwerks eine etwa 5 – 6 cm dicke Zementmörtelschicht aufzutragen, damit sich die Decke mit dem Mauerwerk fest verbindet und keine undichten Stellen entstehen.

Ist die Stahlbeton-Fertigdecke auf den gemauerten Schacht aufgelegt, wird – wie bereits bei der Zusammenstellung der Maße auf den Seiten 12 und 13 beschrieben – auf die Einstiegsöffnung der Schachtdecke der gußeiserne Rahmen, der den eigentlichen Schachtdeckel aufnimmt, aufgesetzt. Der Rahmen kommt jedoch nicht unmittelbar auf die Decke selbst, sondern auf einen Kranz aus mindestens zwei Lagen Ziegelsteinen, die mit Zementmörtel vermauert werden. Diese Ausgleichsschicht ist erforderlich, falls die Straßenhöhe später geändert werden sollte. In letzter Zeit liefern die Herstellerfirmen gleich zu jeder Decke eine Anzahl 7 cm dicker Betonplatten mit, mit denen der Deckelrahmen anstelle der Ziegelsteine untermauert werden kann.

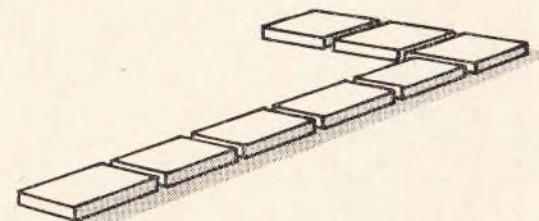


Abb. 6
Ausgleichplatten

Ist der Schachtdeckelrahmen aufgesetzt, kann die Straßendecke – Pflaster, Teermakadam usw. – wieder aufgebracht werden.

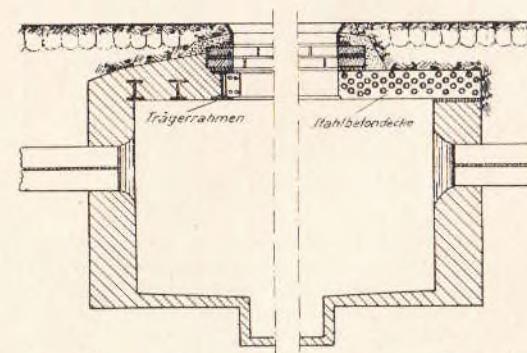


Abb. 7
Kabelschacht a) mit Trägerrahmen-Decke b) mit Stahlbetondecke

In der Abbildung 7 werden ein Kabelschacht mit Trägerrahmen-Decke und einer mit Stahlbeton-Fertigdecke zeichnerisch gegenübergestellt.

4e) Stahlbeton-Fertigschacht

Die Stahlbeton-Fertigdecken haben sich so gut bewährt, daß – in Anlehnung an die Schächte aus Betondielen (FBO, Teil 10, Anlage 10), die jedoch in der Praxis wegen mehrerer Mängel kaum verwendet wurden – Fertigschächte aus Stahlbetonteilen entwickelt wurden.

Sie werden in drei genormten Größen hergestellt:

$$150 \times 120 \times \frac{165}{180}, \quad 190 \times 120 \times \frac{165}{180} \quad \text{und} \quad 250 \times 150 \times \frac{165}{180}$$

Es ist zweckmäßig, einen Stahlbeton-Fertigschacht zu verwenden. Nur wenn wegen fremder Versorgungsanlagen von den genormten Schachtgrößen abgewichen werden muß, sollte ein Schacht aus Ziegelsteinen gemauert werden.

Da weder der Fertigschacht noch die Fertigdecke bis jetzt in die FBO aufgenommen werden konnten, das FTZ aber – nachdem ihre Zweckmäßigkeit festgestellt worden ist – angeregt hat, sie zu verwenden, sollen sie hier näher beschrieben werden.

Die Stahlbeton-Fertigschächte weichen in ihren Größen von den in § 15 des Teiles 10 der FBO festgelegten Normgrößen wie folgt ab:

Größe	Länge	Breite	Höhe	Wanddicke des Kabelschachtes	
	m	m		im Gehweg	in der Fahrbahn
	m	m	m	cm	cm
I	1,00	1,00	1,00/1,65	10	10
II	1,50	1,20	1,65/1,80	10	12
III	1,90	1,20	1,65/1,80	10	12
IV	2,50	1,50 2,50	1,65/1,80	10	12

Die Fertigbauteile sind aus Beton und werden im Rüttelverfahren hergestellt. Bei diesem Rüttelverfahren erhält der Beton eine wesentlich höhere Festigkeit, als wenn er gestampft werden würde. Deshalb werden die verhältnismäßig geringen Wanddicken von 10 bzw. 12 cm den Belastungen nach den neuesten Vorschriften besser gerecht als die dickeren Mauerwände. Der Stahlbeton-Fertigschacht besteht aus folgenden **Einzelbauteilen**, die in den Abbildungen 8 bis 17 dargestellt sind:

der Bodenwanne (Abb. 8), die in einem Stück, aber auch zweiteilig – längs- oder quergeteilt – geliefert wird;

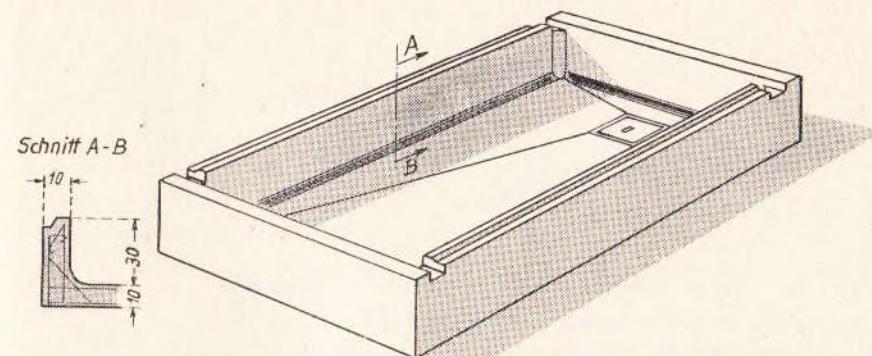


Abb. 8

Bodenwanne eines Fertigschachtes
den beiden Stirnwandrahmen mit Einlegebalken (Abb. 9 und 10);

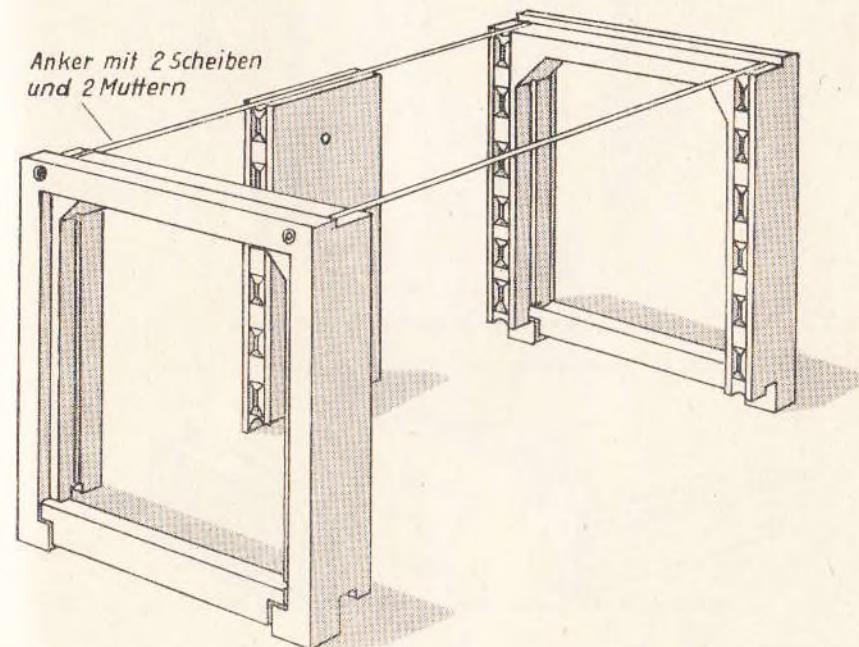


Abb. 9

Stirnwandrahmen eines Fertigschachtes

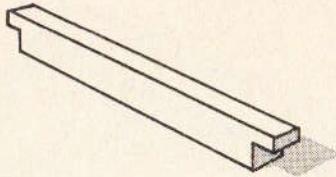
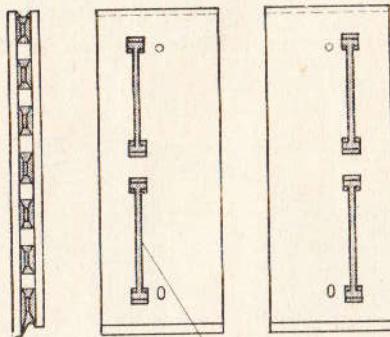


Abb. 10

Einlegebalken für einen Fertigschacht

den beiden Mündungstrichtern für diese Stirnwandrahmen;
den Wänddielen für die Längswände – normalerweise sechs – (Abb. 11);



Kabelhalterschlitz

Abb. 11

Wänddielen mit Kabelhalterschlitzen

den Fülldielen für die Stirn- und für die Längswände (Abb. 12, 13, 14);

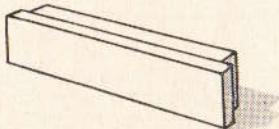


Abb. 12

**Fülldielen für den Fertigschacht
(Stirnwand)**

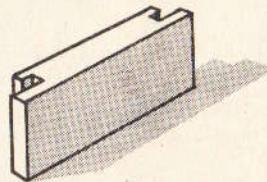


Abb. 13

**Fülldielen für den Fertigschacht
(Längswand)**

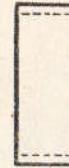


Abb. 14

Fülldielen für den Fertigschacht (Lotrecht)

den Backensteinen (Abb. 15);

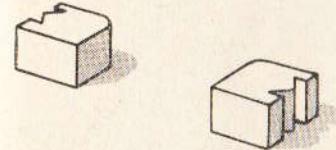


Abb. 15

Backensteine für einen Fertigschacht

den Füllsteinen (Abb. 16);

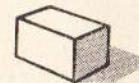


Abb. 16

Füllstein für den Fertigschacht

den Sohlen- oder Sturzbalken (Abb. 17) und



Schnitt G-H

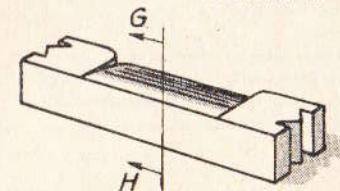


Abb. 17

Sohlen- oder Sturzbalken für einen Fertigschacht

den Rundeisenankern, die in Beton gebettet werden.

In der Abbildung 18 wird dargestellt, wie ein Stahlbeton-Fertigschacht zusammengebaut wird.

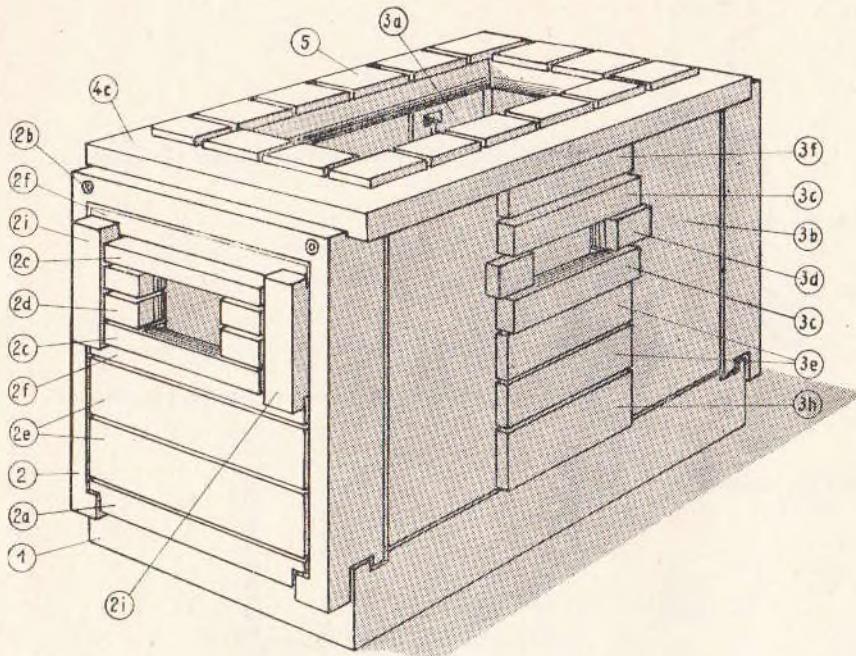


Abb. 18
Der Fertigschacht

- | | |
|----------|---|
| 1 | Wanne |
| 2 | Stirnwandrahmen |
| 2a | Einlegebalken |
| 2b | Anker mit 2 Scheiben und 2 Muttern |
| 2c | Sohlen- bzw. Sturzbalken |
| 2d | Backensteine |
| 2e/2f | Fülldielen (Stirnwand) waagrecht |
| 2i | Fülldielen (Stirnwand) lotrecht |
| 3a/3b | Wanddielen (Längswand) mit Kabelhalterschlitze |
| 3c | Sohlen- bzw. Sturzbalken |
| 3d | Backensteine |
| 3e/3f/3h | Fülldielen (Längswand) |
| 4c | Decke mit zweiteiliger Einstiegsöffnung und mit vier Tragösen |
| 5 | Ausgleichsplatten |

Die Einzelbauteile werden mit Zementmörtel abgedichtet. Die Wanddielen der Seitenwände können für den Fall, daß in einem Kreuzungsschacht ein oder mehrere Kabel auch seitlich einlaufen, durch einen Mündungstrichter ausgewechselt werden. Behindern bereits vorhandene Erdkabel das Einlassen der Wanne in die Schachtgrube oder besteht Gefahr, daß die Erdkabel beschädigt werden, kann je nach Lage eine längs- oder quergeteilte Wanne verwendet werden. Die Stoßstellen der Wanne

sind mit Zementmörtel auszugießen und so abzudichten. Der Stahlbeton-Fertigschacht kann später abgeändert oder erweitert werden, weil die entsprechenden Einzelteile auswechselbar sind.

Während bei den anderen Schächten die Kabelhalter aus Eisen sind und deshalb laufend gepflegt werden müssen, sind die **Kabelhalter** des Fertigschachtes aus **Beton und Messing** hergestellt und brauchen deshalb nicht gepflegt zu werden. Die Abbildung 19 zeigt den Kabelhalter aus Beton; er ist wie folgt aufgebaut:

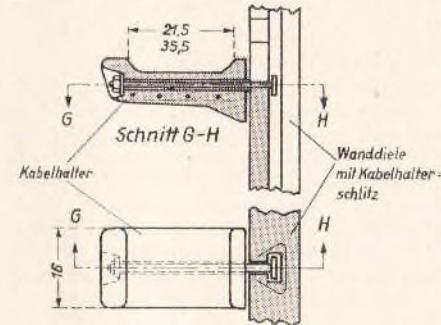


Abb. 19
Kabelhalter aus Beton

Das Kabel wird auf einem 16 cm breiten Betonteil – der sogenannten **Betonmulde** – gelagert. Durch die Längsachse der **Betonmulde** führt eine Bohrung, die einen Messingstab – Messinganker genannt – aufnimmt. Am hinteren Ende des **Messingankers** befindet sich eine **Messingplatte**, mit der der Anker in den Halteschlitz der Wanddielen (siehe Abb. 11) eingeführt und dann mit der am anderen Ende befindlichen Schraube festgelegt wird.

Die Baugrube für einen Fertigschacht kann in ihren Abmessungen kleiner gehalten werden als die Baugrube eines gemauerten Schachtes. Zu den lichten Maßen des Fertigschachtes müssen noch die Wanddicken, die zusätzliche Dicke des Stirnwindrahmens und ein allseitiger Zwischenraum von 0,20 m zwischen Außenwand des Schachtes und der Baugrubenwand – Arbeitsraum – hinzugerechnet werden. Es ergeben sich folgende Baugrubenmaße:

Größe	Länge und Breite in lichten Maßen	Länge und Breite der Baugrube
I	1,00 × 1,00	1,92 × 1,65
II	1,50 × 1,20	2,42 × 1,85
III	1,90 × 1,20	2,82 × 1,85
IV	2,50 × 1,50	3,42 × 2,15

Durch die kleineren Abmessungen des Fertigschachtes ergibt sich eine kleinere Ausschachtungsfläche, weniger Bodenaushub und weniger Bodenabfuhr, auch kann

der Fertigschacht in den räumlich sehr oft beschränkten Straßenkörper leichter eingebracht werden; dadurch werden erhebliche Kosten eingespart.

Der Stahlbeton-Fertigschacht wird mit Hilfe eines Hebeegerätes aufgebaut. Das Hebeegerät wird über der Schachtgrube aufgestellt und die schweren Einzelbauteile des Stahlbeton-Fertigschachtes werden mit einem Flaschenzug herabgelassen und eingepaßt. Die Fugenflächen aller Einzelbauteile müssen vorher gründlich angefeuchtet und mit Zementmörtel so bestrichen werden, daß alle Fugen voll ausgefüllt sind, wenn die Einzelbauteile eingepaßt sind. Hierbei ist besonders auf die lotrechten Fugen zu achten, hierfür ist der Zementmörtel etwas dicker anzurichten und – wenn erforderlich – nachzustopfen. Ist der Schacht aufgebaut, kann die Stahlbeton-Fertigdecke gleich aufgelegt werden.

Abbildung 5 zeigt die Stahlbeton-Fertigdecke. Sie wurde bereits unter Abschnitt 4d (Seite 16) beschrieben. Sie ist – z. B. bei einem Schacht von $1,90 \times 1,20 \times 1,65 - 2,24$ m lang, 1,54 m breit und hat in Fahrbahnen eine Dicke von 23 cm, in Gehwegen von 17 cm. Die Einstiegsöffnung kann sowohl ein- als auch zweiteilig sein. Die unteren Kanten der Einstiegsöffnung sind zum Schutz der einzuführenden Kabel stark abgerundet.

Die Stahlbeton-Fertigdecke ist der schwerste Bauteil des Fertigschachtes, sie wiegt in der angegebenen Größe mit einer Öffnung für einen einteiligen Einstieg 1960 kg, bei zweiteiligem Einstieg rund 1700 kg. Die Bodenwanne des Fertigschachtes wiegt dagegen 1500 kg.

4f) Schacht aus Stampfbeton

Ein Schacht aus Stampfbeton wird dann hergestellt, wenn aus Raumnot, wegen vorhandener Fremdanlagen oder aus sonstigen Gründen weder ein Fertigschacht gestellt noch ein Schacht gemauert werden kann, und wenn von der üblichen Viereckform der Schächte abgewichen werden muß. Ist die Baugrube ausgehoben, ist zuerst eine Verschalung zu zimmern, die sich gegen das umgebende Erdreich lehnt und bei festem Erdreich nur einwandig, bei nachgebendem Boden doppelwandig sein soll. Nach neueren Verfügungen sollen die Schachtwände innen grundsätzlich doppelwandig eingeschalt werden. In diese Verschalung wird der Beton – mit einem Mischungsverhältnis von 1:3 – dann eingestampft.

4g) Bau des Kabelkanals

Ist der Kanalgraben so weit ausgeschachtet, daß die **rohe Sohle** erreicht ist, muß – bevor die letzten Unebenheiten ausgeglichen werden – darauf geachtet werden, daß der Kanalgraben im **Tafelschnitt** (siehe Seite 11) liegt.

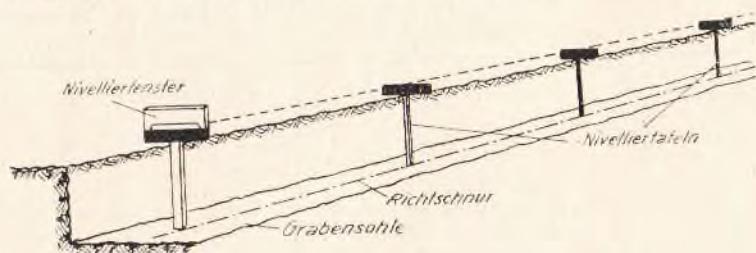


Abb. 20
Ausrichten der Grabensohle

Zu diesem Zweck wird der Kanalgraben durchgetafelt. Die Abbildung 20 zeigt das Ausrichten der Grabensohle. Auf der Grabensohle werden drei bis vier Holztafeln – sogenannte Nivelliertafeln – die aus einem waagerechten und einem senkrechten Teil bestehen, aufgestellt. Dann werden die Holztafeln so über ihren waagerechten Teil einvisiert, daß sie eine gerade Linie bilden. Dadurch ist die Gewähr gegeben, daß der später zu legenden Kanal weder nach oben noch nach unten abknickt; es ist aber ohne Bedeutung, ob diese Visierlinie bzw. der nach dieser Linie zu legenden Kanal von einem Schacht zum anderen steigt, fällt oder waagrecht verläuft. Selbstverständlich muß aber darauf geachtet werden, daß der Kanal immer seine Mindestdeckung von 50 bzw. 60 cm hat. Erzwingen Hindernisse, die nicht beseitigt werden können – in den meisten Fällen sind das Schmutzwasserkanäle –, einen steigenden oder fallenden Verlauf des Kanalgrabens, ist darauf zu achten, daß der Kabelkanal nicht zu hoch oder zu tief in die Schächte einläuft. Der Anstieg des Kanals muß in bestimmten Grenzen bleiben; die Unterkante des untersten Kf soll 40 cm über der Schachtsohle, die Oberkante des obersten Kf 40 cm unter der Schachtdecke in den Schacht einlaufen. Werden diese Mindestabstände unterschritten, wird es wesentlich schwerer, wenn nicht gar unmöglich, in den Schächten an den Kabeln zu arbeiten. Auch diese äußersten Maße sind möglichst zu vermeiden, **weil jeder Höhenunterschied im Schacht das Einziehen der Kabel erschwert.** Besonders bei kaltem Wetter sind dann die Einzieharbeiten wesentlich schwerer, weil die Kabel mit sinkender Temperatur steifer werden; auch bei hochparigen Kabeln wirkt sich jeder Höhenunterschied der Züge besonders ungünstig aus.

Sind die Nivelliertafeln ausgerichtet, wird der Standort jeder einzelnen Tafel – natürlich auch in der Höhe, weil es darauf besonders ankommt – mit einem Ziegelstein, der in die Grabensohle eingelassen wird, festgelegt. Dann wird zur Kontrolle noch einmal durchvisiert. Diese in die Grabensohle im Tafelschnitt eingelassenen Ziegelsteine werden vom Fachmann **Spione** genannt. Nach den Spionen richtet sich das letztmalige Einebnen der Grabensohle. Von dem ordnungsmäßigen Nivellieren des Grabens hängt der richtige Bau des Kabelkanals ab; nur so ist es auf alle Fälle möglich, empfindliche Röhrenkabel ohne Beschädigungen in die Kanalzüge einzuziehen.

Ist zu befürchten, daß sich – z. B. in Bergwerksgebieten, in Moorbädern und bei unterirdischen Auswaschungen – die Grabensohle später, nachdem der Kabelkanal fertiggestellt ist, senkt, muß die Grabensohle besonders befestigt werden. Hier wird die Grabensohle aus einer Lage Stampfbeton hergestellt, die durch ineinandergreifende Moniereisen gegen Senkungen gesichert ist. (Monier ist der Name des französischen Erfinders der Eisenbeton-Bauweise.)

Nun ist noch der gradlinige Verlauf des auszuliegenden Kabelkanals sicherzustellen, d. h., es muß vermieden werden, daß der Kanal nach rechts oder nach links abknickt. Zu diesem Zweck wird der Kanalgraben auf einer Seite der Sohle mit Fluchstäben durchgefluchtet, entlang dieser Fluchtlinie wird eine Schnur gespannt, die zwischen durch mehrmals festgelegt wird.

Bevor die Grabensohle zum letzten Male überarbeitet wird, sind die Kf an dem Grabenrand so auszuliegen, wie sie auf der Grabensohle – Nute zu Falz – zu liegen kommen. Wenn die Sohle nicht waagrecht verläuft, ist darauf zu achten, daß die Nute stets bergab zeigt, damit etwa entlangfließendes Wasser nicht in die Kf eindringt. Die Kf werden deshalb an den Grabenrand gelegt, bevor die Sohle eingeebnet wird, damit vermieden wird, daß Steine oder Erde herabfallen und die Grabensohle nochmals nachgearbeitet werden muß.

