

**HANDBUCH**  
**FÜR DEN**  
**FERNMELDEHANDWERKER**  
**der Deutschen Bundespost**



**BAND C 3**

**DIE HANDWERKLICHE**  
**AUSBILDUNG**

**Der unterirdische Linienbau; Gestaltung der Fernmeldenetze;  
Die Fernmeldekabel; Aufgaben und Aufbau der Bauteile  
im Anschlußnetz**

---

**VERLAG: DEUTSCHE POSTGEWERKSCHAFT - VERLAG GMBH**  
**6 FRANKFURT - SAVIGNYSTRASSE 29**

## Handbuch für den Fermmeldehandwerker der DBP

**16** wichtige Lehr- und Lernwerke für den FLehrl; auch für den Handwerker F und den Fernmeldehandwerker zur Vorbereitung auf die Grundlagenlehrgänge gut geeignet

### Bände A 1 und A 2

#### — Allgemeine Berufskunde

Weg und Ziel der Ausbildung — Der Lehrvertrag — Die Fernmeldehandwerkerprüfung — Die Tätigkeitsgebiete des Fernmeldehandwerkers, sein beruflicher Werdegang und seine Aufstiegsmöglichkeiten — Der Tarifvertrag — Gesetze und Verordnungen des Fernmeldewesens — Allgemeine Vorschriften zum Schutz gegen Starkstrom und Unfallschäden

Allgemeines über den Staatsaufbau — Aufgaben und Gliederung der DBP — Die Sozialeinrichtungen bei der DBP — Allgemeines aus der Geschichte des Post- und Fernmeldewesens — Wie fertige ich meine schriftlichen Prüfungsarbeiten? — Musterausarbeitungen und Musterthemen

### Band B 1 — Die Fachkunde

Mathematische und physikalische Grundkenntnisse einschließlich der Stoffgebiete aus den beiden Grundlagenlehrgängen

### Band B 2 — Die Fachkunde

Fachzeichnen — Technisches Zeichnen — Stromlaufzeichnen

### Band B 3 — Die Fachkunde

Die Gleichstromlehre

### Band B 4 — Die Fachkunde

Die Wechselstromlehre

### Band B 5 — Die Fachkunde

Elektrische Meßgeräte und Meßschaltungen

### Band B 6 — Die Fachkunde (2 Teile)

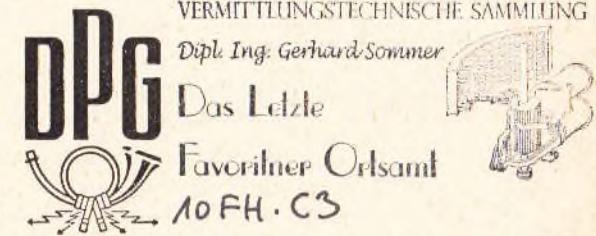
Übungsbeispiele und Aufgaben aus der Fernmeldetechnik

### Band C 1 — Die handwerkliche Ausbildung

Werkstoffe der Fernmeldetechnik und ihre Bearbeitung  
Werkzeuge und Werkzeugmaschinen

— Weitere Lehrbücher siehe 3. und 4. Umschlagseite —

## HANDBUCH FÜR DEN FERNMELDEHANDWERKER der Deutschen Bundespost



### BAND C 3

## DIE HANDWERKLICHE AUSBILDUNG

Der unterirdische Linienbau; Gestaltung der Fernmeldenetze;  
Die Fernmeldekabel; Aufgaben und Aufbau der Bauteile  
im Anschlußnetz

5. VERBESSERTE UND ERWEITERTE AUFLAGE

VERLAG: DEUTSCHE POSTGEWERKSCHAFT-VERLAG GMBH  
6 FRANKFURT - SAVIGNYSTRASSE 29

## Vorwort

Die sechzehn Bände des „Handbuchs für den Fernmeldehandwerker der DBP“ sollen

1. den Fernmeldelehrlingen während der Lehrzeit ein ständiger Begleiter sein und ihnen eine umfassende und gute Prüfungsvorbereitung ermöglichen,
2. den Handwerkern F aufzeigen, welches Fachwissen erforderlich ist, um genausoviel zu wissen wie die Lehrlinge am Ende ihrer Lehrzeit,
3. den Fernmeldehandwerkern die Möglichkeit geben, ihr Wissen aufzufrischen und es auf den neuesten Stand der Fernmeldetechnik zu bringen und
4. eine ausreichende Vorbereitung auf den Lehrstoff der dienstlichen Grundlagenlehrgänge gewährleisten.