Nun werden die Kf ausgelegt. An der Stoßstelle zweier Kf wird die Grabensohle etwa 10 cm breit und 2 cm tief ausgehoben, diese Vertiefung mit Zementmörtel ausgefüllt und in den Zementmörtel die Stoßstelle eingebettet. Wird ein Kanal mit mehreren aufeinanderliegenden Kf gebaut, müssen diese Kf im Mauerverband (siehe Abb. 21) verlegt werden. Hierzu muß die zweite Lage mit einem in seiner

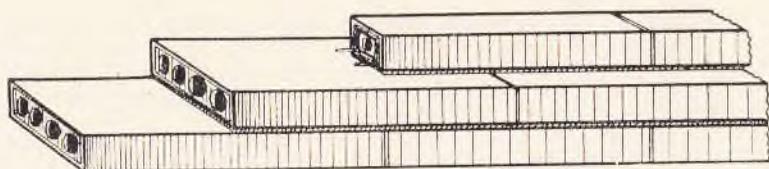


Abb. 21

Kabelkanal (2 × 4zünftig) mit Verteilungskanal

Länge halbierten Kf so beginnen, daß die Stoßstellen der einzelnen Lagen stets um eine halbe Formstücklänge versetzt sind. Zwischen die einzelnen Lagen kommt eine 1 cm dicke Zementmörtelschicht. Die Kf müssen so zu liegen kommen, daß die kleinen Öffnungen zur Aufnahme des stählernen Haltedorns an den Stirnseiten oben sind; hierauf ist schon zu achten, wenn die Kf am Grabenrand abgelegt werden. Es darf auch nicht vergessen werden, zumindest in die beiden äußeren Züge eines jeden Kf den schon auf Seite 10 erwähnten Richtdorn einzuschieben und durch alle neu hinzuzulegenden Kf mit vorzuziehen. Die Kf müssen so verlegt werden, daß sie voll aufliegen und unter keinen Umständen wippen.

Um die Kf heranzuführen, werden zweckmäßig zwei selbst hergestellte Tragehaken benutzt. Diese Tragehaken sind leicht aus 8 mm dickem Rundstahl so herzustellen, daß sie eine weite Öse als Handgriff, einen 1 m langen Schaft und ein 10 cm langes, rechtwinklig abgebrochenes, flachgeschmiedetes Endteil haben. Mit dieser Hilfsvorrichtung werden die Kf flacher an die schon liegenden herangeführt, außerdem werden dadurch Handverletzungen vermieden.

Die Stoßstellen, an denen die Kf aneinanderstoßen, werden mit Zementmörtel oben und an den Seiten verputzt, dadurch wird gewährleistet, daß der Kabelkanal abgeschlossen und dicht ist.

Sind die Kf ordnungsgemäß ausgelegt, kann der Kabelgraben wieder verfüllt werden. Auf die Kf wird zuerst eine 5 cm dicke Schicht steinfreier Erde aufgebracht, dann wird der übrige Boden lagenweise eingeschaufelt und sorgfältig verstampft.

4h) Berücksichtigung der Fremdanlagen

Trifft der Kabelkanal auf **Gas-, Wasser- oder Kanalisationsleitungen**, muß ein allseitiger **Abstand von mindestens 6 cm** eingehalten werden. Von den **Rohren der Ferngasleitungen** sind die Kabelanlagen **mindestens 50 cm** entfernt zu halten; an den Kabelschächten kann dieser Abstand auf 30 cm verringert werden. Bei Kreuzungen sollen **Muffen bzw. Schweißstellen von Gasrohren** jedoch **nicht weniger als 50 cm** vom Kabelkanal oder von den Schächten entfernt sein.

Von **Tankanlagen** ist ein möglichst großer Abstand zu halten, er soll bei **Kabelschächten mindestens 5 m**, bei **Kabelkanälen mindestens 1,50 m** betragen.

Starkstromanlagen soll sich der Kabelkanal möglichst **nicht auf mehr als 30 cm** nähern.

Können diese Mindestabstände nicht eingehalten werden, sind die Fremdanlagen von den betreffenden Verwaltungen auf Kosten der DBP zu verlegen.

Wenn es ganz unumgänglich ist und auch durch eine Änderung der Kanaltrasse nicht vermieden werden kann, können Fremdanlagen – außer Gas- und Ferngasrohren – durch den Schacht verlaufen, sofern sie die Führung der Kabel und das Arbeiten an diesen nicht behindern. Die Ein- und Austrittsstellen der Fremdanlagen dürfen dann aber nicht mit Zementmörtel abgedichtet werden, auch das Mauerwerk

der Schächte darf die fremden Anlagen nicht unmittelbar umschließen. Vielmehr ist hier ein freier Raum zu lassen, der mit einem Wickel aus Jute und Bitumen abzudichten ist. Da die hier zusammentreffenden Baustoffe – Mauerwerk, Beton, Eisen, Guß usw. – verschiedene Wärmeausdehnungsgrade haben, bestände sonst die Gefahr, daß durch die verschieden starke Ausdehnung undichte Stellen entstehen oder auch die Leitungen der Fremdanlagen beschädigt werden. Werden Starkstromkabel durch einen Kabelschacht geführt, sind sie mit Halbrohren aus Asbestzement, Wasserleitungs- und Kanalisationsrohre dagegen mit einem frostschtützenden Mantel zu umkleiden.

II. Einziehen von Röhrenkabeln

1. Die Kabelwinden

Nur bei kurzen Kanalstrecken und bei niedrigpaarigen Kabeln ist es möglich, die Röhrenkabel von Hand in die Züge eines Kabelkanals einzuziehen. Bei längeren Kanalstrecken und bei hochpaarigen Kabeln ist hier grundsätzlich eine Kabelwinde erforderlich.

Die **kleine Kabelhandwinde** ist äußerst einfach aufgebaut. Sie besteht aus einem auf vier kleine Eisenräder gestellten Bock aus Flach- oder Winkeleisen, der eine Welle trägt, über die die Zugseiltrommel geschoben wird. Die kleine Kabelhandwinde hat nur ein geringes Gewicht und kann auch an zwei seitlich angebrachten Holmen aus Rohr getragen werden. Sie wird lediglich verwendet, um Kabel bis zu 100 Doppeladern einzuziehen.

Die **große Kabelhandwinde** wird in verschiedenen Bauarten gebraucht. Sie besteht aus einem zweiseitig geschlossenen Eisenrahmen, in den die Achsen der Zugseiltrommel und die der Triebräder (Zahnräder) für die Übertragung und die drei Übersetzungen gelagert sind. Die Winde wird mit einer Doppelkurbel von Hand betrieben. Mit der großen Kabelhandwinde lassen sich – je nach Übersetzung – Einziehgesehwindigkeiten von zwei bis achtzehn Metern in der Minute erzielen. Sie ist für Zugleistungen bis zu 4000 kg gebaut. Das Zugseil wird durch eine selbsttätige Gleitvorrichtung so geführt, daß es sich geordnet aufwickelt. Mit dieser Kabelwinde kann jede Kabeltype eingezogen werden, jedoch ist es sehr mühsam, dicke Kabel über lange Strecken einzuziehen.

Da die große Kabelhandwinde verhältnismäßig schwer zu bedienen ist, gehört zu ihrer Ausrüstung eine leichte **Zugseilwinde**, die ausschließlich benutzt wird, um das Zugseil einzuziehen. Die Zugseilwinde besteht aus einem leichten Eisengestell, der Welle und der Trommel. Wird mit einer Kraftwinde gearbeitet, wird selbstverständlich das Zugseil mit ihr eingezogen.

Die **Kabelkraftwinde**, die später entwickelt und gebaut wurde, stellt eine wesentliche Verbesserung dar. Ihre Konstruktion gleicht im Prinzip der der großen Kabelhandwinde, nur daß sie mit Motorkraft betrieben wird. Die Kabelkraftwinde ist als Fahrzeuganhänger gebaut, vollgummibereift und mit einem Dach versehen. Wird die vorgeschriebene Höchstbelastung überschritten, sorgt eine selbsttätige Auslösevorrichtung dafür, daß der Motor ausgeschaltet wird. Diese Winde hat ein Dreiganggetriebe, das Einziehgesehwindigkeiten von 3, 6 und 10 m in der Minute wahlweise ermöglicht. Ihre Seiltrommel ist so bemessen, daß sie ein Zugseil bis zu 400 m Länge aufnehmen kann. Das Seil wird selbsttätig von Lage zu Lage aufgespult; eine Seilbremse sorgt dafür, daß das Seil stets straff auf die Trommel gezogen wird. Ein Diagrammschreiber zeichnet die herrschenden Zugkräfte während der ganzen Einziehdauer auf, dadurch ist es möglich, die Zugkräfte nachzuprüfen und Beschädigungen an den Kabeln zu vermeiden. Sollte der Motor der Kabelkraftwinde versagen, kann sie auch von Hand betätigt werden.

Die **selbstfahrende Kabelkraftwinde** ist die letzte Entwicklungsstufe; sie ist ein Spezial-Dieselmotorwagen mit geschlossenem Aufbau, dessen Fahrmotor auch die Kabelwinde antreiben kann, wenn er umgeschaltet wird. Vier Vorwärtsgänge ermöglichen Einziehgeschwindigkeiten von 2 bis 10 m je Minute, mit einem Rückwärtsgang kann das Zugseil abgespult werden. Wird die zulässige Höchstbelastung überschritten, trennt eine Kupplung selbsttätig Motor und Winde. Auch hier sind der Diagrammschreiber und die übrigen erforderlichen Einrichtungen – z.T. wesentlich verbessert – eingebaut. Der Aufbau des Kraftfahrzeuges ist so eingerichtet, daß auch das für den gesamten Arbeitsgang erforderliche Personal Platz findet.

Kabelkraftwinden werden normalerweise nur dann den FBÄ zugeteilt, wenn sie jährlich an mindestens 50 Arbeitstagen verwendet werden können.

2. Das FBG

Um die Röhrenkabel einzuziehen, sind neben der Winde noch folgende Geräte erforderlich:

1. Ein Satz Schiebegestänge.
2. Gleitrollen mit starrer Welle oder mit Spannstock,
3. Packrollen.
4. Kabelschleifbögen und Kanaltüllen.
5. ein Kabelziehstrumpf mit Zugseil.
6. gegebenenfalls ein Kabelnachziehstrumpf,
7. Absperrgeräte und Warnzeichen,
8. eine Kanalbürste und ein Schmutzgreifer und
9. zwei Hebezeugen für die Schachtdeckel.

Da das Zugseil nicht ohne weiteres in die Kanalzüge eingeführt werden kann, ist ein **Schiebegestänge** erforderlich, das zuerst in die Züge eingeschoben und mit dessen Hilfe das Zugseil nachgeholt wird. Ein Satz Schiebegestänge besteht aus 150 Holzstäben oder Leichtmetallrohren, die je 1 m lang und an beiden Enden mit Schraubgewinden – je ein Innen- und ein Außengewinde – oder mit zwei Haken versehen sind. Am Anfang des ersten Teilstückes wird ein **abgerundetes Kopfstück** angeschraubt, um etwaige Unebenheiten leichter überwinden zu können; am Ende des letzten Teilstückes ist ein **Haken**, an dem das Zugseil befestigt wird. Die Abbildung 22 zeigt ein verschraubbares Schiebegestänge.

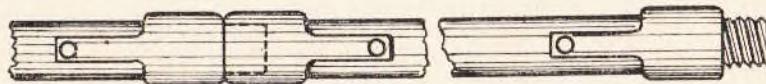


Abb. 22
Verschraubbares Schiebegestänge

Normalerweise wird das Gestänge von einem Schacht zum anderen durchgeschoben, indem im Anfangsschacht das erste Teilstück in den Zug geschoben, das zweite Teilstück mit dem ersten verschraubt und nachgeschoben wird usw.

Ist dagegen der Zug verschlammte, wird das Gestänge von beiden Seiten eingeschoben. Hier wird jedoch an den Spitzen der beiden Gestänge kein Kopfstück, sondern ein **Kupplungsstück** aus Rundstahl aufgeschraubt. Das Kupplungsstück (siehe Abb. 23) ist so geformt, daß es den Schlamm nicht vor sich herschiebt und dadurch den Zug schließlich verstopft, sondern daß es über ihn hinweggleitet. Treffen beide Gestänge im Zug zusammen, werden die Widerhaken des einen in den Ring des

anderen Kupplungsstückes eingehakt, und so wird ein einziges Gestänge hergestellt, mit dem jetzt das Zugseil durch den Kanalzug geholt werden kann.

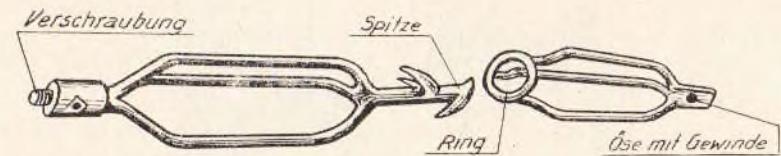


Abb. 23
Kupplungsstück

Wird das Röhrenkabel eingezogen, ist nicht zu vermeiden, daß das Kabel und auch das Zugseil am Einlauf in den Kanalzug und an den Schachtwänden schleift und reibt. Dieses Reiben hemmt einmal den Einziehvorgang, außerdem ist zu fürchten, daß Kabel und Zugseil beschädigt werden. **Gleitrollen mit starrer Welle** (siehe Abb. 24) oder **Gleitrollen mit Spannstock** (siehe Abb. 25) sollen diese Reibung vermindern und das Kabel vor Beschädigung schützen.

Gleitrollen mit starrer Welle werden eingesetzt, wenn Austrittszug und Eintrittszug im Schacht gegenüberstehen und deshalb das Kabel gradlinig verläuft. Sind die Züge jedoch zueinander versetzt, daß das Kabel im Schacht seine Richtung ändern muß, werden Gleitrollen mit Spannstock verwendet.

Die **Packrolle** (siehe Abb. 26) hat die gleichen Aufgaben wie die Gleitrollen, nur braucht sie nicht befestigt zu werden, sondern wird einfach auf den Boden gestellt oder an die Schachtwand gelehnt. Sie wird durch ihr Gewicht und den Druck des Kabels festgehalten. Packrollen werden auch dann verwendet, wenn in besonderen Fällen ein empfindliches Röhrenkabel auf der Erde ausgezogen werden muß.

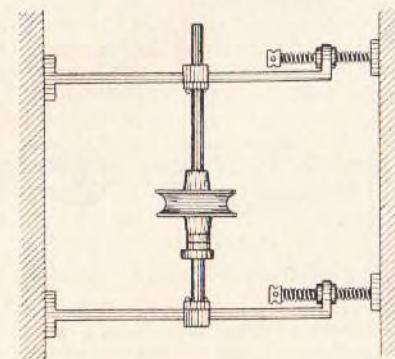


Abb. 24
Gleitrolle mit starrer Welle

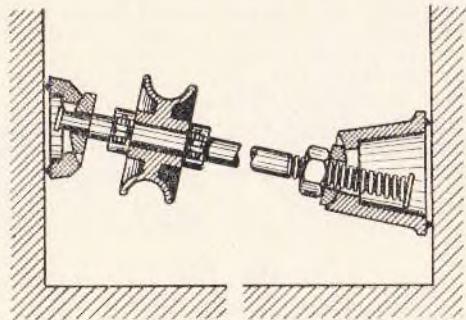


Abb. 25
Gleitrolle mit Spannstock

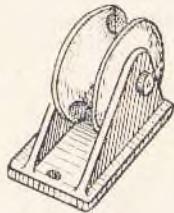


Abb. 26
Packrolle

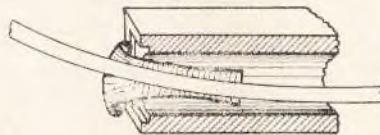


Abb. 27
Kabelschleifbogen

Kabelschleifbögen (siehe Abb. 27) und **Kanaltüllen** haben ebenfalls die Aufgabe, das Kabel am Einlauf des Kanalzuges zu schützen.

Mit dem **Zugseil** wird das Röhrenkabel in die Kanalzüge eingezogen; es ist 300 bzw. 400 m lang und mit einem Ende an der Zugseiltrommel befestigt. Das andere Ende des Zugseiles ist mit einer Vorrichtung – dem sogenannten **Schäkel** – versehen, mit der der Ziehstrumpf sicher am Zugseil befestigt werden kann. Dieser Zugseilabschluß (siehe Abb. 28) besteht aus der Hülse, der Birne, dem Stollen und dem eigentlichen Schäkel.

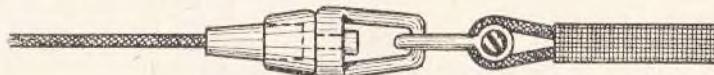


Abb. 28
Zugseilabschluß mit Schäkel

Der **Kabelziehstrumpf** verbindet Zugseil und Röhrenkabel; er wird in den Schäkel des Zugseils eingehakt und über den Anfang des Kabels geschoben. Der Ziehstrumpf besteht aus Stahllitzen, die maschenförmig so geflochten sind, daß sich beim Anziehen die Maschen verengen und fest um das Kabel legen. Je größer der auf den Ziehstrumpf ausgeübte Zug wird, um so fester legt sich das Maschengeflecht um das Kabel. Alle Stahllitzen enden vorn in einer oder in zwei Ösen, die den Kabelziehstrumpf mit dem Zugseil verbinden.

Falls notwendig, wird das Kabel mit einem **Kabelnachziehschtrumpf** nachgezogen. Er ist ähnlich wie der Kabelziehstrumpf gefertigt, nur sind hier beide Enden offen; er kann also weiter über das Kabel geschoben werden. U. a. ist es erforderlich, hochpaarige Kabel nachzuziehen, um sie in den Schächten auszubiegen und an die Wände legen zu können.

Verschmutzte Kanalzüge werden mit dem **Schmutzgreifer** und mit der **Kanalbürste** gereinigt. Der Schmutzgreifer besteht aus einer dreiteiligen Stahldrahtspirale, deren Windungen sich dehnen, wenn sie durch die Kanalzüge gezogen wird, dadurch den Schlamm aufnehmen und ihn festhalten.

Die Kanalbürste ist eine Walze mit aufgesetzten Stahlborsten.

Bevor ein Schacht geöffnet wird, sind die **Absperrgeräte** und – falls der Schacht in der Fahrbahn liegt – auch die **Warntafeln** aufzustellen. Bei Dunkelheit sind Absperrgeräte und Warntafeln zu beleuchten. Das Absperrgerät ist ein mehrteiliges rot und weiß gestrichenes Gestell, das den Schacht völlig umschließt und aus Holz oder Eisen ist. Die Warnzeichen sind die bekannten Schilder nach den verkehrspolizeilichen Vorschriften.

Zum Ausheben der Schachtdeckel, deren Gewicht rund 150 kg beträgt, werden zwei **Hebezangen** benutzt. Sie bestehen aus einem Hebelarm aus Eisenrohr, einem schwenkbaren Stützbock und zwei Klauen, die in die Löcher des Schachtdeckels greifen.

Besonders bei hochpaarigen Kabeln muß **Kabelgleitfett** verwendet werden, um die Reibung zu vermindern. Es ist aus Rückstoffen hergestellt, jedoch säurefrei und zur Unterscheidung von den anderen Fetten – wie Frostschutzfett usw. – rot gefärbt. Dieses Kabelgleitfett wird besonders im ersten Schacht, notfalls aber auch in allen anderen Schächten rundherum auf das einzuziehende Kabel aufgetragen.

3. Das Röhrenkabel wird eingezogen

Bevor mit dem Einziehen des Röhrenkabels begonnen werden kann, müssen die erforderlichen Schächte geöffnet werden. Absperrgeräte und – falls die Schächte in der Fahrbahn liegen – auch die Warnzeichen werden sofort aufgestellt und die Schachtdeckel so abgelegt, daß Unfälle verhütet werden. Sollten die Schachtdeckel im gußeisernen Rahmen eingefroren oder sonst irgendwie so verschmutzt sein, daß sie nur schwer zu öffnen sind, dürfen sie in keinem Falle mit Eisen beklopft werden, um sie zu lösen, auch dürfen sie nicht mit der Lötlampe oder einem anderen offenen Feuer aufgetaut werden. Es besteht die Gefahr, daß sich in den Schächten explosives Gas angesammelt hat, das sich durch Funkenbildung oder durch offenes Feuer entzünden kann. In allen Fällen, wo der Schachtdeckel aus obengenannten Gründen nicht gelöst werden kann, soll versucht werden, durch Beklopfen mit einem schweren Holzstück den Schachtdeckel zu öffnen; u. U. kann der Schachtdeckel mit heißem Wasser aufgetaut werden. In sehr großen Ortsnetzen werden für solche Zwecke Dampfauftaegeräte benutzt.

Ist der Schacht geöffnet, muß mindestens 3 Minuten – wenn der Schacht keine Entlüftungsschlitze hat, mindestens 10 Minuten – gewartet werden, bis der Schacht bestiegen werden kann. Dieser Zeitraum ist erforderlich, damit etwaige Gase entweichen können. Vor jedem Besteigen eines Schachtes ist grundsätzlich außerdem noch mit einem Gasanzeiger zu prüfen, ob der Schacht wirklich gasfrei ist; dabei ist darauf zu achten, daß möglichst alle Höhenschichten überprüft werden, es könnten sich nämlich schwere Gase – das sind Gase, die schwerer als Luft sind – auf dem Schachtboden abgesetzt haben. Wird mit dem Handgaswarner Gas festgestellt, ist der Schacht so lange zu lüften, bis er gasfrei ist, erst dann darf er bestiegen werden.

Auf jeden Fall ist es verboten, den Schacht zu betreten – besonders mit offenem Feuer (Lötlampe, Licht usw.) –, solange nicht einwandfrei festgestellt ist, daß er gasfrei ist.

Nun wird das Schiebegestänge durchgebracht, an ihm ein 4 mm dicker Eisendraht mit Kaliber und Bürste und dann das Zugseil befestigt und durchgezogen. Dann wird die Kabeltrommel mit dem einzuziehenden Kabel nach Abbildung 29 so an dem Anfangsschacht aufgestellt, daß sie am in Ziehrichtung liegenden Schachttrand steht und daß das Kabel in leichtem Bogen in den Kanalzug einläuft.

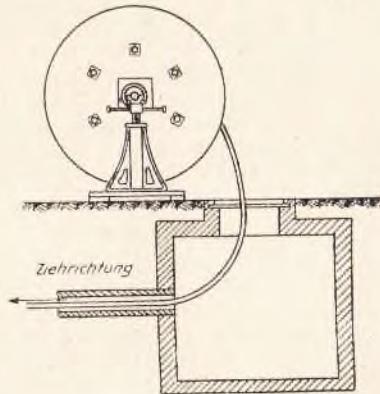


Abb. 29

Einführen des Kabels in den Schacht

Die Handwinde wird – wenn irgend möglich – in gerader Fortsetzung der Ziehrichtung hinter dem Endschacht aufgestellt. Dagegen können Kraftwinden auch im Winkel zur Zugrichtung aufgestellt werden, eine besondere Vorrichtung ermöglicht hier eine Änderung der Zugrichtung.

Damit das eigentliche Einziehen reibungslos abläuft, sind die Truppangehörigen wie folgt auf die Einziehstrecke zu verteilen: die Trommel wird von zwei Mann mit der Hand gedreht und das Kabel so abgerollt. Ein dritter zieht das Kabel von der Trommel ab und führt es in den Schacht. Der Anfangsschacht muß mit zwei – bei hochpaarigen Kabeln mit drei – Mann besetzt sein, die das Kabel in den Einlauf einführen, mit Kabelgleitfett einschmieren und sorgfältig beobachten. In den Zwischenschächten und im Endschacht kontrolliert je ein Mann das durchlaufende Kabel und fettet es falls erforderlich ein. Die Kraftwinde wird von einem besonders ausgebildeten Windenführer bedient, die Handwinde von zwei bzw. – zur Ablösung – vier Mann. Der Bautruppführer hält sich bei der Kabelwinde auf, regelt den Arbeitsablauf und gibt Winkzeichen für Beginn, Ende und Unterbrechung. Wichtig ist, daß zwischen Trommel und Winde Augenverbindung besteht, damit durch optische Signale – wie Winken – der Ablauf des Ziehvorganges stets geregelt ist. Akustische Signale – wie Pfeifen usw. – sind nicht geeignet, weil sie vom Lärm des Straßenverkehrs übertönt werden können.

Die Länge des Kabels ist so zu bemessen, daß am Anfang und am Ende genügend Überlappung für die Lötstelle bleibt – je nach Adernzahl 30 bis 70 cm – und daß das Kabel, wenn der Einziehvorgang beendet ist, in den Zwischenschächten ausgebogen und an einer Seitenwand auf den dort angebrachten Kabelhaltern gelagert werden kann. Das Kabel wird in jedem Schacht mit Messingschildern, Bleistreifen oder Kunststoffstreifen gekennzeichnet, in die die Kabelnummer, die Adernzahl und die Aderndurchmesser eingestanzt sind.

Besonders zu beachten ist, daß bei Temperaturen unter minus 5° C kein Kabel mehr eingezogen werden darf, weil sonst infolge der Starre und der Sprödigkeit des Materials die Gefahr besteht, daß das Kabel beschädigt wird. Diese Beschädigungen sind meist äußerlich nicht festzustellen und werden in vielen Fällen erst dann bemerkt, wenn das bereits eingezogene Kabel gelötet oder durchgeprüft wird. Neben dem Materialschaden tritt dadurch ein erheblicher Zeitverlust ein, weil die Ersatzlänge erst neu beschafft werden muß. Überhaupt ist beim Einziehen eines Röhrenkabels äußerste Vorsicht zu üben und gewissenhaft zu arbeiten.

Sind die Kanalzüge verschlammte oder verschmutzt, wird – wie auf Seite 28 schon beschrieben – von zwei Schächten je ein mit einem Kupplungsstück versehenes Schiebegestänge eingeführt. Haben sich die beiden Kupplungsstücke getroffen und fest miteinander verbunden, wird an das Gestänge ein leichtes Zugseil – ein sogenanntes Einführseil – befestigt und an dieses ein Schmutzgreifer angehängt. Dann wird das Gestänge mit Seil und Schmutzgreifer durchgezogen und dieser Vorgang wenn nötig wiederholt. Ist zuletzt die Kanalbürste durch den Zug gezogen worden, kann das Röhrenkabel eingezogen werden.

Wenn schon beim Bau des Kabelkanals zu fürchten ist, daß die Züge im Laufe der Zeit verschmutzen oder verschlammten, wird ein 4 bis 5 mm dicker Eisendraht gleich beim Bau des Kanals eingezogen. Dieser Eisendraht dient dann als Einführseil.

Ist ein Kabel aus einem Kanal ausziehen, wird diese Arbeit ebenfalls mit der Winde ausgeführt. Hier ist die Winde jetzt so weit vom Austrittsschacht entfernt aufzustellen, wie das Kabel lang ist. Zwischen Schacht und Winde sind genügend Packrollen aufzustellen, damit der empfindliche Bleimantel des Röhrenkabels nicht dadurch beschädigt wird, daß er auf der Erde schleift. Selbstverständlich ist, daß vorher die Lötstellen herausgeschnitten und die Kabelenden verkappt werden.

III. Welches Fernmeldebauzeug und Fernmeldebaugerät ist notwendig, um Kabellöt- und Spleißstellen herzustellen?

Wie bekannt, sind die einzelnen Adern eines Kabels durch eine Papier-Luftschiicht gegeneinander isoliert. Da diese Isolation gegen Feuchtigkeit und mechanische Einflüsse äußerst empfindlich ist, wird das Adernbündel fabrikmäßig mit einem Bleimantel umgeben. An den Verbindungs- und Verzweigungspunkten müssen deshalb nicht nur die Adern durchverbunden werden, vielmehr ist auch darauf zu achten, daß die Isolationen und die Bleimäntel fachmännisch miteinander verbunden werden. Das FBZ und das FBG, das für diese Arbeiten erforderlich ist, soll im folgenden Abschnitt erläutert werden.

1. FBZ für Kabellöt- und Spleißstellen

An FBZ werden im Fernmeldebauendienst Kabelmuffen, Walzblei, Kondensatormuffen, Spulenkästen, Lötzinn, Verguß- und Abbrümmasse und Lötzubehör benötigt.

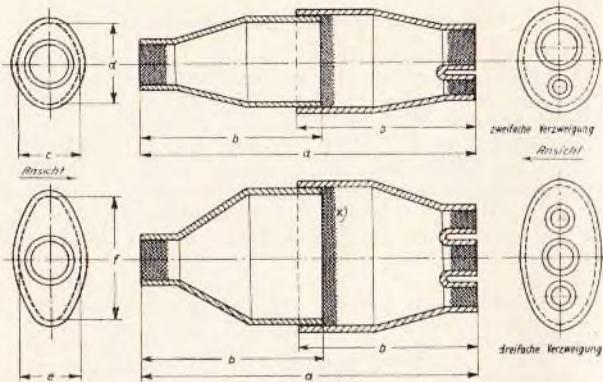
1a) Kabelmuffen

Die Kabelmuffen werden im allgemeinen fabrikmäßig hergestellt, können aber auch von den Löttern selbst angefertigt werden. Nach ihrem Verwendungszweck unterscheidet man Abschluß-, Verbindungs- und Verzweigungsmuffen.

Mit **Abschlußmuffen** werden hochpaarige Kabel im Kabelaufteilungsraum und im Schacht vor dem LV abgeschlossen und aufgeteilt. Für Kabel bis zu 700 DA

Schelle mit dem Unterteil der Gußmuffe verschraubt. Im Oberteil befinden sich ein oder zwei verschraubbare Öffnungen, durch die die Gußmuffe mit Vergußmasse ausgegossen werden kann.

Verzweigungsmuffen werden für die zweifache Verzweigung in acht Größen und für die dreifache Verzweigung in sieben Größen angefertigt. Sie werden aus Hüttenweichblei hergestellt und sind quergeteilt. Die Muffenränder sind verzinkt. Auch diese Muffen werden mit dem Buchstaben **B** und mit den Durchmessern der Öffnungen bezeichnet, z.B. wird für eine Verzweigungsmuffe für zweifache Verzweigung $B \frac{6}{3 \times 5}$ oder für eine dreifache Verzweigung $B \frac{4}{2 \times 3 \times 2}$ geschrieben.



*) Verzinkung der Muffenränder wie bei der zweiteiligen Bleiverbindungsmuffe (siehe Abb. 32)

Abb. 33

Zweiteilige Bleiverzweigungsmuffe

Auch hier können die Bleimuffen noch in Gußmuffen gelegt werden, wenn die Lötstellen in bewehrten Kabeln liegen. Die Abmessungen der Gußmuffen entsprechen denen der Bleiverzweigungsmuffen.

Kabelmuffen aus Walzblei sind für Verbindungs- oder Verzweigungslötstellen herzustellen, wenn die fabrikmäßig gefertigten Muffen nicht benutzt werden können. Als Walzblei wird je nach der Wanddicke des Kabels Hüttenweichblei von 1 bis 3 mm Dicke verwendet. Nach der Art und Größe der herzustellenden Muffe wird ein entsprechend großes Stück Walzblei ausgeschnitten und mit einem Holzhammer in die Form der benötigten Muffe ausgearbeitet. Die Kabelmuffen aus Walzblei werden als längsgeschlitzte Muffen geformt.

1b) Kondensatormuffen

In diesen Muffen werden bespulte Kabel, an denen ein Kapazitätsausgleich erforderlich ist, miteinander verbunden. – Durch den Kapazitätsausgleich wird das Neben- und Übersprechen beseitigt, hierbei werden zwischen die Kabeladern Kondensatoren eingeschaltet. – Die Kondensatormuffen – auch **Ko-Muffen** genannt – für Röhrenkabel bestehen aus einer Muffe aus Rotguß oder aus einer Kupfer-Blei-Legierung. Die Ko-Muffen für Erdkabel sind längsgeteilt aus Blei und werden nach dem Verlöten mit einem Gußgehäuse umgeben. Je nach Größe haben sie ein bis zwei Öffnungen, um die Vergußmasse eingießen zu können. Die Abmessungen dieser Muffen richten sich nach der Kabelart.

1c) Spulenkästen

Die Spulenkästen dienen zur Aufnahme der **Pupinspulen**, die in die einzelnen Kabeladern der Fern-, Bezirks- und Netzgruppenkabel – in Ausnahmefällen auch der Ortskabel – eingespleißt werden, um die Dämpfung herabzusetzen.

Zu jeder DA gehören zwei sogenannte Stammspulen. Werden die Stammdoppeladern als Vierer ausgenutzt, ist eine weitere Spule erforderlich. Die Stammspulen haben zwei, die Viererspulen vier Wicklungen.

Je nach Art und Adernzahl der Kabel sind die Spulenkästen verschieden groß. Sie unterscheiden sich auch in der Anzahl der Stammspulen oder der Spulensätze.

Die ankommenden Kabeladern werden an den Eingang der Stammspulen gelegt. Der Ausgang der Stammspulen und der Eingang der Viererspulen werden innerhalb des Spulenkastens miteinander verdrahtet. An den Ausgang der Viererspulen werden die abgehenden Kabeladern gelegt, die zum nächsten Spulenkasten oder zum Endamt führen. Um zu vermeiden, daß Eingang und Ausgang des Spulenkastens verwechselt werden, ist der Deckel des Spulenkastens auf der Eingangsseite mit „St“ gekennzeichnet.

Die Pupinspule besteht aus einem ringförmigen Eisenkern, der aus gepreßtem Eisenpulver hergestellt ist. Auf diesem Kern ist bei der Stammspule für die a- und b-Ader je eine isolierte Wicklung und bei den Viererspulen je eine Wicklung für die a- und b-Ader eines Stammes zusammen aufgebracht.

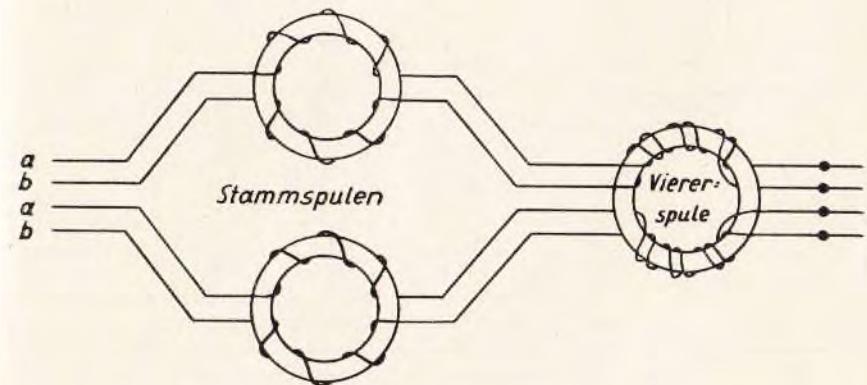


Abb. 34

Spulensatz im DM-verseilten Kabel

Eine Metallkapsel, die mit Isoliermasse ausgegossen ist, umgibt den Kern mit den Wicklungen. Die Eingangsöffnung für die Isoliermasse ist mit einem Deckel zugelötet. Die Enden der Wicklungen sind als isolierte Drähte herausgeführt. Auch jeder Spulensatz wird in eine besondere Metallkapsel eingelötet.

Die einzelnen Spulensätze werden in einen Kasten eingesetzt, der aus verbleitem Messingblech oder aus Rotguß besteht. Oben wird der Spulenkasten durch eine Kabelmuffe abgeschlossen, die mit dem Kasten verlötet ist. In dieser Muffe enden die Spulendrähte, die zu den einzelnen Wicklungen führen, und können hier mit den ankommenden oder abgehenden Kabeladern verspleißt werden. Der Kabelmantel wird an jeder Seite mit dem Muffenhals verlötet; auch die Metallkapseln

der einzelnen Spulen sind mit dem Kasten metallisch verbunden, eine Ausnahme bilden nur die Kapseln der abgeschirmten Kabeladern.
Der Blechkasten mit der Kabelmuffe wird in ein gußeisernes Gehäuse gesetzt; das Ganze ist der Spulenkasten.

1d) Lötzinn

Lötzinn ist eine Verschmelzung (Legierung) von Zinn und Blei, es ist ein Weichlot und hat einen Zinngehalt von 25 bis 90 v.H. Es muß langsam vom festen in den flüssigen Zustand übergehen, deshalb wird im Fernmeldebaudienst Lötzinn mit 35 und 40 v.H. Zinngehalt verwendet. Je nach Verwendung wird es als Stangen- oder Röhrenlötzinn hergestellt. Das Stangenlötzinn ist in dreikantige Stangen mit einer Länge von 400 mm gegossen und wird beim Löten mit der Lötampe benutzt. Das Röhrenlötzinn dient als Lot, wenn mit dem LötKolben gelötet wird. Es ist zu einem Hohlrohr mit einem Durchmesser von 2 mm geformt, der Hohlraum ist mit Kolophonium ausgefüllt.

1e) Verguß- und Abbrühmasse

Die Verguß- und Abbrühmasse schützt die papierisolierten Adern in Spleißstellen, Endverschlüssen, Endverzweigungen und Überführungsendverschlüssen gegen Feuchtigkeit. Die wichtigsten Angaben über die Verguß- und Abbrühmasse gehen aus nachfolgender Übersicht hervor.

Bezeichnung der Masse	Verarbeitungstemp. Grad Cels.	Verwendungszweck	Farbe der Masse
A	150	Hochisolierende Vergußmasse, nur zum Ausgießen der Schutzmuffen von Pupinspulenkästen sowie des oberen Teiles der Abschlußmuffen.	schwarz
C	135	Hochisolierende Vergußmasse zum Ausfüllen von Endverschlüssen, Abschlußmuffen (unterer Teil) u. Kabelmuffen, sofern sie feuchtigkeitsgefährdet sind.	hellbraun
V	135	Gewöhnliche Vergußmasse aus teerfreiem Bitumen zum Ausgießen der Schutzkästen oder der gußeisernen Schutzmuffen, Erdkabelststellen und zum Abdichten des unteren Teiles der KV-Gehäuse usw.	schwarz
D	120	Hochisolierende Abbrühmasse zum Abbrühen der Kabeladern und Papierrohrchen zum Entfernen der Feuchtigkeit und als Schutz gegen erneutes Eindringen von Feuchtigkeit.	durchscheinend olivenfarbig

1f) Lötzubehör

Zum Lötzubehör gehören Flußmittel, Kupferrohrchen, Papierrohrchen, Nesselband und Isolierband.

Die **Flußmittel** dienen dazu, die Oxydreste zu entfernen, eine neue Oxydation zu verhindern und die Verschmelzung der zu verbindenden Metalle zu beschleunigen. Wird mit **Stangenlötzinn** gearbeitet, eignet sich **Rindertalg** am besten als Flußmittel; das vom FTZ zugelassene **Lötöl** soll nur dann verwendet werden, wenn kein Rindertalg zu erhalten ist. Lötwasser, Lötfett und Salmiak sind bei der DBP nicht zu gebrauchen, weil diese Flußmittel infolge der hohen Löttemperaturen Säuren absetzen, die die zu lötenden Metalle zersetzen würden.

Bei **Röhrenlötzinn** ist **Kolophonium** das Flußmittel, das sich schon im hohlen Lötrohr befindet.

Sind **Aluminiumadern** zu **verschweißen**, wird **Autogal N** oder **Firinit neutral** als Flußmittel verwendet. Das Autogal wird mit Wasser, Firinit wird mit Spiritus zu einem dicken Brei verrührt, der auf die Schweißstelle aufgetragen wird.

Diese Flußmittel wirken sich beim Schweißen schädlich auf die Augen und auf die Gesichtshaut aus, deshalb ist unbedingt eine Schutzbrille zu tragen und die Gesichtshaut mit Lanolin-Hautcreme einzureiben.

Zum Verbinden der dicken Kupferadern in Fk und Flk werden 25 mm lange, längsaufgeschlitzte, verzinnte **Kupferrohrchen** benutzt. **Übergangrohrchen** werden verwendet, wenn verschiedene dicke Kupferadern miteinander verlötet werden sollen. Diese Übergangrohrchen sind auch aus Kupfer, 35 mm lang, in der Länge aufgeschlitzt und verzinkt.

Damit sich die Kabeladern an den blanken Würgestellen in der Spleißstelle nicht berühren, werden **mit Paraffin getränkte Papierrohrchen** über die Würgestellen geschoben. Die Papierrohrchen haben entsprechend den Durchmessern der gebräuchlichsten Kabeladern verschiedene Innenweiten und werden unbenummert und benummert geliefert. Bei den benummerten Papierrohrchen ist auf der äußeren Papierlage die Nummer mehrmals aufgedruckt.

Der Gruppenring faßt die zu einem Vierer gehörenden Adern zusammen; er ist kürzer, hat aber einen größeren Innendurchmesser als die oben beschriebenen Papierrohrchen.

Die fertigen Spleißstellen werden mit **Nesselband** umwickelt. Das Nesselband ist aus Baumwolle oder aus Zellwolle mit fester Kante gewebt und wird bei der DBP in 10 und 50 mm Breite gebraucht.

Das **Isolierband** ist ein Textilband, das mit Isolier-, Kleb- und Füllstoffen getränkt ist und in Breiten von 20 und 50 mm benötigt wird. Die Isolierfähigkeit des Isolierbandes sinkt wesentlich, wenn die Tränkstoffe ausgetrocknet sind.

2. FBG für Kabellöt- und Spleißarbeiten

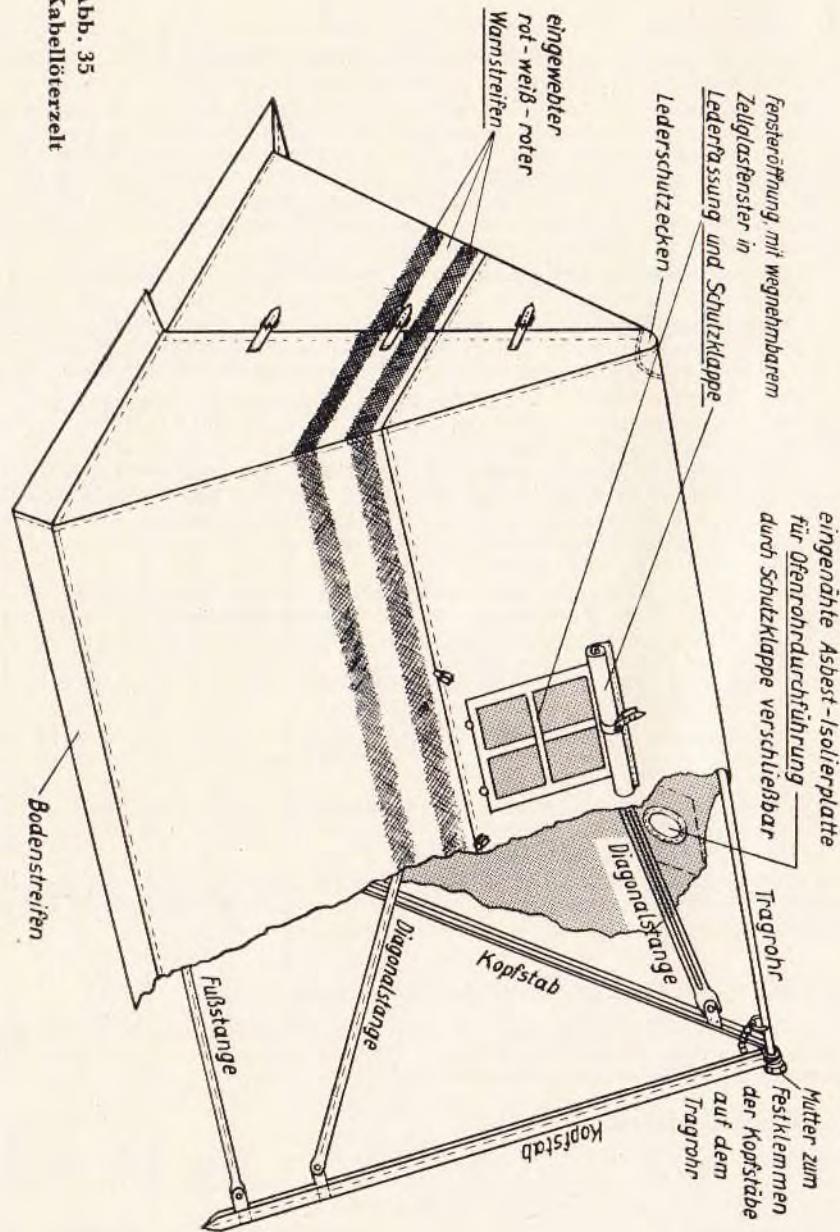
Je nach Art der auszuführenden Arbeiten sind Kabellötterzelte, Kabellöt- und Trockenöfen, Kabelschachtbeleuchtungen, Benzin-Lötgeräte, Propan-Schweiß- und Lötgeräte und elektrische LötKolben erforderlich.

2a) Kabellötterzelte

Das Kabellötterzelt soll die Spleißstellen während der Spleiß- und Lötarbeiten schützen. Es besteht aus einem Zeltgestell und der Zeltplane, die Ausführungsformen sind durch das frühere RPZ festgelegt worden.

Das **Zeltgestell** besteht aus dem Tragrohr und den Kopfstäben aus T-Stahl. Die Kopfstäbe der beiden Stirnseiten sind durch je zwei Diagonal- und Fußstangen

Abb. 35
Kabellötterzelt



verbunden, dadurch wird das Gestell versteift. Das Zeltgestell läßt sich zum Transport und zum Lagern leicht zusammenlegen.

Die **Zeltplane** ist aus Segeltuch und in ihrer Größe dem Zeltgestell angepaßt; sie wird mit Schnallriemen am Gestell befestigt. Die beiden Stirnseiten der Plane sind in der Mitte geteilt und können durch Schnallriemen verschlossen werden. In der einen Längsseite ist ein Fenster und in der anderen eine Öffnung für den Dunstabzugsschlauch eingearbeitet. In das Fenster kann eine in Leder gefaßte Zellglas-scheibe eingesetzt werden, über dem Fenster ist eine aufgerollte Schutzklappe angebracht, die je nach Bedarf heruntergelassen werden kann.

Die Öffnung in der anderen Längswand ist mit Asbestplatten feuersicher ausgefüllt; wird diese Öffnung nicht benutzt, ist sie durch eine Schutzklappe aus Segeltuch verschlossen. Auf allen vier Seiten ist in halber Zelt Höhe ein 300 mm breiter rot-weiß-roter Warnstreifen eingewebt. Die Längsseite, auf der sich die Öffnung für den Dunstabzugsschlauch befindet, ist über dem Warnstreifen mit der Eigentums-kennzeichnung „Post“ versehen. Am Bodenrand der Zeltplane ist ein Erdschutz-streifen angesetzt, der nach außen absteht, um das vom Zelt ablaufende Regen-wasser vom Schacht oder vom Lötloch fernzuhalten. Die Zeltplane ist zum Schutz gegen Durchlassen von Feuchtigkeit und gegen Feuer imprägniert, von Zeit zu Zeit ist eine Nachimprägnierung erforderlich.

2b) Kabellöt- und Trockenöfen

Die Luft um die Spleißstellen in den Kabelschächten und Lötgruben muß trocken sein, deshalb wird sie – falls erforderlich – mit dem Kabellöt- und Trockenofen getrocknet. Der Ofen wird auch zum Schmelzen der Kabelverguß- und Abbrüh-masse verwendet und mit Holzkohlenbriketts geheizt.

Der Kabellöt- und Trockenofen kann rund oder quadratisch sein, er ist doppel-wandig und aus Stahlblech angefertigt. Der sogenannte Feuertopf besteht aus dem inneren Mantel, der unten durch einen herausnehmbaren, gußeisernen Feuerrost abgeschlossen ist. Unterhalb des Rostes befindet sich ein Aschenkasten. In den Seiten des Ofens sind Schlitzte, durch die die Luftzufuhr geregelt wird. An der Vor-derseite des Ofens ist oberhalb des Feuertopfes eine Tür angebracht, durch die das Brennmaterial eingefüllt wird; an der Hinter- oder an der Seitenwand befindet sich ein Stutzen, auf den ein Rohr oder der Dunstabzugsschlauch aufgesetzt werden kann; nach oben wird der Ofen durch einen Ring mit Deckplatte abgeschlossen.

Der Dunstabzugsschlauch ist ein biegsames Metallrohr von 8 cm lichter Weite.

2c) Kabelschachtbeleuchtung

Die Kabelschächte werden mit elektrischen Kabelschachtleuchten oder mit Petro-max-Lampen beleuchtet.

Die **elektrische Leuchte** besteht aus einer Glühlampe (6 V, 15 W) und einem Reflektor. Die Glühlampe wird aus einer Batterie gespeist, die ein Nickel-Stahl-Akkumulator in einem besonders widerstandsfähigen Kasten ist.

Die **Petromax-Lampe** ist eine Petroleumgaslampe. Sie besteht aus dem Petro-leum-Behälter mit Vergaser, dem Gasbehälter, der Kolbenpumpe für die Luft-zufuhr, dem Regelventil, der Düse, dem Gasglühstrumpf, dem Glaszylinder und der Vorheizschale. Bevor die Lampe in Betrieb genommen wird, wird sie mit Spiritus, der auf die Vorheizschale gegossen und angezündet wird, angeheizt. Durch das Vorheizen vergast das Petroleum. Ist der Spiritus fast ausgebrannt, wird Luft in den Petroleumbehälter gepumpt und die Spindel langsam aufgedreht. Dadurch wird die Düse geöffnet, das Gas-Luftgemisch entweicht und entzündet sich an der Spiritusflamme. Brennt die Lampe, wird laufend ausreichend Petroleum vergast.