In der Fernmeldehandwerkerprüfung sowie in den Grundlagenlehrgängen müssen neben den praktischen Fertigkeiten auch die theoretischen Fachkenntnisse über die Fernmeldetechnik vorhanden sein. Das gleiche gilt hinsichtlich der Kenntnisse in dem wichtigen Prüfungsfach „Allgemeine Berufskunde“ sowie in bezug auf die Grundkenntnisse über die für das Fernmeldewesen wichtigen Gesetze und Verordnungen, wie FAG, TWG und FeO. Einer der Bände allein kann dem Leser dieses umfangreiche Wissen nicht vermitteln; alle sechzehn Bände zusammen (vgl. hierzu die Angaben auf der 2. und 3. Umschlagseite) enthalten jedoch das Fachwissen, das sich der Leser im Interesse des Prüfungserfolges und seines weiteren Aufstiegs aneignen muß.

In dem „Handbuch für den Fernmeldehandwerker der DBP“ ist nur der unbedingt notwendige Lehrstoff in einfachster Form behandelt worden. Die Verfasser erheben nicht den Anspruch, daß die Bände alle Vorschriften und technischen Einzelheiten sowie das in der Praxis selten oder gar nicht Vorkommende enthalten. Ihnen ging es vielmehr darum, eine

# Fibel

für den Fernmeldelehrling,  
für den Handwerker F und  
für den Fernmeldehandwerker

zu schaffen, die der gestellten Aufgabe im Interesse der Leser ohne unnötigen Ballast gerecht wird.

Stand: Herbst 1965

(Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet)

## Hinweis

Bei der Darstellung der Vorschriften über den unterirdischen Linienbau wurde u. a. auch auf die Gestaltung und Planung der Fernmeldenetze nach der neuen Fernmeldebauordnung Teil I eingegangen.

Der Leser, der mit dem unterirdischen Linienbau bereits vertraut ist, muß sich zunächst an einige neue Bezeichnungen und Abkürzungen gewöhnen. Damit dies leichter fällt, haben wir nachstehend eine Gegenüberstellung der alten und neuen Bezeichnungen und Abkürzungen eingefügt.

Bei der Darstellung des Lehrstoffes wurde darauf geachtet, daß die Arbeitsmittel und Arbeitsvorgänge nur soweit erläutert werden, wie es als Prüfungswissen von dem Fernmeldelehrling gefordert werden kann. Spezielle oder örtlich bedingte Arbeitsvorgänge wurden nicht behandelt.

### Gegenüberstellung der wichtigsten alten und neuen Bezeichnungen und Abkürzungen im unterirdischen Linienbau

alt	Bezeichnung	neu
AK	Abzweigkasten	AzK
EA	Endamt	EVSt
EV	Endverzweiger	EVz
EVw	Endverzweiger, wetterfest (a = Außenbau)	EVza
EVi	Endverzweiger für Innenräume (i = Innenbau)	EVzi
Amk	Amtskabel	Hk
HA	Hauptamt	HVSt
Vh	Hauptverteiler	HVt
KV	Kabelverzweiger	KVz
KA	Knotenamt	KVSt
KA	Kabelaufführung	KÜf
LV	Linienverzweiger	LVz
Rik	Ringkabel	Qk
Vtk	Verteilungskabel	Vzk
ZA	Zentralamt	ZVSt