2d) Benzinlötgeräte

Hierzu gehören die Benzinlötlampe und der BenzinlötKolben.

Die **Benzinlötlampe** besteht aus dem **Benzinbehälter** mit der **Luftpumpe** und dem **festaufgeschraubten Brenner**. Der Benzinbehälter ist aus Messing und wird in drei Größen mit einem Fassungsvermögen von 0,35 – 0,5 oder 1 Liter geliefert. Der Boden des Behälters ist nach oben gewölbt. Der Deckel hat in der Mitte ein Gewinde, in das das Steigrohr eingeschraubt ist. Das Steigrohr verbindet den Behälter mit dem Brenner, der der Vergaser der Benzinlötlampe ist. Die Düse ist in den Vergaserkopf eingesetzt, auf dem das Düsen- oder Brennrohr aufgeschraubt wird. Durch die Reglerspindel kann die Düsenöffnung verschlossen oder mehr oder weniger weit geöffnet werden. Von dem Benzinbehälter leitet ein Docht das Benzin durch das Steigrohr in den Vergaser. Um das Gewinde für das Steigrohr ist bei den Behältern mit einem Fassungsvermögen von 0,35 und 0,5 Liter eine Vertiefung – die Vorwärmchale – eingeformt. Bei den Lampen, deren Behälter 1 Liter faßt, fehlt diese Vertiefung, hier befindet sich am Brenner eine aus Blech besonders gefertigte Vorwärmchale. Neben der Verschraubung ist eine Einfüllöffnung für Benzin, die mit einer mit einem Sicherheitsventil versehenen Schraube verschlossen wird. Im allgemeinen ist in jedem Behälter eine kleine Kolbenpumpe eingebaut. Seitlich am Behälter ist ein Griff angebracht, um die Lötlampe besser handhaben zu können.

Der **BenzinlötKolben** arbeitet nach demselben Prinzip wie die Benzinlötlampen, wird aber von der DBP nicht mehr angeschafft.

2e) Propangas-Schweiß- und Lötgeräte

Zu diesen Geräten gehören Propangas-Schweißgeräte, -Kabellötgeräte und -LötKolben.

Das **Propangas-Schweißgerät** wird zum Schweißen von Aluminium- und Kupferadern sowie in einzelnen Fällen auch zum Schweißen von Bleimuffen benutzt. Beim Schweißen muß dem Propangas Sauerstoff zugegeben werden, damit die Schweißflamme die erforderliche Schweißtemperatur erreicht, deshalb wird neben dem Propangas-Behälter noch ein Sauerstoff-Behälter benötigt.

Die eingehende praktische Erprobung von Propangas-Lötgeräten (LötKolben und Kabellötgeräten) hat ergeben, daß diese im Fernmeldebaudienst außerordentlich vorteilhaft zu verwenden sind. Begünstigt wird diese Entwicklung dadurch, daß Propangas billig, wirtschaftlich, betriebssicher, nicht giftig ist und einen hohen Heizwert hat. Propan fällt bei der Benzingerinnung in großen Mengen an.

Bei einem Druck von etwa 7 bis 8 atü wird es flüssig und in diesem Zustand in Stahlflaschen aufbewahrt. Die Geräte sind ständig betriebsbereit, ein einfaches, sauberes, unterbrechungsfreies Arbeiten ist stets gewährleistet.

Zu einem Schweißgerät gehören folgende Einzel- und Zubehörteile:

Einzelteile:

- 1 Propan-Behälter (Flasche) von etwa 0,1 kg Inhalt mit Nachregulierventil,
- 1 Sauerstoff-Behälter (Flasche) von 1 l Inhalt mit Regulierventil und Kontrollmanometer für Sauerstoff,
- 2 druckfeste Schläuche von je 2 bis 3 m Länge mit Anschlußverschraubungen (Überwurfmuttern),
- 1 Propan-Sauerstoff-HartlötBrenner mit 2 Sätzen Düsen zu 0,6 – 0,8 und 1,5 mm Durchmesser und
- 1 Transportkasten für das Schweißgerät.

Zubehör:

- 1 Schweißbrille,
- 1 Gasanzünder,

- 1 Spezialschlüssel für die Überwurfmuttern,
- 1 Büchse Schweißpulver und
- 1 Büchse fettfreie Dichtungsmasse für Ventile.

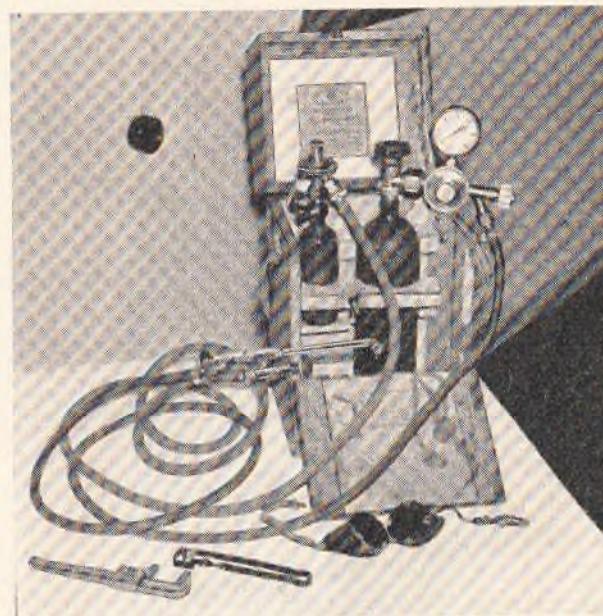


Abb. 36
Propangas-Schweißgerät

Anstelle der Lötlampe zum Bleilöten tritt allmählich das **Propangas-Kabellötgerät**. Beim Bleilöten muß eine kräftige aber nicht zu heiße Flamme erzeugt werden. Das Propangas wird deshalb nicht mit Sauerstoff, sondern nur mit Luft gemischt. Für das Propangas wird zweckmäßig ein Propan-Behälter für 3 oder 5 kg Inhalt benutzt.

Vor der Inbetriebnahme des Lötgerätes wird der Schlauch mit dem gefüllten Propan-Behälter und dem Brenner-Griffstück verschraubt. Die Heizkraft ist von der Luftzufuhr abhängig und durch Verstellen des Luftschiebers am Brenner zu regeln. Es kann also eine starke oder schwache, heiße oder wenig heiße Flamme mit Hilfe der Ventile eingestellt werden. Der Spitzbrenner dient für Lötarbeiten an dünnen Kabeln und verbraucht 30 bis 40 g Propangas in der Stunde, der Hochleistungsbrenner ist für Lötungen an dicken Kabeln vorgesehen und verbraucht 350 bis 450 g Propangas je Stunde.

Zu dem Propangas-Kabellötgerät gehören folgende Einzel- und Zubehörteile:

Einzelteile:

- 1 Propangasbehälter für 3 oder 5 kg Inhalt mit Nachregulierventil und Schutzkappe,
- 1 druckfester Schlauch von 3 bis 4 m Länge mit Anschlußverschraubungen (Überwurfmuttern),

- 1 Brenner-Griffstück mit Feinreguliertventil und schwenkbarem Schlauchanschluß,
- 1 Propanspitzenbrenner mit zugehöriger Düse, die in das Griffstück eingeschraubt wird,
- 1 Propanhochleistungsbrenner mit zugehöriger Düse und
- 1 Transportkasten.

Zubehör:

- 2 Ersatzdüsen,
- 1 Gasanzünder,
- 1 Spezialschlüssel und
- 1 Düsenschlüssel.



Abb. 37

Propangas-Kabellötgerät mit 5 kg Propangas-Behälter

Überall dort, wo nicht mit elektrischen LötKolben gearbeitet werden kann, sind **Propangas-LötKolben** vorzuziehen. Sie können im Schaltwärterdienst und bei allen Lötarbeiten vorteilhaft verwendet werden.

Das Brenner-Griffstück und die zum Spitzenbrenner gehörige Düse sind die gleichen wie beim Propangas-Kabellötgerät. Im LötKolbenbrenner ist das zur Spitze ausgeschmiedete und im Winkel gekröpfte Rundkupferstück so gehalten, daß die aus dem Brenner austretende Flamme auf das Kupferstück trifft und es erwärmt. Die Windschutzhaube verhindert, daß die nur schwache Flamme ausgeblasen wird. Der Propangas-LötKolben verbraucht je Stunde etwa 10 bis 20 g.

Zu dem Propangas-LötKolben gehören die nachstehenden Einzel- und Zubehörteile:

Einzelteile:

- 1 Propangas-Kleinstbehälter für 90 g Inhalt mit Reguliertventil und Schlauchanschluß,

- 1 Brenner-Griffstück mit schwenkbarem Schlauchanschluß und Feinreguliertventil,
- 1 LötKolbenbrenner (100 g) mit zugehöriger Düse, Windschutzhaube und Kupferstück,
- 1 m Druckschlauch mit Anschlußverschraubungen (Überwurfmuttern) und
- 1 Transportkasten mit Traggurt.

Zubehör:

- 1 Ersatzdüse,
- 1 Gasanzünder,
- 1 Spezialschlüssel und
- 1 Düsenschlüssel.

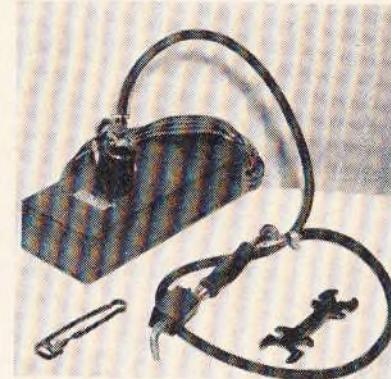


Abb. 38

Propangas-LötKolben**2f) Elektrische LötKolben**

Wenn an den Arbeitsstellen eine Anschlußmöglichkeit an das elektrische Lichtnetz vorhanden ist, werden die Feinlötungen mit dem elektrischen LötKolben ausgeführt. Der Heizwiderstand des LötKolbens ist so bemessen, daß er die zum Lötten notwendige Temperatur dem Kupferstück zuführt.

Der elektrische LötKolben setzt sich aus folgenden Teilen zusammen:

- 1 LötEinsetzung aus Kupfer mit verzinneter Spitze,
- 1 Heizkörper,
- 1 gegen Wärme und elektrische Spannung isolierter Stiel,
- 1 Heft aus Holz oder Isolierstoff mit verdeckt eingesetzter Anschlußklemme, die eine Zugentlastung für die Anschlußschnur hat,
- 1 Anschlußschnur aus Gummischlauchleitung von 2 m Länge. Sie hat einen Schnur-schutz und eine Zugentlastung am Heft und Anschlußstecker und ist mit einem zweipoligen Anschlußstecker versehen.

IV. Die Kabellöt- und Kabelspleißarbeiten

1. Vorbereitungsarbeiten

Das **Löten** und **Spleißen** der Fernmeldekabel muß **gewissenhaft und mit großer Sorgfalt** ausgeführt werden, um die Störungen an den unterirdischen Fernmeldeleitungen auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Das für die Löt- und Spleißarbeiten erforderliche **Fernmeldebaugerät** und **Fernmeldebaugeschütz** wurde bereits in den Abschnitten III. 1. und III. 2. beschrieben. Wichtig ist bei diesen Arbeiten, daß die einschlägigen **verkehrstechnischen Sicherheitsmaßnahmen**, die zum größten Teil für alle praktischen Arbeiten im Fernmeldebaudienst gelten, beachtet werden. Diese Sicherheitsmaßnahmen sind in den **Vorschriften zur Verhütung von Unfällen im Fernmeldebaudienst (UVFBau)** enthalten und können dort nachgelesen werden. **Die wichtigsten dieser Bestimmungen**, die für die Kabellöt- und Kabelspleißarbeiten gelten, seien hier noch einmal wiederholt:

1. Sind **Lötarbeiten in Gebäuden** auszuführen, ist der Hausbesitzer oder der Verwalter zu verständigen.
2. Vor Beginn der Arbeiten ist der **Zugang zu den Hausabsperrhähnen der Versorgungsleitungen** – wie Gas, Wasser und Elektrizität – zu erkunden.

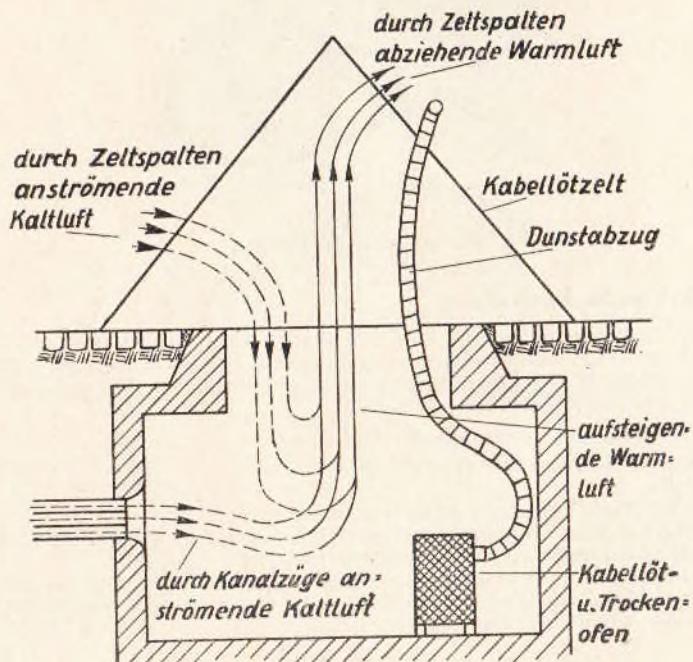


Abb. 39

Kabellschachtlüftung bei geöffneten Kanalzügen

3. Der **nächste Feuermelder oder Fernsprechananschluß** ist zu erkunden, um im Falle der Gefahr nicht erst suchen zu müssen.
4. Ebenfalls ist festzulegen, welche **Treppen und Notausgänge** benutzt werden können, falls ein Feuer ausbricht.
5. Mit dem Gasanzeiger „Aladin“ (Handgaswarner) ist festzustellen, ob die Räume, in denen gearbeitet werden soll, **gasfrei** sind.
6. Sind Lötarbeiten in Kabelschächten oder in Lötgruben auszuführen, die sich auf Straßen, Wegen oder Plätzen befinden, ist **der Straßenverkehr besonders zu sichern**.

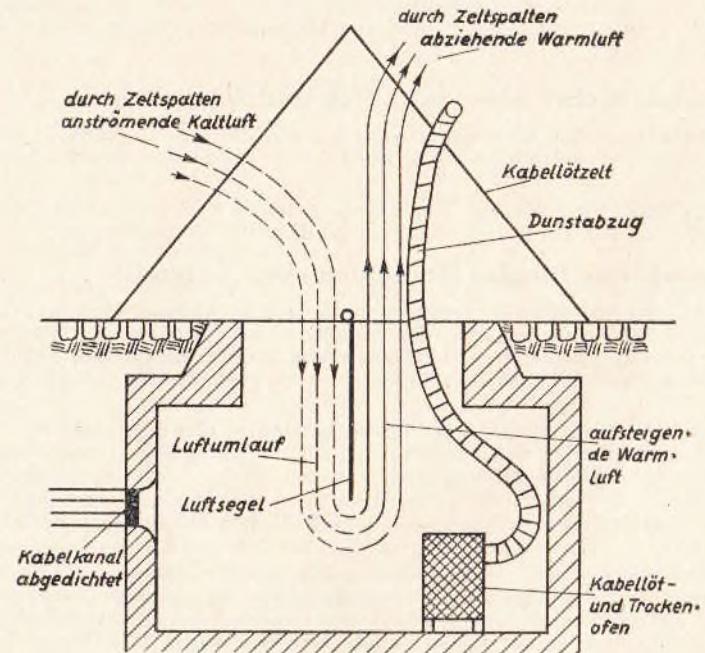


Abb. 40

Kabellschachtlüftung bei abgedichteten Kanalzügen und eingehängtem Luftsegel

Soll in Kabelschächten gearbeitet werden, sind diese zuerst sorgfältig zu entlüften und zu reinigen. Vor dem Besteigen des Schachtes ist mit dem Handgaswarner festzustellen, ob der Kabelschacht gasfrei ist.

Feuchte Schächte müssen ausgetrocknet werden, damit die Feuchtigkeit nicht in die Spleißstellen eindringen kann. Die Kabelschächte werden mit dem **Kabeltrockenofen** oder mit einem **Feuer aus Holzkohlenbriketts** getrocknet. Damit sich das giftige **Kohlenoxydgas** nicht ansammeln kann, ist auf einen **wirksamen Dunstabzug** – Metallschlauch, der vom Ofen durch die im Zelt vorgesehene Öffnung ins Freie führt – zu achten. Da die erwärmte Luft nach oben steigt, drückt sie die verdunstende Feuchtigkeit hoch und gibt sie an die Außenluft

ab; der Vorgang des Austrocknens kann durch einen dauernden Luftzug beschleunigt werden.

Sind die Züge der Kf nicht abgedichtet, erfolgt der Luftzug von den Nachbarschächten her; müssen aber aus besonderen Gründen (Gasgefahr) die Züge abgedichtet bleiben, kann der Luftzug durch ein sogenanntes **Luftsegel** verstärkt werden. Das Luftsegel ist ein an einem Holzstab befestigtes Stück Segeltuch von etwa 70 cm Breite und 100 cm Länge, das in der Mitte der Schachtöffnung so aufgehängt wird, daß es den Schacht teilt. Die Abbildungen 39 und 40 zeigen die beiden Möglichkeiten, mit denen der Luftzug verstärkt und der Trockenvorgang beschleunigt werden kann.

Sind die Spleißarbeiten in **Lötgruben** auszuführen, müssen die Lötgruben vor Beginn der Arbeiten mit einem **Feuer aus Holzkohlenbriketts** ordentlich austrocknet werden.

2. Grundsätzliches über das Löten und Schweißen

Unter **Löten** wird das Verschmelzen zweier Metalle unter Zuhilfenahme eines leicht schmelzbaren dritten Metalls – des Lotes –, das als Bindemittel dazulieft, verstanden.

Beim **Schweißen** wird eine feste Verbindung zwischen zwei gleichartigen Metallen hergestellt, ohne daß ein drittes Metall als Bindemittel verwendet wird.

2a) Vorarbeiten für das Herstellen einer Lötstelle

Bevor mit den Lötarbeiten begonnen wird, ist eine **Auffangschale** unter die herzustellende Lötstelle zu stellen, in der das abtropfende Lötzinn aufgefangen wird. Dann sind die zu verlötenden **Bleiflächen von Verunreinigungen (Bleioxyd) zu befreien**, indem sie mit dem Kabelmesser **gleichmäßig blank** geschabt werden.

Werden die Verunreinigungen mit einer sauberen **Stahldrahtbürste** abgebürstet, ist die Stahldrahtbürste so zu führen, daß die Bleistaubteilchen vom Löter fort fliegen, um eine **Bleivergiftung** zu vermeiden. Wegen der Gefahr einer Bleivergiftung ist es aber auf alle Fälle besser, auf die Arbeiten mit der Stahldrahtbürste ganz zu verzichten und die zu verlötenden Bleiflächen nur mit dem Kabelmesser blank zu schaben.

Um zu verhindern, daß die bereits blank geschabten Bleiflächen erneut oxydieren, werden sie mit **angewärmtem Rindertalg** bestrichen und dann **verzinkt**. Die Lötfläche wird gleichmäßig mit der Lötlampe erwärmt und das Stangenlötzinn so in die Lötflamme gehalten, daß es auf die Lötfläche tropft. Das flüssige Lötzinn wird mit einem mehrfach zusammengelegten mit Rindertalg durchtränkten Leinenlappen – auch **Schmierlappen** genannt – verstrichen, bis die Flächen gleichmäßig verzinkt sind. Die Lötstellen der selbsthergestellten Bleimuffen können auch so hergerichtet werden.

Werden die Lötstellen gleich nach dem Blankschaben der Bleiflächen hergestellt, kann auf den umständlichen Arbeitsgang des Verzinnens verzichtet werden; jetzt erfolgt das **Verzinnen zweckmäßig in einem Arbeitsgang mit dem Löten**, was geübten Löttern keine Schwierigkeiten bereitet.

Fertige Bleimuffen werden mit einem Holzhammer so über die fertige Spleißstelle getrieben, daß die beiden Halsenden der Muffe am Kabelmantel und die Ober- und Unterseiten der Längs- und Quernähte übereinanderliegen.

2b) Das Zulöten einer Muffe

Zuerst werden die beiden Enden der Bleimuffe mit dem Kabelmantel verlötet. Dazu wird der Kabelmantel und die Bleimuffe mit der Lötlampe an der Verbindungsstelle

gleichmäßig erwärmt und der Stangenlötzinn so in die Lötflamme gehalten, daß er in ausreichender Menge auf die Lötnaht tropft. Mit dem Schmierlappen wird das weiche und schmierfähige Lötzinn rund um die Lötnaht verteilt und tief in die Fuge zwischen Muffe und Kabelmantel eingedrückt. Damit während dieses Arbeitsvorganges das Lötzinn immer schmierfähig bleibt, wird es laufend mit der Lötlampe erwärmt. Dann wird die Verbindungsstelle zwischen Kabelmantel und Bleimuffe mechanisch verstärkt, indem nochmals Lötzinn auf die Lötnaht getropft wird und mit dem Schmierlappen so über der Lötnaht verstrichen wird, daß sich ein **Wulst** mit flacher birnenförmiger Wölbung bildet; der Wulst muß ohne Rand zum Kabel und zur Muffe hin auslaufen, glatt und rundherum gleichmäßig sein. Ist der Kabelmantel mit der Bleimuffe verbunden, wird die Längs- oder Quernäht in ähnlicher Weise verlötet.

Die Lötarbeiten müssen sorgfältig und in Ruhe ausgeführt werden, damit die Lötstelle dicht wird. Der Anfänger muß besonders darauf achten, daß er die Lötarbeiten zügig ausführt. Das Lötzinn darf nicht zu oft erhitzt werden, weil es sich sonst entmischt und dadurch die Bindefähigkeit verliert.

Ist die Lötstelle fertiggestellt, wird sie auf Risse und andere Unregelmäßigkeiten untersucht. Kann die Unter- und Rückseite nicht beobachtet werden, wird der **Lötstellenspiegel** verwendet. Um die Risse und Unregelmäßigkeiten besser sichtbar zu machen, wird die fertige, heiße Lötstelle mit Talg abgerieben.

2c) Andere Lötarbeiten

Mittels **Röhrenlötzinn** werden die Kupferadern mit verzinnten Lötstiften oder Lötösen verbunden, ebenfalls wird Röhrenlötzinn verwendet, wenn in Fernkabeln oder in Bezirkskabeln die Enden der zusammengewürgten Adern in der Spleißstelle verlötet werden müssen.

Diese Lötarbeiten werden mit einem **LötKolben** ausgeführt. Bei der DBP werden Spitz-, Benzin-, Propangas-, elektrische und Mox- und Dibrama-LötKolben verwendet. BenzinlötKolben werden jedoch nicht mehr beschafft.

Die Arbeitsweise der verschiedenen Kolbenarten wurde bereits schon in den Abschnitten III. 2. d), III. 2. e) und III. 2. f) erläutert. Für alle Arten gilt aber folgender Merksatz:

Die Löttemperatur ist dann erreicht, wenn das auf die verzinnte Kolbenspitze gehaltene Röhrenlötzinn sogleich zu fließen beginnt.

Wenn der Kolben nicht heiß genug ist, wird das auf der Lötspitze haftende Lötzinn dickflüssig und verbrennt (**Lötzinnoxid**). Die mit einem nicht ausreichend heißen LötKolben hergestellten Lötstellen geben keinen guten Kontakt, sie neigen zur Bruchigkeit und werden **kalte Lötstellen** genannt. Deshalb sind auch die Kolbenspitzen nach jedem Gebrauch von den Lötzinnresten zu reinigen.

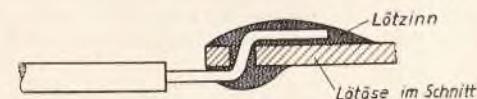


Abb. 41

Löten an einer gelochten Lötfaehne

Bei der DBP sind Lötfaehnen mit Ösen an den Sicherungsleisten, Lötfaehnen mit Löthaken an den Lötösenstreifen und Trennleisten und Lötstifte mit Löthaken an den Endverschlüssen zu finden. Die Art des Anlegens der Drähte ist verschieden.

Die Abbildungen 41 und 42 zeigen das Festlöten eines Drahtes an Lötflächen mit Öse und mit Haken.

Um die **Lötarbeiten** auszuführen, wird das Röhrenlötzinn in die linke und der heiße LötKolben in die rechte Hand genommen. Die LötKolbenspitze wird in die Nähe des Lötstiftes gebracht, ohne ihn jedoch zu berühren. Jetzt wird etwas Lötzinn

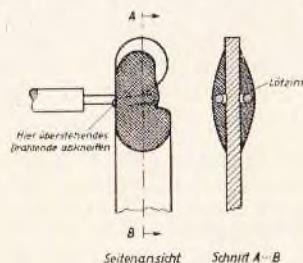


Abb. 42

Löten an einer hakenförmigen Lötfläche

auf der heißen Kolbenspitze geschmolzen und die Kolbenspitze sofort gegen den Lötstift gehalten. Dabei dringt die Wärme über das flüssige Lötzinn auf den Lötstift und auf den bereits vorher herangeführten Draht. Mit dem Röhrenlötzinn wird noch einmal die dem Kolben gegenüberliegende Seite des Lötstiftes berührt. Jetzt wird das Kolophonium flüssig und überzieht die Lötstelle mit einem schützenden Film, das schmelzende Lötzinn fließt erst später in die Hohlräume. Richtig gelötet ist, wenn der Lötstift von einer flachen Kuppe Lötzinn eingehüllt ist. Der Kolben ist im rechten Augenblick abzunchmen, damit die Adernisolierung nicht durch übermäßiges Erhitzen beschädigt wird.

Sollte das Lötzinn trotz ausreichender Erwärmung nicht fließen, ist der Lötstift verschmutzt und muß erst gereinigt werden. Die Stelle ist dann mit neuem Lötzinn nochmals zu löten.

In **Fern- und Bezirkskabeln** werden die **Adern** von Hand miteinander verwürgt. **Um Kontaktfehler und Übergangswiderstände zu vermeiden**, werden die **Spitzen der Würgestellen verlötet oder verschweißt**. Um die Arbeit zu vereinfachen, werden **mehrere Kabeladern** zum Löten vorbereitet. Beim Löten ist darauf zu achten, daß die blanken Adern nicht mit den Fingern berührt werden, weil durch die Handfeuchtigkeit auf dem blanken Kupfer eine Veränderung hervorgerufen wird, die das Verlöten ungünstig beeinflusst. Zum Verlöten der Spitzen der Würgestellen wird auf der Kolbenspitze eine kleine Menge Lötzinn geschmolzen und mit der Kolbenspitze sogleich gegen die Spitze der Würgestelle gedrückt. Dann wird das Röhrenlötzinn so auf die Oberkante der Würgestelle gehalten, daß das Kolophonium und das Lötzinn etwa 10 mm durch die Würgestelle läuft und dort erkalten kann.

2d) Schweißen von Kupfer- und Aluminiumadern

Aluminiumleiter können **nicht** gelötet, **sondern** nur verschweißt werden. Für diese Arbeiten werden die bekannten **Propangas-Schweißgeräte** (siehe Abschnitt III. 2. e) benutzt. Die zu verschweißenden Kabeladern werden zuerst verwürgt, dann wird der Schweißbrenner so gegen die Würgestelle gehalten, daß die Spitze der Stichflamme die Spitze der Würgestelle trifft. Als **Flußmittel** wird etwas angerührtes Schweißpulver (**Autogal** oder **Firinit neutral**) auf die Spitze der Würgestelle aufgetragen. Durch die Hitze der Stichflamme wird das Metall so zum

Schmelzen gebracht, daß sich an der Spitze der Würgestelle eine kleine Kugel bildet.

Der Schweißvorgang dauert etwa ein bis zwei Sekunden. Nicht einwandfrei verschweißte Drähte lösen sich bei leichtem Flachzangendruck auf die Schmelzkugel; in diesem Fall muß die Stelle noch einmal neu geschweißt werden.

Auch Kupferadern können verschweißt werden, jedoch ist hier kein Schweißpulver zu verwenden.

3. Grundsätzliches über das Anfertigen von Spleißstellen

3a) Das Vorrichten der Kabelenden

Bevor die Stelle der Bleimuffe bzw. das Ende für den Endverschluß auf dem Kabelmantel angezeichnet werden kann, müssen die zu lötenden Kabel erst richtig gebogen und gelagert werden. Da der Bleimantel des Kabels später an beiden Seiten in den Muffenhals der Bleimuffe oder in den Lötstutzen eines Endverschlusses hineinragen muß, ist der Bleimantel jeweils 4 cm kürzer abzutrennen als nach dem Muffenhals oder nach dem Lötstutzen angezeichnet worden ist.

An der Trennstelle wird der Bleimantel mit einem Kabeltrennmesser ringförmig eingeschnitten, die Kabeladern dürfen dabei nicht beschädigt werden. Bei dünneren Kabeln kann dann der Bleimantel von der Kabelseele abgezogen werden; Stücke eines Bleimantels von ungefähr 20 cm Länge lassen sich leicht nach mehrfachem Hin- und Herbiegen abziehen. Bei dickeren Kabeln muß vom Ringschnitt zum Kabelende hin ein Bleistreifen von 2 cm Breite eingeschnitten werden, der dann vom Kabelende her mit einer Flachzange abzuheben ist. Der noch verbleibende restliche Bleimantel wird seitlich abgebogen und so entfernt. Die Abbildung 43 veranschaulicht das Abtrennen des Kabelmantels bei dickeren Kabeln.

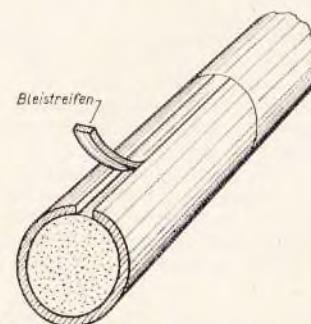


Abb. 43

Abtrennen eines Kabelmantels

Der am Ringschnitt entstandene Grat muß mit dem Kabelmesser abgeschabt werden; zum Schutz der Papierisolation wird die Kabelseele am Ringschnitt mit **Nesselband** umwickelt.

Bei **PMbc-Kabeln** muß die **Bewehrung soweit abgewickelt und zurückgebogen werden**, daß die Kabelmuffe genügend Platz hat und auch noch ausreichend Platz zum Löten bleibt. Ferner ist darauf zu achten, daß der Bleimantel

noch gut 4 cm in den Muffenhals hineinragen muß. Damit die Bewehrung nicht weiter aufspringen kann, ist sie mit einem Wickel von 2 mm dickem verzinkten Stahlbindendraht abzubinden.

Ist das Kabelende so vorbereitet, wird die Kabelseele von der Papierbandumwicklung befreit. Dann werden die freigelegten Kabeladern Lage für Lage – ohne sie zu knicken – zurückgeschlagen und jede Lage am Kabelhals eingebunden. Bei allen Kabeln ist das Einbinden (Festlegen) der einzelnen Kabeladern erforderlich, der Einbund soll beim Spleißen das Greifen der richtigen Viererseite oder Paare erleichtern und außerdem vermeiden helfen, daß Adern einer Lage mit Adern einer anderen Lage vertauscht werden.

3b) Das Abbrühen von Kabeladern mit Abbrühmasse

Mit **Abbrühmasse** werden die Adern der Fern- und Bezirkskabel in allen Spleißstellen und Kabelabschlüssen, Pupinspulen und Kondensatormuffen dann abgebrüht, wenn die Gefahr besteht, daß Feuchtigkeit in die Löt- und Spleißstellen eindringen kann. Außerdem sind – bei Gefahr des Eindringens von Feuchtigkeit – alle Adern in den Kabelabschlüssen (EVs, ÜEVs und EV), in den Kabelabschlußmuffen und in Lötstellen beim Übergang von Röhren- auf Erdkabel abzubrühen. In Stopfstellen – das sind luftundurchlässig abgedichtete Lötstellen, die für das **Prüfen der Kabel mit Druckluft** hergestellt werden – sind die Kabeladern ebenfalls abzubrühen.

Mit **Druckluft** werden die Kabel auf **Dichte der Bleimäntel** geprüft (siehe auch Abschnitt V). Zu diesem Zweck wird mit einer besonderen Einrichtung – mit der **Druckluftprüfmaschine** – trockene Luft in ein Kabel eingeblasen, das vorher durch Stopfmuffen in Teilstrecken aufgeteilt wird und von dem sämtliche Abgänge ebenfalls durch Stopfmuffen abgetrennt sind.

Beim **Abbrühen** – auch **Tränken** genannt – wird die im Papier noch vorhandene Feuchtigkeit beseitigt, außerdem verhindert das Abbrühen weiteres Eindringen von Feuchtigkeit.

Nach dem Abmanteln sind die papierisolierten Adern **sofort mit heißer Abbrühmasse** zu übergießen. Lackpapierisolierte Adern sind in die heiße Abbrühmasse zu tauchen. Beim Abbrühen ist das Kabel so zu lagern, daß das **Kabelbündel waagrecht** liegt, und unter das Adernbündel ist eine Auffangschale zu setzen. Die heiße Abbrühmasse ist mit einem dünnen Strahl über die Kabeladern zu gießen, und zwar so, daß am Bleimantel begonnen wird. Die Adernspitzen (5 bis 10 cm) sind von der Abbrühmasse freizuhalten. Die im Papier enthaltene Feuchtigkeit läßt die Abbrühmasse zunächst aufschäumen; die Schaumbildung hört auf, sobald die Feuchtigkeit gebunden und somit beseitigt ist. Die Temperatur der Abbrühmasse muß während des ganzen Vorganges 120° C betragen, wenn erreicht werden soll, daß die Adern wirksam isoliert werden.

3c) Prüfen der Kabeladern bei Löt- und Spleißarbeiten

Bevor der Kabellöter die Kabeladern in der vorgeschriebenen Folge miteinander **verbindet**, muß er sie vorprüfen. Beim Vorprüfen ist folgendes zu beachten:

1. Die richtige Adernfolge (auf Vertauschung achten),
2. der Stromdurchgang (ist eine Ader unterbrochen?),
3. daß keine Berührung mit anderen Adern vorliegt (Nebenschluß) und
4. daß keine Berührung mit dem Bleimantel des Kabels vorhanden ist (Erdschluß).

Die aufgeführten vier Punkte werden mit der in Abbildung 44 gezeigten Adernprüfschaltung ausgeprüft.

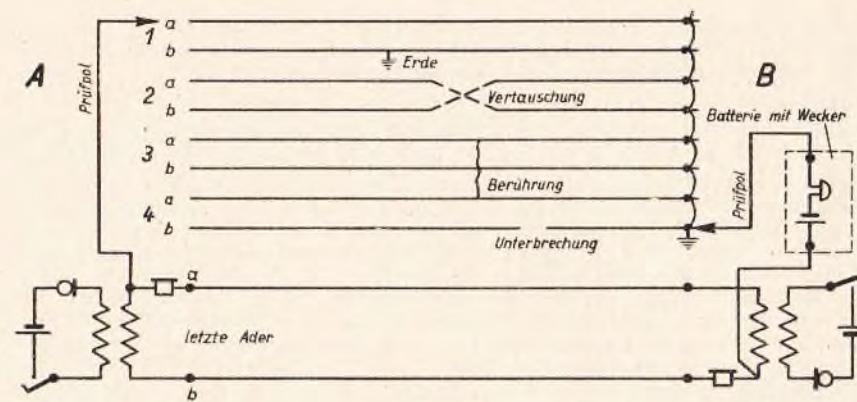


Abb. 44
Adernprüfschaltung

Die Vorprüfung wird so durchgeführt, daß im Amt B ein Löter sämtliche Adern erdet; die letzte Ader im Kabel wird im Amt als Sprechleitung geschaltet. Die Prüfung läuft wie folgt ab:

Fall 1

Im Löterloch A wird mit dem Prüfdraht zunächst die **Ader 1a** berührt. Der **Wecker** auf der Gegenseite **spricht an**, und der Löter hört das **Schnarren** in seinem Kopfhörer. Er **unterbricht zweimal kurz** hintereinander die Berührung und fordert damit seinen Kollegen im Amt B auf, die **Erde von der Ader 1a abzunehmen**. Die Ader wird daraufhin **stromlos**, das Schnarren hört auf, die **Ader ist gut** und kann eingebunden werden.

Fall 2

Der Prüfvorgang wiederholt sich mit der Ader 1b. Wird die Erde von der zu prüfenden Ader abgenommen, schnarrt der Wecker weiter. Folglich muß die Ader 1b **Erdschluß oder Berührung** mit irgendeiner noch geerdeten Ader haben. Die fehlerhafte Ader 1b wird wieder an Erde gelegt und die übrigen Adern weitergeprüft, ohne sich weiter mit der Ader 1b aufzuhalten. Hat nämlich die fehlerhafte Ader Berührung mit einer anderen, wird es bei der weiteren Prüfung noch festgestellt. Hat die fehlerhafte Ader keine **Berührung** mit einer anderen, sondern **Erdschluß**, spricht der Wecker noch an, wenn alle Erdverbindungen aufgehoben sind.

Fall 3

Sind zwei Adern miteinander vertauscht – z.B. Ader 2a mit Ader 2b –, ertönt kein Schnarren, wenn die Ader 2b mit dem Prüfpol berührt wird, weil der vermeintlichen Ader 2a im Amt die Erde fehlt. Zur Kontrolle, ob es sich hierbei um eine wirkliche Vertauschung handelt, hält der Löter den Prüfpol nochmals an die Ader 2a; ertönt der Schnarrwecker, trennt der Löter im Amt die Erde von der Ader 2b ab. Verstummt jetzt das Schnarren, steht einwandfrei fest, daß die Adern 2a und 2b vertauscht sind.

Fall 4

Bei der Prüfung werden die **Adern 3a und 3b** als fehlerhaft, dagegen die nächste Ader (4a) als gut festgestellt. Zur Kontrolle berührt der Löter die fehlerhaften

Adern nochmals mit dem Prüfpol. Schweigt jetzt der Schnarrwecker, steht fest, daß zwischen der Ader 4a – der scheinbar fehlerfreien Ader – und den Adern 3a und 3b – den scheinbar fehlerhaften Adern – eine **Berührung** besteht.

Fall 5

Sollte bei Berührung einer Ader mit dem Prüfpol der Wecker nicht schnarren und sind alle anderen Adern als gut geprüft, handelt es sich um eine **Unterbrechung**. Anstelle der beschriebenen Prüfschaltung mit Schnarrwecker kann auch mit **zwei Prüfhörern** gearbeitet werden. Lötter A und Lötter B sind mit je einem Prüfhörer ausgerüstet, die aus einer Batterie gespeist werden. Der eine Pol der Prüfhörer wird an die letzte Ader oder an den Bleimantel gelegt, während der andere Pol als Prüfpol dient. Die Adern werden ähnlich wie bei den fünf oben beschriebenen Fällen geprüft. Das Arbeiten mit den Prüfhörern hat den Vorteil, daß sich beide Lötter fernmündlich miteinander verständigen können; ist eine Ader fehlerhaft – also ohne Verständigung – kann immer auf die letzte gute Ader oder auf eine von vornherein festgelegte Ader zurückgegangen werden.

Die **Erdung**, die der Lötter im Amt vornimmt, kann auch im LV oder im KV und an den Kabelabschlüssen vorgenommen werden. Fehlt dagegen bei einem Kabel

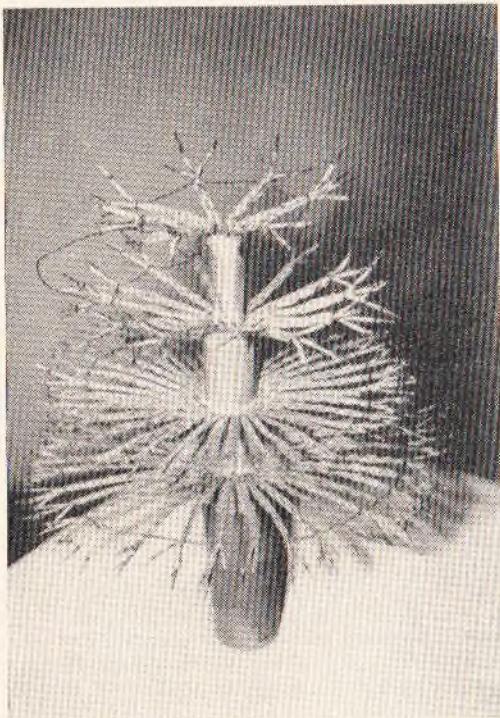


Abb. 45
Prüfblume

der Anschluß zum Amt oder zu einem anderen Kabelabschluß, ist das Kabelende zu einer sogenannten **Prüfblume** aufzuschließen. Zu diesem Zweck wird das Kabel auf 20 bis 50 cm Länge je nach Dicke entmantelt und abgebrüht. Die äußere Lage ist oberhalb der Bleimantelkante mit Nesselband zu umwickeln und so abzubiegen, daß sie strahlenförmig absteht. Ebenso sind die anderen Lagen aufzuteilen. Damit die strahlenförmig abstehenden Adern in der gewünschten Richtung feststehen, wird jedes Viererseil (VS) mit einem dünnen Draht auf etwa $\frac{2}{3}$ der Länge umwickelt. Die Adern eines VS werden in der Zählfolge auseinander gespreizt und an der Spitze auf etwa 1,5 cm Länge abisoliert. Mit einem blanken Kupferdraht werden die Adernspitzen miteinander verbunden und über den Bleimantel des Kabels geerdet.

Die Prüfblume darf nur in trockenen Räumen angefertigt werden und ist dauernd trocken zu halten.

Kann aus räumlichen Gründen nicht mit einer Prüfblume gearbeitet werden, ist als **Notbehelf ein Prüfstumpf** zu bilden, damit wenigstens die Zusammengehörigkeit der Einzeladern geprüft werden kann. Hierbei wird folgendermaßen verfahren: Das freiliegende Ende des Kabels ist auf etwa 30 bis 50 cm Länge je nach Dicke des Kabels zu entmanteln. Dann sind die einzelnen Adernlagen vom Ende des Bleimantels her soweit zurückzuschneiden, daß in Richtung der innersten Lage von Lage zu Lage die Adern um je 5 cm länger stehen bleiben. Jedes Adernpaar wird dann an der Spitze auf etwa 1,5 bis 2 cm Länge abisoliert, damit a- und b-Ader miteinander verwürgt werden können. Die Würgestellen sind durch übergeschobene Papierröhrchen zu isolieren.

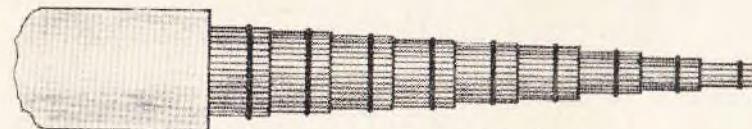
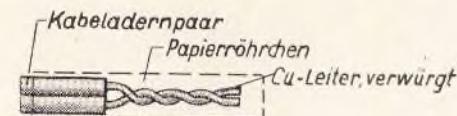


Abb. 46
Prüfstumpf

Damit keine Feuchtigkeit eindringen kann, ist über den Prüfstumpf ein alter Bleimantel als Hülle zu schieben und mit Stangenlötzinn zu dichten. Ob die zusammengehörigen Adern auch wirklich miteinander zur Schleife verbunden sind, ist von der nächsten Spleißstelle aus mit Batterie und Wecker zu prüfen.

Der Schnarrwecker ertönt bei dieser Schaltung, wenn die a- und die b-Ader mit je einem Prüfpol berührt werden, weil beide Adern im Prüfstumpf eine Schleife bilden.

3d) Anfertigen der Würgestellen

Soll eine **Würgestelle** angefertigt werden, ist zuerst ein **Papierröhrchen auf eine Ader** zu schieben. Dann sind die zu verbindenden Adern an der Verbindungsstelle rechtwinklig zur Adernrichtung umzubiegen und **einschließend der Papierumspinnung über zwei Schläge** zusammenzudrehen. Nach diesen beiden Schlägen

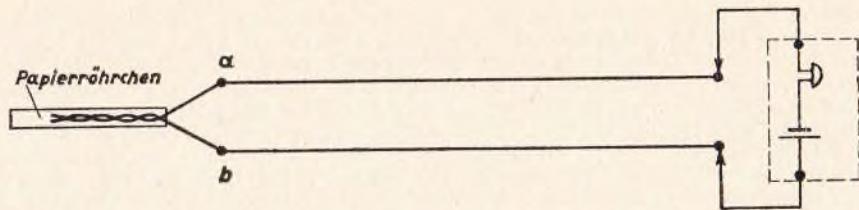


Abb. 47
Prüfschaltung

ist die **Papierisolation** mit der Abisolierzange oder mit der Lötzange **abzustreifen**. Die Papierisolation wird durch diese beiden Schläge festgehalten; dadurch wird verhindert, daß sich die Papierumspinnung in der Würgestelle zurückziehen kann und sich die blanken Adern berühren. Die blanken, abisolierten Drähte sind

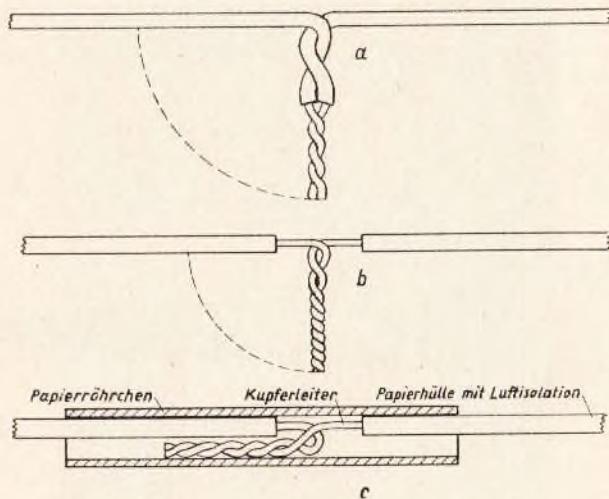


Abb. 48
Würgestellen in papierisolierten Kabeln

dann mit der Hand auf etwa 3 cm Länge fest miteinander zu verwürgen und mit der Zange nachzuziehen. Die Würgestelle ist parallel zur Adernrichtung umzubiegen und durch Überschieben des schon auf eine Ader aufgeschobenen Papierröhrchens zu isolieren. (Siehe Abbildung 48a.)

Bei Adern mit einem Durchmesser von 0,8 mm oder mehr und bei Adern mit doppelter Papierumhüllung ist die Papierisolation vor dem Verwürgen dicht vor der Würgestelle mit der Abisolierzange oder mit der Lötzange abzustreifen. Die Würgestelle würde sonst so dick werden, daß das Papierröhrchen beim Herüberschieben leicht aufreißen könnte. (Siehe Abbildung 48b.)

Das Papierröhrchen muß die Würgestelle nach beiden Seiten – wie in Abbildung 48c dargestellt – gleichmäßig überdecken.

In **DM-verseilten Kabeln** ist **jedes Viererseil** (VS) zu beiden Seiten der Würgestelle außerdem noch durch ein kurzes Papierröhrchen – durch den sogenannten **Gruppenring** – zusammenzufassen. Für hochpaarige Kabel in Ortsnetzen (ON), in denen die Kabel häufig umgelegt oder umgeschaltet werden, sind **auch bei stern-verseilten Kabeln Gruppenringe** zu verwenden.

Damit die Lötstelle durch die Gruppenringe und durch die Papierröhrchen nicht zu dick wird, sind die Würgestellen über die ganze Länge der Spleißstelle derart zu verteilen, daß die Röhrchen des einen Viererseils an die der vor- oder zurückzählenden Viererseile anschließen.

Ist die Lötstelle fertiggestellt, ist sie auf jeden Fall nach einem der oben unter IV. 3. c) beschriebenen Verfahren elektrisch nachzuprüfen. Ist in einem Kabel eine Reserve-länge einzuspleißen, ist die Vor- und die Nachprüfung getrennt auszuführen. Sind jedoch – z. B. bei einem neu ausgelegten Kabel – mehrere hintereinanderliegende Spleißstellen anzufertigen, kann die Vorprüfung so mit der Nachprüfung verbunden werden, daß die Vorprüfung einer Spleißstelle zugleich die Nachprüfung für die vorher fertiggestellte Spleißstelle ist.

4. Herstellen von Spleißstellen

4a) Spleißstellen in Röhrenkabeln

Mit einer **Verbindungs-lötstelle** werden **zwei gleichartige und gleichpaarige Kabellängen** in einem Schacht miteinander verspleißt und verlötet. Um die **Spleißstellen** zu schützen, werden sie mit **Verbindungs-muffen** zugelötet, deren Größe vom Durchmesser des Kabels abhängt. Verwendet werden einteilige und zweiteilige quergeteilte Verbindungsmuffen oder Muffen, die sich der Kabellöter selbst aus Walzblei herstellt. Der Bautrufführer ist dafür verantwortlich, daß die richtige Verbindungsmuffe ausgewählt wird.

In einer **Verzweigungs-lötstelle** werden **mehrere verschiedenpaarige Kabel** miteinander verspleißt. Soll ein Kabel in mehrere Kabel aufgeteilt werden, sind die abzweigenden Adernpaare nach der Nummernfolge übersichtlich und ohne Kreuzungen zu trennen, damit bei späteren Fehlerermittlungen keine Schwierigkeiten auftreten. Die einzelnen Teilkabel sind jedes für sich herzurichten und zu umwickeln.