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>A. Allgemeines</b>	
I. Das Fernmeldenetz .....	7
II. Gestaltung des öffentlichen Fernmeldenetzes .....	7
III. Planung des Ortsnetzes .....	9
IV. Die Bemessung der Kabeladern im Anschlußnetz .....	13
V. Gestaltung des Fernnetzes .....	15
VI. Fragen zum Abschnitt A. ....	19
<b>B. Die Fernmeldekabel</b>	
I. Allgemeines .....	19
II. Der Aufbau der Fernmeldekabel .....	21
1. Der stromführende Leiter .....	22
2. Die Isolierung .....	22
3. Die Vorseilung .....	23
4. Die Zählweise und Adernkennzeichnung .....	25
5. Die Schutzbekleidung der Kabel .....	30
III. Die lack- und kunststoffisolierten Kabel .....	33
1. Die Aufteilungskabel .....	34
2. Die Trägerfrequenz-Kabel .....	34
IV. Verpackung der Kabel .....	37
V. Fragen zum Abschnitt B. ....	38
<b>C. Aufgaben der Bauteile im Anschlußnetz</b>	
I. Die Vermittlungseinrichtung .....	39
II. Der Hauptverteiler .....	39
III. Die Aufteilungskabel und Aufteilungsmuffen .....	39
IV. Die Verzweigungseinrichtungen .....	41
V. Die Endeinrichtungen .....	43
VI. Die Kabelkanalanlage .....	43
VII. Die Anschlußkabel .....	44
VIII. Der Verzweigungspunkt .....	44
<b>D. Aufbau der Bauteile im Anschlußnetz</b>	
I. Der Hauptverteiler .....	45
1. Die Sicherungsleiste 33 .....	48
2. Die Trennleiste 32a .....	49
3. Die Trennleiste 55 .....	50
II. Die Verzweigungseinrichtungen .....	51
1. Die Endverschlüsse für Ortskabel .....	51
2. Der Linienzweiger .....	52
3. Der Kabelverzweiger .....	56
III. Die Endeinrichtungen .....	59
1. Der Endverzweiger für Außenbau .....	60
2. Der Endverzweiger für Innenbau .....	61
3. Der Überführungsendverschluß .....	62
4. Die Kennzeichnung der Endeinrichtungen im Anschlußnetz .....	64
IV. Fragen zu den Abschnitten C. und D. ....	66

	Seite
<b>E. Aufbau der Kabelkanalanlagen</b>	
I. Aufbau des Kanalnetzes in großen Ortsnetzen .....	67
II. Die Bauteile der Kabelkanalanlage .....	68
1. Die Kabelkanäle .....	68
2. Die Kabelschächte .....	71
3. Die Abzweigkästen .....	75
III. Entlüften und Abdichten der Kabelkanäle .....	76
IV. Der Richtdorn .....	78
V. Der Bau einer Kabelkanalanlage .....	78
1. Planverfahren und Auskundung .....	78
2. Verlegen eines Kabelkanals aus Kabelkanalformsteinen .....	79
3. Herstellen eines Kabelschachtes aus Mauerwerk .....	83
4. Herstellen eines Kabelschachtes aus Ort beton .....	84
5. Aufbau der Stahlbeton-Fertigschächte .....	84
6. Aufbau der Abzweigkästen .....	87
VI. Fragen zum Abschnitt E. ....	88
<b>F. Einziehen von Röhrenkabeln</b>	
I. Die Kabelwinden .....	92
1. Die kleine Kabelhandwinde .....	92
2. Die große Kabelhandwinde .....	92
3. Die fahrbare Kabelkraftwinde .....	94
II. Das Fernmeldebaugerät .....	94
1. Der Kabeltransportanhänger .....	94
2. Die Kabeltrommelwinden und das Setzeisen .....	95
3. Die Einschiebegeräte .....	96
4. Die Gleitrollen, Kabelschleifbögen und Kanaltüllen .....	98
5. Der Kabelziehstrumpf und Nachziehstrumpf .....	100
6. Der Schmutzgreifer und die Kanalbürste .....	100
7. Die Deckelhebeegeräte .....	100
8. Die Absperrgeräte und Warnzeichen .....	102
III. Arbeitsablauf des Einziehvorgangs .....	103
1. Das Sichern der Baustelle .....	103
2. Das Öffnen der Kabelschächte .....	104
3. Das Prüfen der Kabelkanalanlage auf Gasfreiheit .....	104
4. Das Einziehen des Zugseils .....	104
5. Das Aufstellen der Kabeltrommel und Kabelkraftwinde .....	104
6. Das Befestigen des Ziehstrumpfes und das Einbauen der Gleitrollen .....	105
7. Letzte Ziehvorbereitungen .....	106
8. Das Einziehen des Kabels .....	106
9. Restarbeiten nach dem Ziehvorgang .....	107
IV. Ausziehen von Röhrenkabeln .....	107
V. Fragen zum Abschnitt F. ....	108
<b>G. Auslegen von Erdkabeln</b>	
I. Das Fernmeldebaugerät .....	109
II. Das Fernmeldebaugerät .....	110
III. Das Planverfahren .....	112
IV. Arbeitsablauf der Erdkabelverlegung .....	113
V. Fragen zum Abschnitt G. ....	116