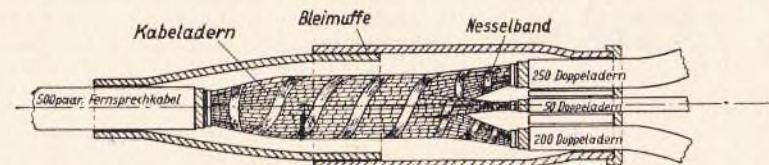


Abb. 49
Lötstelle mit dreifacher Verzweigung

Ist eine **Lötstelle herzustellen**, wird das Lötzerzt über dem Schacht aufgestellt und der Schacht ausgetrocknet. Damit keine Feuchtigkeit in die Lötstelle eindringen kann, wird auch während der Spleiß- und Lötarbeiten ein Holzkohlenfeuer im Kabellöt- und Trockenofen unterhalten.

Soll z. B. die Spleißstelle mit einer B-Muffe zugelötet werden, ist je eine Muffenhälfte dieser zweiteiligen und quergeteilten Muffe über die beiden Kabelenden zu schieben. Würde dagegen eine einteilige B 1-Muffe verwendet werden, wäre diese Muffe vor Beginn der Lötarbeiten über das längste im Schacht gerade verlaufende Kabelende zu schieben. Die Muffenteile sind so weit auf das Kabel zu schieben, daß sie bei den Spleißarbeiten nicht stören. Damit sich während der Arbeit die Spleißstelle nicht verschiebt, sind die beiden miteinander zu verspleißenden Kabelenden sorgfältig an den Kabelhaltern festzubinden. Dabei ist darauf zu achten, daß die Kabel – wenn möglich – so hoch befestigt werden, daß der Kabellötter bei der Arbeit sitzen kann.

Die Kabeladern werden, wie auf Seite 52 beschrieben, eingebunden und das Prüfgerät auf die letzte Doppelader geschaltet. Sind alle Adern eingebunden und mit dem Amt vorgeprüft, werden die einzelnen Adern durchgespleißt, bis die Spleißstelle fertig ist.

Ist die Spleißstelle fertiggestellt, wird sie nochmals besonders getrocknet. Beide Kabelseiten werden bis auf einen Meter von der Spleißstelle ab mit dem Kabellöt- und Trockenofen bei geschlossenem Feuerloch erwärmt. Dann wird der Ofen möglichst unter dem Kabel nach und nach bis zur Mitte der Spleißstelle vorgerückt. Dabei ist darauf zu achten, daß der Bleimantel des Kabels oder die Spleißstelle auf keinen Fall den Ofen unmittelbar berühren darf. Durch diesen Trockenvorgang wird die etwa eingedrungene Feuchtigkeit durch die Strahlungswärme des Ofens zur Spleißstelle hinausgetrieben.

Ist die Spleißstelle genügend ausgetrocknet, wird sie mit Nesselband abgewickelt, das ebenfalls vorher in Ofennähe zu trocknen ist. Dann werden die beiden Muffenhälften über die Spleißstelle geschoben, der Muffenhals mit einem Holzhammer an das Kabel geklopft und die Muffe mit Stangenlötzinn dichtgelötet (siehe Seite 48). Nach dem Erkalten wird die Lötstelle auf den Kabelhaltern gelagert.

4b) Spleißstellen in Erdkabeln

Spleißarbeiten in Erdkabeln sind genauso auszuführen wie Spleißarbeiten in Röhrenkabeln.

Die Lötgrube ist so tief und so groß auszuheben, daß das Spleißen im Sitzen ausgeführt werden kann. Die Bewehrung der Erdkabel wird so weit zurückgebogen und festgebunden, wie es die aufzuschiebende Muffe erfordert. Nach dem Verlöten der Muffe ist die Bewehrung wieder zurückzuschlagen und kurz vor dem Muffenhals abzubinden. Die Rund- oder Flachdrahtbewehrung ist kurz hinter dem Abund scharf nach hinten zurückzubiegen und abzukneifen. **Ein Bewehrungsdraht** bleibt aber an **jeder Seite** stehen; mit diesen Bewehrungsdrähten ist die Muffe zu überbrücken. **Die beiden Überbrückungsdrähte** sind überlappend zusammenzulegen, zu verzinnen, mit einem dünnen Kupferdraht zu umwickeln und mit Röhrenlötzinn zu verlöten. Dadurch werden die Bewehrungen beider Kabellängen, die als metallischer Schirm die Kabel gegen elektrische Beeinflussung schützen, leitend miteinander verbunden. Bei bandstahlbewehrten Kabeln ist die Überbrückung mit zwei verseilten Kupferdrähten von 2 mm Durchmesser vorzunehmen; die Kupferdrähte sind an beiden Seiten der Lötstelle auf den Bandstahl aufzulöten. Wird ein Erdkabel mit einem Röhrenkabel verbunden, ist die Bewehrung des Erdkabels in gleicher Weise mit dem Bleimantel des Röhrenkabels zu verlöten.

Erdkabellötstellen sind in einem Schutzkasten zu lagern. Dieser Schutzkasten ist aus Kiefern- oder Fichtenholz oder aus Mauerziegeln (Tonziegeln) so herzustellen, daß die Muffe darin zu liegen kommt. Die Breite des Schutzkastens muß um 8 bis 10 cm größer sein als der größte Durchmesser der Muffe. Die Länge ist so zu bemessen, daß die Bewehrung noch auf 5 cm in den Schutzkasten hineinragt. Der Schutzkasten ist mit teerfreier Bitumen-Vergußmasse V auszugießen, die bis auf

135° C erwärmt wird. Die Vergußmasse muß die Lötstelle mindestens allseitig 4 cm zudecken.

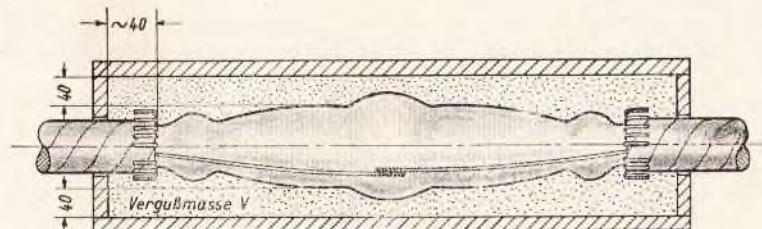


Abb. 50
Erdkabellötstelle im Schutzkasten

Über den fertigen Schutzkasten wird die ausgeworfene Erde geschaufelt und festgestampft, bis das Lötloch verfüllt ist.

Sollten keine fertigen Verbindungs- oder Verzweigungsmuffen vorhanden sein, ist – wie schon gesagt – die Muffe aus Walzblei anzufertigen. Das Stück Walzblei ist so groß zu schneiden, daß es mit dem Holzhammer möglichst passend geformt werden kann.

Fernkabel, die als Erdkabel ausgelegt sind, erhalten keinen Schutzkasten, sondern eine gußeiserne längsgeteilte Schutzmuffe.

4c) Knotenverbindungen in papierisolierten Kabeln

Eine besondere Art der Adernverbindungen sind die sogenannten **Knoten-spleißstellen**. Diese **Knotenverbindungen sind Behelfsverbindungen**, die wieder aufgehoben und glattgeschaltet werden, wenn die neue Kabelführung eingeschaltet ist; die alte Weiterführung wird dann abgetrennt. Sie sind bei **Vielfachschaltung** von Verteilungs- und Luftkabeln in schwach entwickelten Ortsnetzen (ON) notwendig, werden aber vor allem bei der **Verlegung von Betriebsstellen, Einrichtung neuer Umschalträume** usw. hergestellt. In diesen Fällen wird **nicht** ein Kabel **aufgeteilt**, sondern so an ein durchgehendes Kabel **angeschaltet**, daß sowohl die neue als auch die alte Betriebsstelle usw. mit dem weiterführenden Kabel verbunden ist. An der Stelle, wo sich das alte und das neue Kabel treffen, werden

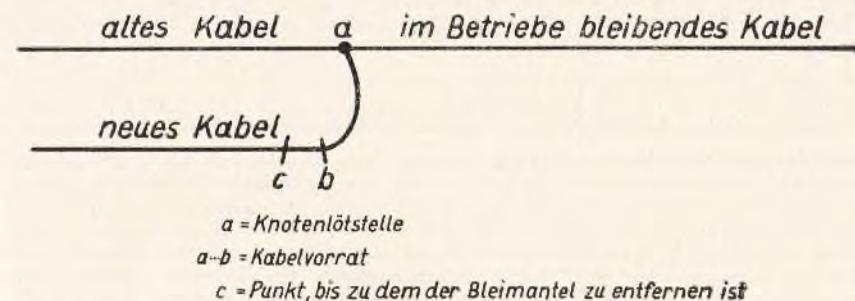


Abb. 51
Knotenlötstelle

Ader für Ader miteinander verknötet. Von der Spleißstelle gehen also Zuführungen zu zwei getrennten Stellen, von denen jeweilig nur eine zum Betrieb geschaltet, die andere dagegen isoliert ist.

Das neue Kabel ist so vorzurichten, daß ein **ausreichender Vorrat** bleibt, um **später die Knotenspleißstelle zu einer Verbindungsspleißstelle glattzuspleißen**.

Soll eine Knotenspleißstelle hergestellt werden, wird beim Verspleißen **mit der Ader I begonnen**. Hat das alte Kabel in dem betreffenden **Schacht eine Lötstelle**, wird diese aufgelötet und gestaucht, damit die äußeren Lagen zurückgebogen werden können und die Kernlage freiliegt. Die Papierröhrchen werden von den alten Würgestellen heruntergeschoben, damit die Adern des neuen Kabels mit denen der alten Würgestellen verknötet werden können. Die so entstandene Würgestelle wird mit dem Papierröhrchen wieder isoliert, indem das alte Papierröhrchen wieder über die Würgestelle geschoben wird. Diese Knotenspleißstelle wird genau wie alle anderen Spleißstellen getrocknet, mit Nesselband abgewickelt und zugelötet.

Hat das alte Kabel **im Schacht keine Lötstelle**, ist es auf etwa 50 cm Länge zu entmanteln und so zu stauchen, daß die Kernlage freigelegt werden kann. Ist das alte Kabel aber so stramm, daß kein Vorrat zu gewinnen ist, muß jede Ader des alten Kabels – bei der äußeren Adernlage beginnend – **durch einen Hilfsdraht überbrückt** und dann geschnitten werden. Die Überbrückungsdrähte sind dabei lagenweise zu bündeln. Sobald die Kernlage freiliegt, wird jede Ader des neuen Kabels mit den zugehörigen Adern der beiden alten Kabelstücke verwürgt. Die Würgestelle ist dann durch ein Papierröhrchen zu schützen.

Ist die Umschaltung erfolgt, kann entknötet werden. Die Bleimuffe ist zu öffnen und das alte Kabel von der neuen Verbindung abzutrennen, indem die Adern des alten Kabels dicht an der Würgestelle abgeschnitten werden. Dann wird die Knotenspleißstelle zu einer Verbindungslötstelle umgearbeitet; auch hierbei ist mit der Ader I zu beginnen.

In vielen Fällen kann darauf **verzichtet werden, die Knotenspleißstelle zuzulöten**; die Spleißstelle wird dann vorübergehend mit einer **Dichtungsbinde** abgedichtet.

4d) Spleißstellen in Fern- und Bezirkskabeln

An die **Fern- und Bezirkskabel** werden hinsichtlich der **Übertragungsgüte besonders hohe Anforderungen** gestellt. Die elektrischen Eigenschaften dieser Kabel werden durch besondere **Pflichtwerte** festgelegt, die bei der Herstellung durch die Lieferwerke beachtet werden müssen und die durch die Spleißstellen **nicht** verschlechtert werden dürfen.

Die Adern der Fern- und Bezirkskabel werden zunächst wie die der Ortskabel miteinander verwürgt. Um **Kontaktfehler** in diesen Kabeln zu vermeiden, werden die **Adern dann zusätzlich noch verlötet oder verschweißt**.

Sind **Aluminiumadern mit Kupferadern zu verbinden**, ist das Verlöten oder Schweißen nicht ohne weiteres möglich, weil sich beide Metalle **nicht unmittelbar** miteinander verbinden lassen. Für diese Arbeiten ist ein **Cupaldraht** zu verwenden. Cupal ist Aluminium mit einer dünn aufgetragenen Kupferschicht; so besteht Cupaldraht aus einem Aluminiumkern, der von einer dünnen Kupferhaut umgeben ist. Um Lötstellen herzustellen, werden **80 mm lange Cupaldrähte** benutzt, bei denen an einer Seite **auf 55 mm Länge die Kupferhaut abgebeizt** ist. In der Spleißstelle wird der Aluminiumleiter mit dem Aluminiumende des Cupaldrahtes verwürgt und verschweißt, während das Kupferende des Cupaldrahtes mit dem Kupferleiter verwürgt und verlötet wird.

Bei **Spleißstellen in Fern- und Bezirkskabeln mit besonders abgeschirmten Viererseilen** – abgeschirmt durch Bleimantel, Tietgenschutz oder Metallfolien – müssen auch die Adern in der Spleißstelle abgeschirmt werden, d. h., der **Bleimantel** des besonders abgeschirmten Viererseiles muß **auch in der Spleißstelle durchgesetzt** werden. Um Blei zu sparen, wird heute statt des Bleimantels der **Tietgenschutz** verwendet. Der Tietgenschutz besteht aus einer feuchtigkeitssicheren Lackierung des metallenen Leiters mit einem Speziallack, der in mehreren Schichten aufgetragen ist. Damit Leiter, die mit dem Tietgenschutz versehen sind, in den Löt- oder Schweißstellen guten Kontakt geben, werden die **Leiterenden blank** geschabt. **Kupferleiter** mit Tietgenschutz werden **nicht** miteinander verwürgt, sondern mittels **Kupferröhrchen** verlötet, weil sich auf die Würgestellen keine fugenlose Lackschicht aufbringen läßt. **Aluminiumleiter** mit Tietgenschutz werden verschweißt, **ohne** sie vorher zu verwürgen. Ist die Adernverbindung fertiggestellt, wird die **Löt- oder Schweißstelle mit Tietgenschutzlack mehrfach überzogen**. Der Lack wird **in drei dünnen Schichten** aufgetragen, dabei ist zu beachten, daß die vorher aufgetragene Lackschicht **vollkommen trocken** sein muß, bevor die nächste Schicht aufgetragen werden darf.

Fern- und Bezirkskabel, bei denen ein Viererseil (VS) oder ein Paar gegen die anderen VS mittels **Metallfolien abgeschirmt** ist – z. B. **Rundfunkvierer** (RF-VS) – sind in den Spleißstellen besonders sorgfältig zu behandeln. Das metallisierte Papier ist für die Spleißung sorgfältig zu entfernen, und zwar so weit, daß sich das Papierröhrchen genügend weit auf jede Ader aufchieben läßt. Ist der Leiter durchverbunden, wird das Papierröhrchen über die metallene Verbindung geschoben. Dann wird der verspleißte Leiter und das Papierröhrchen mit abgebrühtem **Kabelwickelpapier** umwickelt und der metallene Schirm in der Spleißstelle wieder leitend durchverbunden. Dazu wird ein metallisiertes Papier – das sogenannte **Dujonpapier** – verwendet. Mit dem Dujonpapier wird die Spleißstelle so umwickelt, daß **Metallseite auf Metallseite** gewickelt wird, wobei sich die **einzelnen Windungen überdecken** müssen. Diese Arbeiten können nur von besonders geschulten Kräften ausgeführt werden.

5. Herstellen von Kabelabschlüssen

Sind die Kabelabschlüsse fertiggestellt, sind sie grundsätzlich mit **heller Vergußmasse** auszugießen, und zwar so, daß alle Hohlräume zwischen den Kabeladern ausgefüllt sind. Die eingegossene Vergußmasse dringt auch noch ein Stück in das Kabel ein und bildet hier nach dem Erkalten einen **festen luftdichten Abschluß**. Die Vergußmasse schützt die umhüllten Kabeladern im Abschlußraum vor Feuchtigkeit und verhindert auch, daß die Feuchtigkeit in das Kabel eindringen kann, wenn der Kabelabschluß undicht geworden ist. Ferner müssen die Kabel vor dem Kabelabschluß luftdicht abgeschlossen werden, um Druckluftprüfungen vornehmen zu können.

5a) Abschließen der Kabel in Abschlußmuffen

In Abschlußmuffen werden die hochpaarigen Fernsprechkabel **im Kabelaufteilungsraum** der Vermittlungsstelle, der Fern- und Verstärkerämter oder **im LV-Schacht** unter dem Linienverzweiger aufgeteilt. Die Abschlußmuffen werden in senkrechter Lage mittels besonders angepaßter Halbschellen an zwei waagerechten Schienen eines **Muffengestelles** angeschraubt. Die Abschlußmuffen sind so hoch zu befestigen, daß sie für Spleiß- und Lötarbeiten gut erreichbar sind. In kleineren Ämtern wird – wie im LV-Schacht – ein einfaches Muffengestell an der Wand angebracht. Die Aufteilungskabel werden durch die darüber befindlichen Öffnungen in der Decke zum Hauptverteiler (Vh) oder zum Linienverzweiger (LV) hochgeführt.

Die **Größe und Art der Abschlußmuffe** richtet sich nach dem Außendurchmesser des abzuschließenden „Außenkabels“. Es werden **zwei Arten** von Abschlußmuffen, **runde** oder **rechteckige**, benutzt. Die Abschlußmuffe besteht aus der **Innenmuffe**, der **Außenmuffe** und dem **Deckel**.



Abb. 52

Abschlußmuffen im Kabelaufteilungsraum einer Vermittlungsstelle

Die Aufteilungskabel werden nach ihrer Nummernfolge in die zugehörigen Löcher des Deckels gesteckt. Bei den runden Abschlußmuffen zählen die Löcher rechts herum, bei den rechteckigen von links nach rechts.

Die Spleißstelle wird wie bei den Kabelverbindungen hergestellt. Die jeweils zu einem Aufteilungskabel gehörenden Adern werden in der Muffe zu Bündeln zusammengefaßt und die Bündel mit trockenem schmalen Nesselband umwickelt.

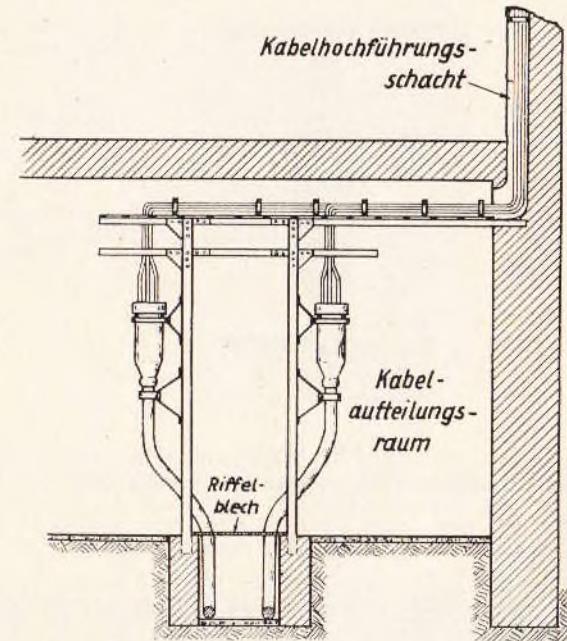


Abb. 53

Kabelaufteilungsraum und Hochführung der Aufteilungskabel zum Hauptverteiler

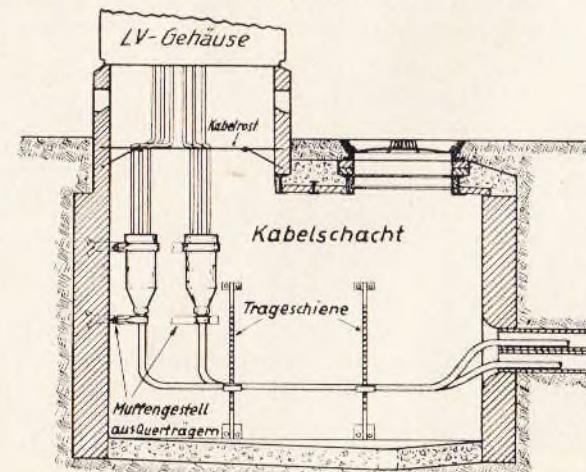


Abb. 54

Kabelaufteilungsschacht und Hochführung der Aufteilungskabel zum Linienverzweiger

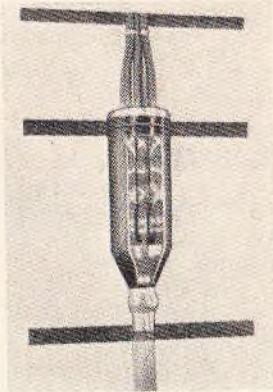


Abb. 55

Spleißstelle in einer runden Abschlußmuffe

5b) Abschließen der Kabel in Endverschlüssen

Die Arten und der Verwendungszweck der EVs, ÜEVs und der EV wurden bereits im Band IX auf den Seiten 31 bis 37 beschrieben. Im folgenden soll der Arbeitsablauf beim Einlöten eines Kabels erläutert werden.

Die abzuschließenden Kabel sind so abzuschneiden, daß sie 10 cm über den Endverschluß hinausragen. Das Kabel wird so weit entmantelt, daß der Bleimantel noch etwas in den **Abschlußraum** hineinreicht. Sind die Kabeladern abgebrüht und erkaltet, werden sie vorsichtig durch den Lötstutzen so tief in das Abschlußgerät eingeführt, bis der Bleimantel im Abschlußraum sichtbar wird. Dann wird das Kabel in den Lötstutzen so eingelötet, daß sich eine birnenförmige Lötplombe ergibt.

Die Kabeladern werden so angelegt und verlötet, daß mit den unteren nahe dem Lötstutzen gelegenen Lötstiften begonnen wird. Die Zählweise der Lötstifte ist bei den verschiedenen Arten der Endverschlüsse unterschiedlich. Entsprechend der Zählweise werden die Adern angelegt, dabei ist der **Drall** der Viererseile oder der Paare bis kurz vor die Lötstifte **beizubehalten**, damit ein **Nebensprechen** vermieden wird. Die Adern werden mit den Lötstiften mittels Lötzinn verlötet, nur beim EVi werden sie an die Schraubklemmen angelegt. Sind die Adern eingelötet, werden sie nochmals abgebrüht, um auch die letzte Feuchtigkeit zu vertreiben, und der Endverschluß mit heller Vergußmasse C ausgegossen, nachdem der Deckel mit Dichtung aufgesetzt wurde. Ist der Endverschluß fertig, kann er je nach Art am Mast, an der Häuserwand oder im Gestell aufgehängt werden.

5c) Abschließen der Kabel an Sicherungsleisten und an Trennleisten

Am **Hauptverteiler (Vh)** werden die Aufteilungskabel **offen ausgeformt** und an **Sicherungs- oder an Trennleisten abgeschlossen**. Für die Aufteilung werden **LPM-Kabel** benutzt. Der Bleimantel der LPM-Kabel wird so weit abgetrennt, daß er etwa 10 cm vor der untersten Sicherungsleiste endet, an der das Kabel abgeschlossen wird. Die LPM-Kabel werden auf einer besonderen **Formbank** aus-

geformt, damit die gleichen Abstände wie bei den Sicherungsleisten am Vh eingehalten werden. Auch hier ist darauf zu achten, daß der **Drall beibehalten** wird.

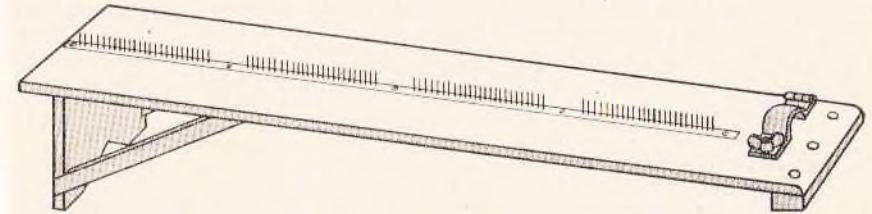


Abb. 56

Formbank

Sind die Kabel ausgeformt, werden die Adern auf der Formbank mit gewachstem Kabelgarn am Stamm beginnend, an der Spitze endend ausgebunden. Das Kabelgarn ist immer da zu binden, wo eine Doppelader abbiegt. Dabei ist darauf zu achten, daß der Knoten unmittelbar an der abbiegenden Doppelader liegt. Um die

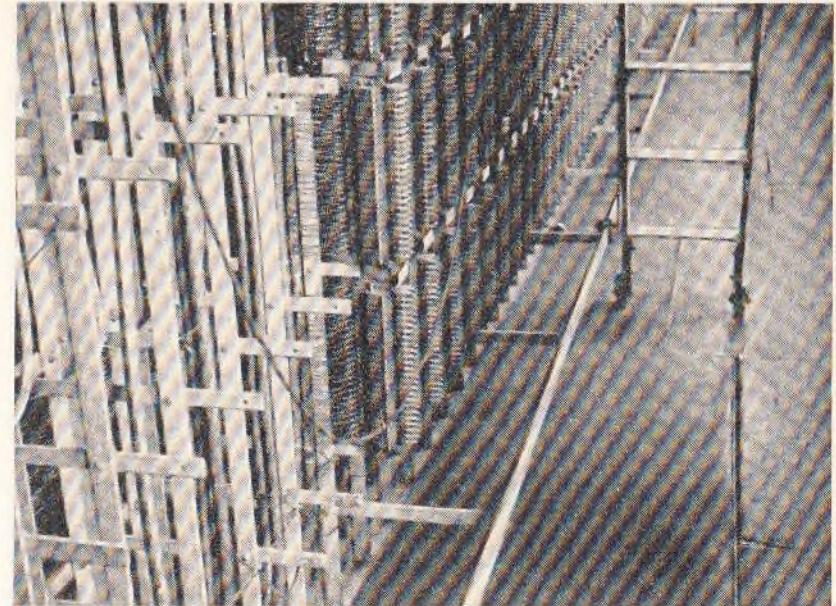


Abb. 57

Sicherungsleisten am Vh

noch vorhandene Feuchtigkeit aus dem geformten Kabel zu vertreiben, wird es in eine Auffangschale gelegt und mit **Mischwachs** mit einer Temperatur von 120° C **übergossen**. Das Mischwachs ist eine **Mischung aus Bienenwachs und Erdwachs**. Für das Mischwachs gelten sinngemäß dieselben Regeln wie für die Abbrühmasse; auch das Mischwachs schäumt, wenn es über die Adern gegossen wird so lange, wie noch Feuchtigkeit in den Adern ist.

Die **gewachste Kabelform** ist in **Kreuzbindung** mit Kabelgarn am Gestell zu befestigen. Die Adern werden kurz abisoliert und mit den Lötösen der Sicherungsleiste oder der Trennleiste verlötet.

6. Spulen der Kabel

Wie bekannt, werden die **Sprechströme** im Kabel **gedämpft**; diese **Dämpfung nimmt mit der Länge der Kabel zu**. Um zu vermeiden, daß die Sprechströme auf langen Kabeln zu stark gedämpft werden, kann die Dämpfung der Kabelleitungen dadurch in gewissen Grenzen gehalten werden, daß die **Induktivität der Kabel erhöht** wird. Zu diesem Zweck werden Spulen, die nach ihrem Erfinder „**Pupinspulen**“ genannt werden, in regelmäßigen Abständen in die Kabelleitungen eingespleißt. Dieses Verfahren wird **Bespulen** oder **Pupinisieren der Kabelleitungen** genannt. Der Punkt, an dem eine Spule eingesetzt wird, heißt **Spulenpunkt**; die Strecke zwischen zwei Spulenpunkten wird als **Spulenfeld** bezeichnet.

In Kabelkanalanlagen sind die **Spulenkästen**, in denen die Pupinspulen untergebracht sind, in Kabelschächten unterzubringen. Sind Erdkabel zu bespulen, müssen besondere Gruben ausgeworfen werden, die mit einem **festen Fundament** zu versehen sind. Der Spulenkasten muß aus übertragungstechnischen Gründen möglichst **genau nach dem Spulenplan** aufgestellt werden, d.h., die errechneten Spulenpunkte müssen möglichst eingehalten werden. Sollten bautechnische Gründe gegen die Einhaltung des Spulenplanes sprechen, darf um **höchstens 0,5 v. H.** von der **Regelspulenfeldlänge** abgewichen werden. Im allgemeinen beträgt die **Regelspulenfeldlänge 1,7 km**; die hiervon höchstzulässige Abweichung von 0,5 v. H. beträgt dann $\pm 8,5$ m, d.h., das Spulenfeld muß – bei einer Regelspulenfeldlänge von 1,7 km – **mindestens 1691,5 m** und darf **höchstens 1708,5 m** lang sein.

Die Spulenkästen sollen möglichst in der **senkrechten Form** eingebaut werden. In Erdkabeln ist der Spulenkasten etwas seitlich zum Kabel zu setzen, und zwar so tief, daß das Kabel **in der normalen Tiefenlage** in leichtem seitlichen Bogen in die Kabelmuffe eingeführt werden kann. Da der Spulenkasten mehrere Zentner wiegt, muß er auf einem festen genauerten Fundament aufgestellt werden, damit er nicht im Boden absinkt und das Kabel zerreißt.

In Kabelkanalanlagen wird der Spulenkasten in vorhandenen Schächten untergebracht, ist dies nicht möglich, ist ein Kabelschacht nur für diesen Zweck zu bauen. Die Kabelschächte, in denen die Spulenkästen untergebracht werden, müssen eine zweiteilige Einstiegsöffnung haben. Sie müssen so geräumig sein, daß Arbeiten am Spulenkasten und an anderen Kabeln nicht behindert werden.

Der Spulenkasten ist mit einem Hebezug in den Kabelschacht einzulassen. Er ist so in den Kabelschacht zu stellen, daß die Seite, die auf dem Deckel des Spulenkastens mit „**St**“ bezeichnet ist, **zum Anfangsamt** weist.

7. Kondensator- und Kreuzungsausgleich

Schon **geringe Unregelmäßigkeiten** im Kabelaufbau führen zu einem **Neben- oder Übersprechen**, indem ein geringer Anteil der übermittelten Sprachenergien auf andere, benachbarte Stromkreise übergeht. Durch **Verseilung** der Kabeladern wird versucht, gegenseitige elektrische Beeinflussungen soweit wie möglich zu ver-

meiden. Aber auch dann treten bei langen Kabeln Unregelmäßigkeiten auf, die zum Neben- oder Übersprechen führen.

Die gebräuchlichsten Maßnahmen, die dazu dienen, **das Neben- oder Übersprechen auf Kabeln zu unterbinden**, sind außer der bereits erwähnten Verseilung der Kabeladern und neben der großen Genauigkeit, die beim Herstellen der Kabel gefordert wird, der **Kondensator- und der Kreuzungsausgleich**. Beide Ausgleichsmöglichkeiten können erst beim Auslegen der Kabel vorgenommen werden; mit ihnen sollen hauptsächlich die in der Fertigung und beim Auslegen der Kabel aufgetretenen **Unregelmäßigkeiten in den Kapazitäten** der einzelnen Leiterzweige gegeneinander oder gegen Erde aufgehoben werden. Unterschiede der Kapazitätswerte der einzelnen Leiterzweige gegeneinander oder gegen Erde werden nach dem Auslegen der Kabel anhand von Messungen festgestellt und durch einen **Kondensatorausgleich** behoben. Zu diesem Zweck werden in einer Spleißstelle, die durch die Meßstelle festgelegt wird und die möglichst in der Mitte eines Spulenfeldes liegen soll, Kondensatoren zwischen verschiedenen Adern eingespleißt oder – falls erforderlich – zwischen die Adern und den Bleimantel eingesetzt. Über diese Spleißstelle wird dann eine sogenannte **Kondensatormuffe** – auch **Ko-Muffe** genannt – geschoben und dicht verlötet. Diese Arbeiten werden fast ausschließlich von den **Fernkabelmeßstellen** ausgeführt.

Dagegen wird der **Kreuzungsausgleich** vorwiegend in **sternverseilten Bezirkskabeln** vorgenommen. Hier werden die gemessenen Kapazitätsunterschiede zwischen den Adern eines Viererseiles dadurch ausgeglichen, daß die **Adern** – soweit erforderlich – **nicht glatt durchverbunden**, sondern in bestimmten Spleißstellen nach gewissen Regeln **miteinander vertauscht** – also gekreuzt – werden. Es ist beim Kreuzungsausgleich auch möglich, verschiedene Viererseile miteinander zu vertauschen.

V. Prüfen und Trocknen der Kabel mit Druckluft

Mit **trockener Druckluft** werden

1. **Kabelmäntel und Lötuffen auf Dichtigkeit geprüft,**
2. **durchfeuchtete papierisolierte Kabel getrocknet** und unter Umständen
3. **Kabelfehler eingegrenzt.**

Diese Arbeiten können **nur an luftpapierisolierten Fernmeldekabeln** vorgenommen werden, weil diese auch in ihren Spleißstellen einen durchgehenden Luftraum haben.

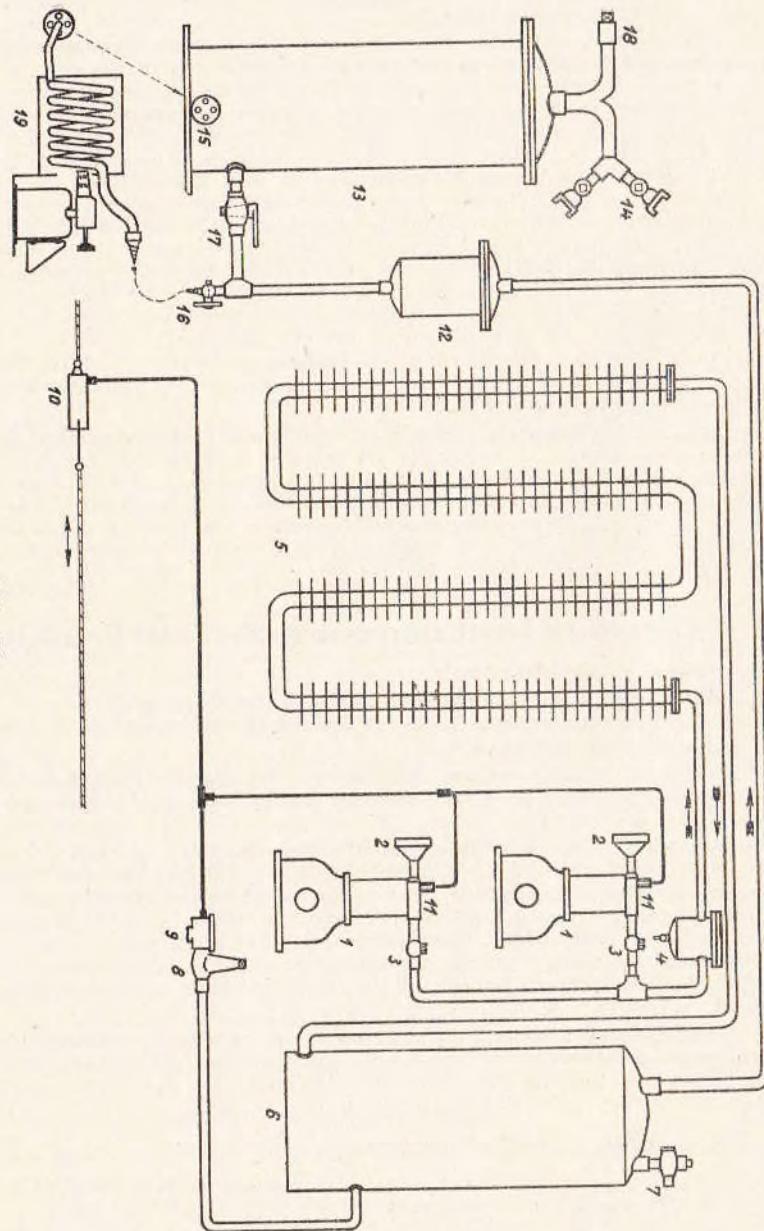
Mit Druckluft sind **alle neu ausgelegten Röhrenkabel** – Amtskabel, Netzkabel, Ortsverbindungskabel und Bezirkskabel – sofort auf **Dichtigkeit der Kabelbleimäntel und der Lötuffen** zu prüfen. Die **beschalteten Kabel** müssen **regelmäßig einmal jährlich** geprüft werden. In großen Ortsnetzen (ON) erleichtert eine einfache schematische **Übersichtskarte**, in die die zu prüfenden Kabel und ihre **Prüfstrecken** eingetragen sind, die Durchführung der regelmäßigen Druckluftprüfungen. Außerdem ist für jedes Kabel ein **Merkblatt** anzulegen (siehe FBO, Teil 14, Anlage 7).

Die **Druckluftprüfarbeiten** sind **anschließend an die Reinigungs- und Instandsetzungsarbeiten** in den Kabelschächten durchzuführen, damit **Bleimantelbrüche**, die möglicherweise beim Umlagern der Kabel entstanden sind, festgestellt werden, bevor das Kabel absäuft.

1. Die Druckluft-Prüfeinrichtung

Die Druckluft wird in besonders konstruierten **Druckluft-Prüfeinrichtungen** erzeugt. Es gibt **stationäre und fahrbare** Druckluft-Prüfeinrichtungen, von denen wohl die letzteren am wirtschaftlichsten sind.

Abb. 58
Schema einer Druckluft-Prüfeinrichtung



Die Abbildung 58 stellt eine neuzeitliche Druckluft-Prüfeinrichtung schematisch dar; die einzelnen in der Zeichnung aufgeführten Zahlen bedeuten:

1. Niederdruck-Verdichter,
2. Staubfilter,
3. Rückschlagventil,
4. Ölabscheider,
5. Kühlrohre,
6. Luftkessel,
7. Sicherheitsventil,
8. Regelventil,
9. Druckmesser,
10. Regler für die Brennstoffzufuhr,
11. Ansaugventil,
12. Reinigungsfiler,
13. Behälter für Trockenmittel,
14. Anschlußstutzen für die Entnahme der trockenen Druckluft,
15. Flansch zum Anschließen der Heizschlange,
16. Schlauchhahn,
17. Absperrhahn,
18. Nippel,
19. Heizschlange.

Die Niederdruckverdichter saugen über Staubfilter Luft an und verdichten sie auf einen Druck von 6 atü (Atmosphärenüberdruck). Über ein Rückschlagventil und über einen Ölabscheider gelangt die verdichtete Luft in die Kühlrohre. Beim Verdichten wird die Luft erwärmt, die Kühlrohre geben die überschüssige Wärme wieder an die Außenluft ab. Die abgekühlte verdichtete Luft gelangt dann in den Luftkessel, an dem das Sicherheitsventil und das Regelventil angebracht sind. Der Luftkessel gibt die Druckluft durch ein weiteres Reinigungsfiler in den Behälter für Trockenmittel, hier durchströmt die Druckluft die einzelnen Filterschichten langsam von unten nach oben und gibt dabei ihre Feuchtigkeit an das Trockenmittel ab. Die trockene Druckluft kann dann an den beiden Anschlußstutzen, vor denen sich je ein Absperrhahn befindet, entnommen werden. An die Anschlußstutzen werden druckfeste Schläuche angeschraubt, die zu den zu prüfenden Kabeln führen.

2. Prüfen der Kabelmäntel und der Lötstellen mit Druckluft

In den Luftraum des Kabels wird die trockene Luft hineingedrückt und dabei der Luftdruck auf dem Luftdruckmesser beobachtet; bei guten Kabeln bleibt die Luft im Kabel, während sie bei undichten Bleimänteln durch die Fehlerstellen entweicht. Um die Druckluft in die Kabel eindringen zu können, werden am Anfang und am Ende der Prüflänge Druckluftstutzen aufgesetzt. Damit sich der Flansch der Druckluftstutzen ungefähr dem Kabeldurchmesser anpaßt, werden die **Druckluftstutzen in drei Größen** geliefert:

- Größe I für Kabel bis zu 25 mm Durchmesser,
Größe II für Kabel mit einem Durchmesser, der zwischen 26 und 40 mm liegt und
Größe III für Kabel mit einem Durchmesser, der größer als 40 mm ist.

Die Druckluftstutzen werden von Fall zu Fall aufgelötet. Unterhalb der Abschlußmuffen bleiben sie ständig auf dem Kabel sitzen, bei diesen Druckluftstutzen muß die aufgeschraubte Verschlußkappe gegen versehentliches Öffnen durch einen Drahtbund oder durch Festlöten gesichert werden. Auf den Stutzen am Anfang der Prüfstrecke wird ein Absperrhahn mit Druckmesser und Druckluftschlauch aufgeschraubt; am Ende der Prüfstrecke wird auf den Druckluftstutzen ein Druckmesser ohne Absperrhahn aufgesetzt.

Sind die vorbereitenden Arbeiten ausgeführt, wird die Luft in die Kabel eingelassen, und zwar soll der Luftdruck bei unbespulten Kabeln 2,5 atü und bei bespulten

Kabeln 1,5 atü betragen. Es wird so lange Druckluft in die Kabel eingelassen, bis der Druckmesser am Ende der Prüfstrecke einen bestimmten Wert anzeigt, der bei unbespulten Kabeln 0,5 atü, bei bespulten Kabeln 0,3 atü betragen soll. Jetzt wird der Absperrhahn am Anfang der Prüfstrecke geschlossen und somit die Luftzufuhr unterbrochen. Ist das Kabel gut, wird sich die Druckluft gleichmäßig vom Anfang bis zum Ende des Kabels so verteilen, daß der Druckmesser am Anfang der Prüfstrecke und der am Ende der Prüfstrecke gleiche Werte anzeigen, die bei unbespulten Kabeln etwa bei 1,5 atü und bei bespulten Kabeln etwa bei 0,9 atü liegen sollen. Verläuft der Druckausgleich unregelmäßig, ist zu schließen, daß das Kabel nicht dicht ist, es können aus dem Druckverlauf schon Schlüsse auf die Fehlerlage gezogen werden.

Ist der Druckausgleich unregelmäßig, wird das Kabel längs der Prüfstrecke auf zischende Geräusche der entweichenden Luft hin beobachtet. Es können aber auch weitere Druckmesser eingebaut oder die Druckluft von der Mitte der Prüfstrecke nach beiden Seiten hin eingelassen werden; durch diese Maßnahmen läßt sich der Fehlerort weitgehend eingrenzen. Bevor der Riß oder der Bruch im Bleimantel durch Zulöten behoben wird, muß die Druckluft vollständig abgelassen werden, zu diesem Zweck werden sämtliche Druckluftstutzen längs der Prüfstrecke geöffnet.

Da das beschriebene Verfahren der Fehlersuche sehr schwierig, oft schmutzig und körperlich sehr anstrengend ist, mußte aus sozialen und wirtschaftlichen Gründen diese Sucharbeit durch ein exaktes Verfahren ersetzt werden. Wie oben schon angedeutet, kann die Fehlerstelle dadurch näher eingegrenzt werden, indem mehrere Manometer über die Prüfstrecke verteilt werden. Für dieses Verfahren sind die

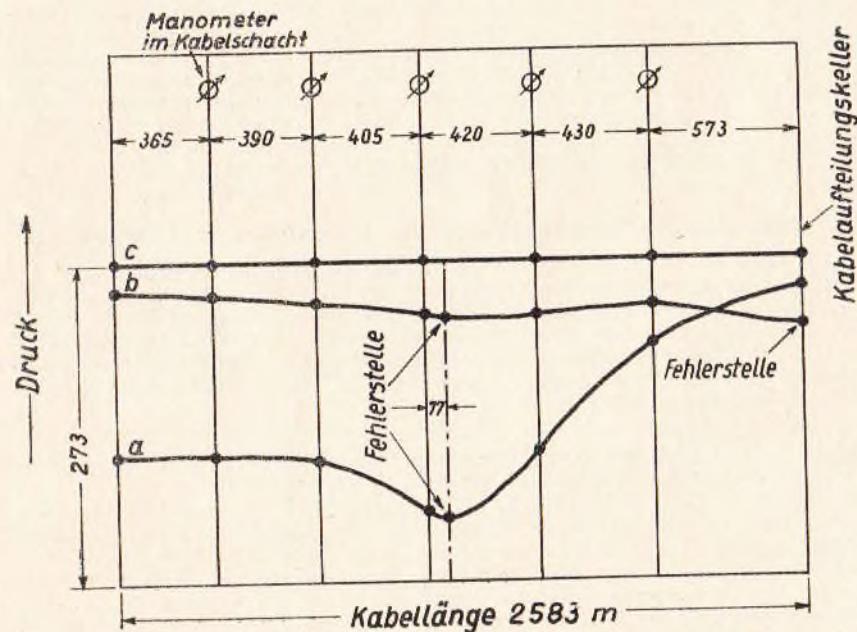


Abb. 59

Druckmessungen an einem gestörten Kabel

Manometer, die bisher von der DBP beschafft wurden, infolge der ungenauen Druckanzeige ungeeignet. Stehen genauer anzeigende Manometer zur Verfügung, können die Fehlerorte mit großer Genauigkeit bestimmt werden. Zu diesem Zweck werden mindestens fünf Druckluftstutzen auf der fehlerhaften Strecke verteilt, das Kabel wird mit Druckluft gefüllt und einige Zeit gewartet, bis sich der Druck ausgeglichen hat. Dann wird der Druck an den Stutzen gemessen und in ein Diagramm so eingetragen, daß die einzelnen Druckwerte – wie in Abbildung 59 dargestellt – in Abhängigkeit von der Entfernung der einzelnen Stutzen vom Ende der Prüfstrecke zu stehen kommen. Werden dann die einzelnen Meßwerte zu einer stetigen Kurve durchverbunden, gibt der Punkt des Druckminimums den Ort der Fehlerstelle an. Zeigt die Kurve starke Knicke, weist sie auf grobe Undichtigkeiten hin, leichtere Einbuchtungen zeigen dagegen poröse Stellen eines Kabelmantels an. Bei geschickter Anpassung des Druckes an den Meßbereich der Manometer lassen sich kleine und kleinste Fehler mit ausreichender Genauigkeit einmessen. Für diese Meßverfahren sind jedoch empfindliche Quecksilbermanometer erforderlich.

Die Abbildung 59 zeigt ein Beispiel aus der Praxis. Die Kurve a zeigt eine Fehlerstelle durch starken Druckabfall an; bei dieser Messung wurde ein Riß am Halse einer Lötmuffe gefunden. Nachdem dieser Fehler beseitigt worden war, ergab eine erneute Messung noch einmal eine leichte Ausbuchtung in der Kurve (siehe Kurve b). Es zeigte sich, daß die alte Fehlerstelle porös war, was wahrscheinlich durch schlechtes Löten bei der Fehlerbeseitigung hervorgerufen wurde. Eine weitere Fehlerstelle markierte sich außerdem noch am Ende des Kabels, hier wurde als Ursache ein undichter Druckluftstutzen festgestellt. Nachdem alle Fehler beseitigt worden waren, ergab die nächste Messung gleichen Druck an allen Meßpunkten (siehe Kurve c).

3. Trocknen der Kabel mit Druckluft

Durchfeuchtete Kabel können mit Druckluft getrocknet werden. Zu diesem Zweck wird vor die durchfeuchtete Stelle ein Druckluftstutzen gesetzt und an der anderen Seite der feuchten Stelle der Bleimantel des Kabels aufgetrennt. Wird dann das durchfeuchtete Kabel von trockener Druckluft durchströmt, wird die Feuchtigkeit als Wasserdampf mitgenommen. Dieser Trockenvorgang soll erst dann abgebrochen werden, wenn die elektrischen Messungen ergeben, daß das Kabel keinen Nebenschluß mehr enthält.

Anlage 1

FTZ-NORM FTZ 736 2 TV 3
Kabelschächte aus Mauerwerk oder Beton
Technische Vorschriften

1. Ausführungsunterlagen

Für die Herstellung und Lieferung von Kabelschächten aus Mauerwerk oder Beton gelten

- die technischen Angaben im Auftragsschreiben,
- das Normblatt FTZ 736 2 TV3 und
- die DIN-Normen 105, 1045, 1053, 1164 und 4226.

Als vertragsmäßige Bestimmungen gelten die „Besonderen Vertragsbedingungen der DBP für die Herstellung, Lieferung und Instandsetzung von Fernmeldezeug“ (BVB Fernmeldezeug).

2. Verwendung

Kabelschächte mit Wänden aus Mauerwerk oder Beton sind für Kabelkanalanlagen in Gehwegen und Fahrbahnen bestimmt.

3. Ausführung**3.1 Allgemeines**

3.11 Die Abmessungen der Kabelschächte richten sich nach den örtlichen Verhältnissen. Für die Schachtwände und -decken ist nach Normblatt FTZ 736 2 TV2 eine statische Berechnung erforderlich, die von einem Prüflingenieur für Baustatik anerkannt sein muß.

Die statische Berechnung kann entfallen für Kabelschachtwände, die den angegebenen Größen entsprechen (siehe beigefügte Tafel und Abbildung 60), wenn diese Schächte nicht im Grundwasser liegen.

Kabelschachtwände in Gehwegen (siehe Tafel und Abbildung 60) halten auch eine Radlast von 4 t aus, die bei etwa auftretender Belastung durch ein Fahrzeug entstehen kann.

3.12 Mauerwerk darf bei Außentemperaturen von weniger als 0° C (DIN 1053 Abschnitt 6.3) und Beton bei Außentemperaturen von weniger als -5° C (DIN 1045 § 10) im Freien nicht hergestellt werden.

3.2 Ausführungsform

3.21 Die Schachtwände sind an Ort und Stelle entweder aus Vormauerziegeln mit Zement-Mörtel und entsprechenden Rundstahleinlagen zu mauern oder aus Beton mit entsprechenden Rundstahleinlagen in zweiseitiger Schalung zu stampfen.

Als Schachtdecken sind zu verwenden:

- a) Stahlbetondecken für gemauerte Kabelschächte in Gehwegen und Fahrbahnen (genehmigte Firmenzeichnungen FK 1510 01, FK 1510 02 und FK 1510 03),
- b) Decken aus I-Stahlträgern, Trägerrahmen und Mauerwerk (RPZ 42 641 6 und 42 641 7) für Kabelschächte in Gehwegen und Fahrbahnen,
- c) Deckenplatten aus Stahlbeton für Kabelschächte in Gehwegen (RPZ 42 641 5) oder
- d) Decken aus örtlich eingebrachtem Stahlbeton nach besonderer statischer Berechnung.

3.22 Die Schachtsohle ist entweder aus Beton der Güteklasse B 160 in 13 cm Stärke und mit einem 2 cm dicken Glattstrich aus Zementmörtel (Mörtelgruppe III, DIN 1053) oder aus Vormauerziegeln mit 2 Lagen unter den Schachtwänden und 3 Lagen im lichten Raum mit Zementmörtel der Mörtel-

Anlage 1

gruppe III nach DIN 1053 mit versetzten Fugen herzustellen. Die Sohle soll an geeigneter Stelle ein Schöpfloch bzw. Sickerloch erhalten, zu dem ein allseitiges Gefälle hinführt.

4. Baustoffe

4.1 Es ist Zement nach DIN 1164 der Güteklasse Z 225 oder Z 325 zu verwenden.

4.2 Zuschlagstoffe

Beschaffenheit und Güte der Zuschlagstoffe müssen den Bestimmungen von DIN 4226 entsprechen.

4.3 Wasser

Für die Herstellung des Betons darf kein verunreinigtes Wasser verwendet werden (s. DIN 1045).

4.4 Stahl

Für die Bewehrung ist Betonstahl I nach DIN 1045 § 5, Tafel I zu verwenden.

4.5 Beton

Für die Schachtwände ist Beton der Güteklasse B 160 zu verwenden. Für die Bereitung und Nachbehandlung des Betons gelten die Bestimmungen in DIN 1045.

4.6 Mauerziegel

Es sind Vormauerziegel (ungelochte Vollziegel) im Normalformat VMz 250 NF nach DIN 105 zu verwenden.

4.7 Mörtel

Die Ziegel sind in Mörtel der Mörtelgruppe III nach DIN 1053 zu vermauern.

5. Bauausführung

5.1 Die Schachtwände sind nach den Maßen der Tafel und Zeichnung auszuführen. Die Bewehrungsrundstäbe sind nach Tafel längs der Innen- bzw. Außenkante im Abstand $e = 4$ cm (von der Wandfläche) einzulegen. Bei der Ausführung der Schachtwände in Beton ist eine ausreichende Anzahl von Vertikalstäben (mindestens 7 mm \varnothing) anzuordnen, damit die Längs- und Eckenbewehrungsrundstäbe während des Betonierens in ihrer richtigen Lage gehalten werden. Bei der Ausführung der Schächte in Mauerwerk sind die Rundstäbe für die Längs- und Eckenbewehrung in den Stirnwänden gegenüber denen in den Längswänden um eine Schichthöhe (also 9 cm) versetzt anzuordnen, damit sich die Bewehrungsrundstäbe nicht in einer Fuge kreuzen.

5.2 Die Fugen des Mauerwerkes müssen voll mit Zementmörtel ausgefüllt sein, wobei der Zementmörtel die eingelegten Rundstäbe allseitig umhüllen muß. Der Abstand zwischen den Rundstäben und den Mauerziegeln muß mindestens 5 mm betragen. Die Fugen sind innen und außen glattzustreichen.

5.3 An den Einmündungsstellen der Kabelkanäle in die Schachtwände kann keine Längsbewehrung eingebracht werden. An deren Stelle tritt entsprechend der Tafel, Spalte 15 bis 17, eine verstärkte Eckenbewehrung. Kabelschächte in Gehwegen, die ganz oder z. T. im Abstand von 0 bis 2 m von der Fahrbahn entfernt im Gehweg liegen, erhalten auf der der Fahrbahn zugekehrten Seite eine Wandstärke und eine Bewehrung, die dem gleichgroßen Fahrbahnschacht entsprechen.

6. Inbetriebnahme

In Fahrbahnen dürfen Schachtwände erst nach ausreichender Erhärtung der Belastung durch den Verkehr ausgesetzt werden. Dies ist in der Regel bei

Anlage 1

Mauerwerk frühestens nach 4 Tagen und bei Stampfbeton frühestens nach 14 Tagen der Fall. Der örtliche Bauleiter hat sich jedoch in jedem Fall vor der Freigabe von der ausreichenden Erhärtung zu überzeugen.

7. Erwähnte Unterlagen

DIN 105	Ausg. Jan. 52	Mauerziegel, Vollziegel und Lochziegel
DIN 1045	4. Ausg. 1943	Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Stahlbeton
DIN 1053	Ausg. Dez. 52	Mauerwerk, Berechnung und Ausführung
DIN 1164	Ausg. Juli 42	Portlandzement, Eisenportlandzement und Hochofenzement
DIN 4226	Ausg. Juli 47	Betonzuschlagstoffe aus natürlichem Vorkommen, Vorläufige Richtlinien für die Lieferung und Abnahme

Falls die unter 7. aufgeführten Unterlagen durch neue ersetzt oder ergänzt werden, gelten, wenn nichts anderes bestimmt ist, für diese technischen Vorschriften die neuen Unterlagen.

Anlage 1

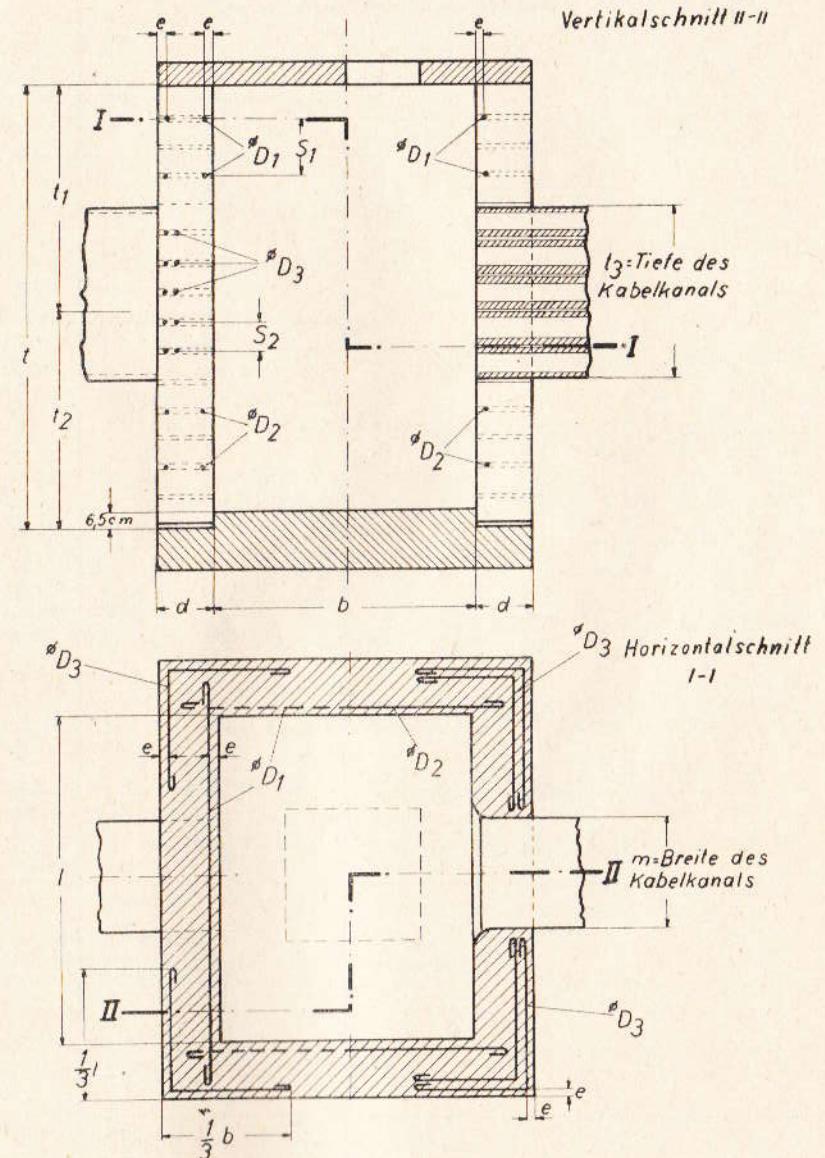


Abb. 60

Zeichnung zum Normblatt FTZ 736 2 TV3

Berechnung von Kanalgräben

	1	2	3	4
a Züge der Kf	1	2	3	4
b Breite der Kf	cm 15	27	38	50
c Breite des Kabelgrabens (Kf-Breite plus Arbeitsraum)	cm 45	57	68	80
d Tiefe des Kanalgrabens (1×a Züge) mit 0,60 m Erddeckung	cm 75	75	75	75
e Tiefenzuschlag für weitere Erddeckung (je 0,10 m)	cm 10	10	10	10
f Tiefenzuschlag für jeden weiteren Zug (in der Tiefe)	cm 16	16	16	16
g Auszuhebende Erde bei Kabelkanälen (1×a Züge) mit 0,60 m Erddeckung pro lfd. Meter Kabelkanal (c×d)	$\frac{m^3}{m}$ 0,3375	0,4275	0,5100	0,6000
h Zuschlag für weitere Erddeckung (je 0,10 m) pro lfd. Meter Kabelkanal (c×e)	$\frac{m^3}{m}$ 0,045	0,057	0,068	0,080
i Zuschlag für jeden weiteren Zug (in der Tiefe) pro lfd. Meter Kabelkanal (c×f)	$\frac{m^3}{m}$ 0,0720	0,0912	0,1088	0,1280
k Verdrängte Erde bei Kabelkanälen (1×a Züge) pro lfd. Meter Kabelkanal (15×b)	$\frac{m^3}{m}$ 0,0225	0,0405	0,0570	0,0750
l Zuschlag für jeden weiteren Zug (in der Tiefe) pro lfd. Meter Kabelkanal (b×f)	$\frac{m^3}{m}$ 0,0240	0,0432	0,0608	0,0800

Rechenbeispiel:

Ein Hauptkanal (3×4 Züge) und ein darauf liegender Verteilerkanal (zweizügig) sollen verlegt werden. Die Länge des Kabelkanals soll 256 m betragen; er soll 0,80 m Deckung haben.

- a) **Breite:** Nach Spalte c beträgt die Breite des Kanalgrabens 80 cm.
- b) **Tiefe:** Nach Spalte d (1×4 Züge) mit 0,60 m Erddeckung 75 cm, nach Spalte e für weitere 20 cm Erddeckung; 2×10 cm 20 cm, nach Spalte f für weitere 3 Züge: 3×16 cm 48 cm.

Die Tiefe des Kanalgrabens beträgt 143 cm.

- c) **Auszuhebende Erde:**
 Nach Spalte g (1×4 Züge) mit 0,60 m Erddeckung 0,6000 $\frac{m^3}{m}$,
 nach Spalte h für weitere 20 cm Erddeckung: 2×0,08 0,1600 $\frac{m^3}{m}$,
 nach Spalte i für weitere 3 Züge: 3×0,128 0,3840 $\frac{m^3}{m}$.

An Erde ist pro lfd. Meter Kabelkanal auszuheben 1,1440 $\frac{m^3}{m}$,

da der Kabelkanal 256 m lang sein soll, sind 256×1,144 = 292,8640 m³ Erde auszuheben.

Rundstahlbewehrung für Kabelschächte
aus Mauerwerk und Beton

Länge m	Breite m	Tiefe m	Lage des Kabelschachtes	Wand- dicke cm	Tiefe cm	Tei- lung- maß cm	St.	Durch- messer mm	Wand- dicke cm	Tiefe cm	Tei- lung- maß cm	St.	Durch- messer mm	Tei- lung- maß cm	je Teilung	Durch- messer mm	Schachtergröße (lichte Maße)	Gewicht 800 kg/m ³ u. Betonklasse 12	Fahrbahn und Betonklasse 60	Obere Wandhälfte (Länge u. Ecke- bewehrung)	Auf Tiefe t ₁ verteilt eingelegte Rundstäbe	Untere Wandhälfte (Länge u. Ecke- bewehrung)	Auf Tiefe t ₂ verteilt eingelegte Rundstäbe	Kabelkanalrundungen (Eckbewehrung) Auf Tiefe t ₃ verteilt in d. Schächten eingelegte Rundstäbe																				
																									D ₁	d	t ₂	s ₂	D ₂	s ₂	D ₃													
1,50	1,20	1,65	"	25	0,80	18	4	6	25	0,85	18	5	6	18	1	6	1,50	1,20	1,65	"	25	0,80	18	4	6	25	0,85	18	5	6	18	1	6											
1,90	1,20	1,65	"	25	0,80	18	4	6	25	0,85	18	5	7	18	1	6	1,90	1,20	1,65	"	25	0,80	18	5	7	18	1	6	18	1	6													
2,50	1,50	1,65	"	38	0,90	18	8	4	38	0,95	18	7	5	9	1	6	2,50	1,50	1,65	"	38	0,90	18	8	4	38	0,95	18	9	9	1	6												
3,00	1,50	1,65	"	38	0,90	18	4	8	38	0,95	18	8	5	9	1	6	3,00	1,50	1,65	"	38	0,90	18	8	5	9	9	9	1	6	3,00	1,50	1,65	"	38	0,90	18	8	5	9	9	9	1	6
1,50	1,20	2,00	"	25	1,00	18	5	6	25	1,00	18	6	6	18	1	6	1,50	1,20	2,00	"	25	1,00	18	6	6	18	1	6	18	1	6	1,50	1,20	2,00	"	25	1,00	18	6	6	18	1	6	
1,90	1,20	2,00	"	25	1,00	18	5	7	25	1,00	18	6	7	18	1	6	1,90	1,20	2,00	"	25	1,00	18	6	7	18	1	6	18	1	6	1,90	1,20	2,00	"	25	1,00	18	6	7	18	1	6	
2,50	1,50	2,00	"	25	1,00	18	5	7	38	1,00	18	6	8	18	1	6	2,50	1,50	2,00	"	25	1,00	18	6	8	18	1	6	18	1	6	2,50	1,50	2,00	"	25	1,00	18	6	8	18	1	6	
3,00	1,50	2,00	"	38	1,00	18	5	6	38	1,00	18	5	6	18	1	6	3,00	1,50	2,00	"	38	1,00	18	5	6	18	1	6	18	1	6	3,00	1,50	2,00	"	38	1,00	18	5	6	18	1	6	
1,50	1,20	1,65	"	38	0,80	18	4	6	38	0,85	18	5	6	18	1	6	1,50	1,20	1,65	"	38	0,80	18	5	6	18	1	6	18	1	6	1,50	1,20	1,65	"	38	0,80	18	5	6	18	1	6	
1,90	1,20	1,65	"	38	0,80	18	4	7	38	0,85	18	5	7	18	1	6	1,90	1,20	1,65	"	38	0,80	18	5	7	18	1	6	18	1	6	1,90	1,20	1,65	"	38	0,80	18	5	7	18	1	6	
2,50	1,50	1,65	"	38	0,90	18	4	8	38	0,95	18	5	8	18	1	6	2,50	1,50	1,65	"	38	0,90	18	5	8	18	1	6	18	1	6	2,50	1,50	1,65	"	38	0,90	18	5	8	18	1	6	
3,00	1,50	1,65	"	38	0,90	18	4	7	38	0,95	18	5	7	18	1	6	3,00	1,50	1,65	"	38	0,90	18	5	7	18	1	6	18	1	6	3,00	1,50	1,65	"	38	0,90	18	5	7	18	1	6	
1,50	1,20	2,00	"	38	1,00	18	5	6	38	1,00	18	5	6	18	1	6	1,50	1,20	2,00	"	38	1,00	18	5	6	18	1	6	18	1	6	1,50	1,20	2,00	"	38	1,00	18	5	6	18	1	6	
1,90	1,20	2,00	"	38	1,00	18	5	7	38	1,00	18	5	7	18	1	6	1,90	1,20	2,00	"	38	1,00	18	5	7	18	1	6	18	1	6	1,90	1,20	2,00	"	38	1,00	18	5	7	18	1	6	
2,50	1,50	2,00	"	38	1,00	18	5	7	38	1,00	18	5	7	18	1	6	2,50	1,50	2,00	"	38	1,00	18	5	7	18	1	6	18	1	6	2,50	1,50	2,00	"	38	1,00	18	5	7	18	1	6	
3,00	1,50	2,00	"	38	1,00	18	5	6	38	1,00	18	5	6	18	1	6	3,00	1,50	2,00	"	38	1,00	18	5	6	18	1	6	18	1	6	3,00	1,50	2,00	"	38	1,00	18	5	6	18	1	6	

Anlage 2

d) Verdrängte Erde:

Nach Spalte k (1 × 4 Züge)	0,0750 $\frac{m^3}{m}$,
nach Spalte 1 für weitere 2 × 4 Züge: 2 × 0,08	0,1600 $\frac{m^3}{m}$,
nach Spalte 1 für weitere 1 × 2 Züge: 1 × 0,0432	0,0432 $\frac{m^3}{m}$,
<hr/>	
Verdrängte Erde pro lfd. Meter Kabelkanal	0,2782 $\frac{m^3}{m}$,

da der Kabelkanal 256 m lang sein soll, sind $256 \times 0,2782 = 71,2192 m^3$ verdrängte Erde abzufahren.

Ausrüsten der Linien- und Kabelverzweiger mit Endverschlüssen

Im Fernmeldebaudienst werden Linienverzweiger (LV) für 1000 Adernpaare – Doppeladern (DA) – und LV für 2000 Adernpaare unterschieden. Dagegen haben Kabelverzweiger (KV) grundsätzlich eine Aufnahmefähigkeit von 200 Adernpaaren. Die Verzweigereinrichtungen sind so mit Endverschlüssen (EVs) auszurüsten, daß die ankommenden Adernpaare auf die weiterführenden abgehenden geschaltet werden können. Doch sind Linien- und Kabelverzweiger nur so weit mit Endverschlüssen auszurüsten, wie weiterführende Kabel abzuschließen sind. Im folgenden kann daher nur die Regelausstattung der Verzweigereinrichtungen besprochen werden, die der vollständigen Ausrüstung der Verzweiger mit Endverschlüssen entspricht.

Der **Linienverzweiger zu 2000 DA** ist auszurüsten für:

- 800 ankommende Adernpaare (8 EVs zu je 100 DA),
- 1120 zu den KV führende Netzadernpaare (16 EVs zu je 70 DA),
- 100 abgehende Verteilungadernpaare (2 EVs zu je 50 DA),
- 140 Adernpaare für Ringkabel (2 EVs zu je 70 DA).

Die Endverschlüsse werden in zwei Reihen – wie in Abbildung 61 dargestellt – am Gestell des LV angebracht; die EVs, an denen die zum LV führenden Adern abgeschlossen werden, befinden sich in der unteren Reihe; die EVs, an denen die vom LV weiterführenden Adern abgeschlossen werden, hauptsächlich in der oberen Reihe.

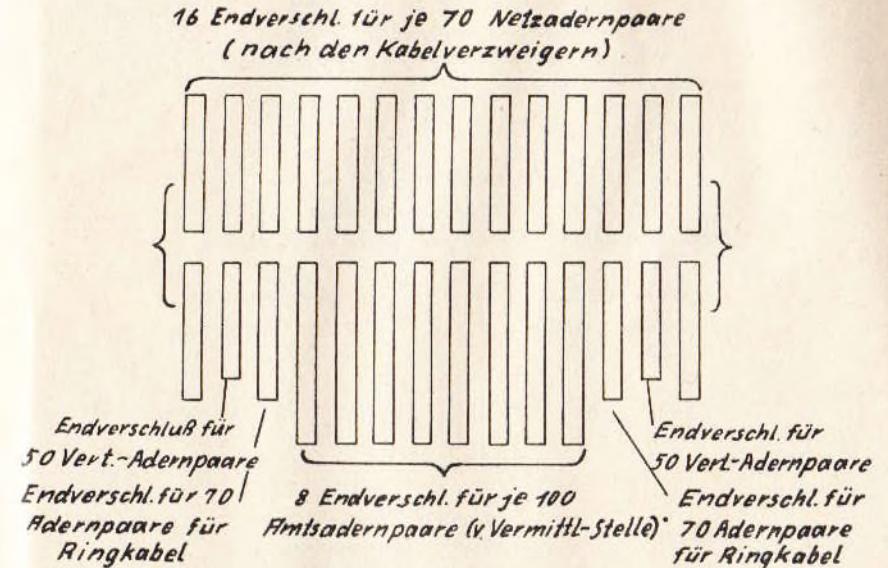
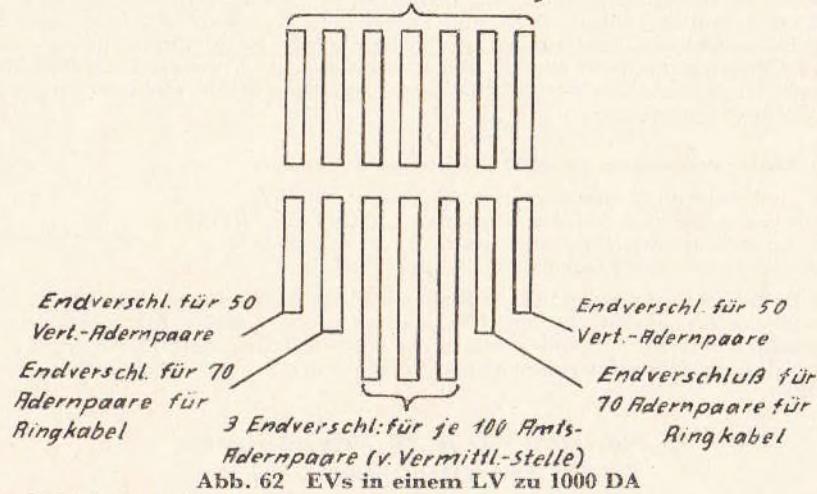


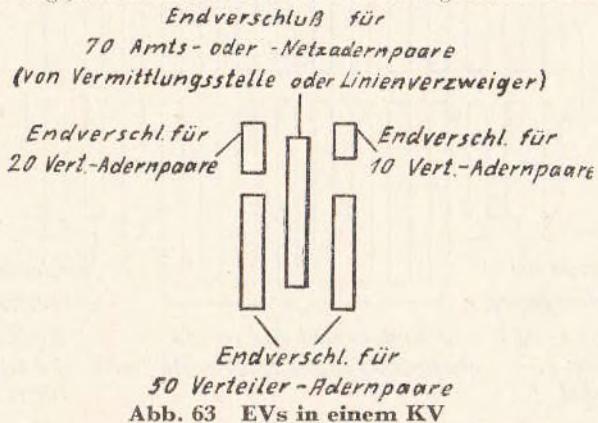
Abb. 61
EVs in einem LV zu 2000 DA

Der **Linienverzweiger zu 1000 DA** ist auszurüsten für:
 300 ankommende Amtsadernpaare (3 EVs zu je 100 DA),
 490 zu den KV führende Netzadernpaare (7 EVs zu je 70 DA),
 100 abgehende Verteilungsadernpaare (2 EVs zu je 50 DA) und
 140 Adernpaare für Ringkabel (2 EVs zu je 70 DA).
 Die Anordnung der EVs am Gestell des LV zeigt die Abbildung 62.

*7 Endverschl. für je 70 Netzadernpaare
 (nach den Kabelverzweigern)*



Der **Kabelverzweiger** ist auszurüsten für:
 70 ankommende Netzadernpaare (1 EVs zu 70 DA) und
 130 weiterführende Verteilungsadernpaare.
 Abbildung 63 zeigt, wie die EVs am Gestell des KV angebracht werden.



Die Abbildungen können als Beispiele nur die Regelfälle zeigen. Welche Endverschlüsse zu wählen und wie diese anzuordnen sind, richtet sich nach der Art der einzuführenden Kabel.