## H. Die Kabellöt- und Kabelspleißarbeiten

I. Das Fernmeldebauezeug .....	117
1. Die Kabelmuffen .....	117
2. Die Kondensatormuffen .....	120
3. Die Spulenkästen .....	122
4. Das Lötzinn .....	123
5. Die Füll- und Abbrühmassen .....	126
6. Das Mischwachs .....	126
7. Das Lötzubehör .....	127
II. Das Fernmeldebaugerät .....	128
1. Das Kabellöterzelt .....	128
2. Die Kabellöt- und Trockenöfen .....	129
3. Die Kabelschachtbeleuchtung .....	131
4. Die Lötgeräte .....	131
III. Arbeitsablauf bei den Kabellöt- und Kabelspleißarbeiten .....	134
1. Sicherungsmaßnahmen .....	135
a) Lötarbeiten in Gebäuden .....	135
b) Lötarbeiten in Kabelschächten .....	135
2. Grundsätzliches über Lötarbeiten .....	136
a) Lötungen mit Stangenlötzinn .....	136
b) Lötungen mit Röhrenlötzinn .....	138
3. Grundsätzliches über Kabelspleißarbeiten .....	141
a) Vorrichten der Kabeladern .....	141
b) Abbrühen der Kabeladern .....	143
c) Prüfen der Kabeladern .....	144
d) Das Anfertigen der Würgestellen .....	148
4. Herstellen der Verbindungs- und Abweiglötstellen .....	149
IV. Kabelmantelprüfung mit stationären Druckluftanlagen .....	151
V. Fragen zum Abschnitt H. ....	152

## J. Schaltarbeiten in Verzweigungseinrichtungen

I. Die Schaltaufträge .....	152
II. Das Ausführen von Schaltarbeiten .....	153

## K. Der Starkstromschutz

I. Schutz gegen Starkstromanlagen allgemeiner Art .....	155
II. Schutz gegen Starkstromanlagen besonderer Art .....	158
III. Fragen zum Abschnitt K. ....	161

## Anlagen

162-175

# A. Allgemeines

Zur Fernmeldeanlage gehört neben den technischen Einrichtungen das Fernmeldenetz, das von den für die Einrichtung und Unterhaltung der Fernmeldeanlage aufzuwendenden Kosten den größten Anteil verschlingt. Dem Fernmeldenetz gebührt daher besondere Aufmerksamkeit in bezug auf seine Gestaltung, die Verwendung der Baustoffe und die Ausbildung des mit dem Bau der Leitungen betrauten Personals.

## I. Das Fernmeldenetz

Das Fernmeldenetz besteht, entsprechend der Führung der Leitungen, aus dem oberirdischen und dem unterirdischen Netz. Wir wollen uns in diesem Band mit dem unterirdischen Netz befassen, das infolge der stark zunehmenden Sprechstellenzahl einen immer größeren Umfang annimmt.

Je größer die Anzahl der Sprechstellen wird, desto größer wird auch die Anzahl der erforderlichen Leitungen, da bekanntlich in der Regel für jeden Fernsprechananschluß eine Leitung von der Wohnung des Fernsprechteilnehmers bis zur Vermittlungsstelle vorhanden sein muß. Der Planungsbeamte spricht in diesem Zusammenhang von der Leitungsdichte je 100 Einwohner oder je Hektar (ha).

Die Leitungsdichte ist in ländlichen Gebieten naturgemäß kleiner als in den Städten. Fachtechnisch ausgedrückt heißt das, daß die Leitungsdichte in Gebieten der offenen Bebauung kleiner ist als in Gebieten mit geschlossener Bebauung. Aber auch in den Städten ist ein langsamer Übergang von der geschlossenen zur offenen Bebauung zu erkennen. Bei offener Bebauung werden wir meistens mit wenigen Fernsprechleitungen auskommen und können sie noch im oberirdischen Netz, der Freileitungslinie, führen. Diese Bauweise ist bis zu einer bestimmten Anzahl von Leitungen billiger und wirtschaftlicher. Nehmen die Bebauung und die Leitungsdichte zu, und wird die Errichtung und Unterhaltung der Freileitungslinie unwirtschaftlich, so sind die Fernsprechleitungen im unterirdischen Netz zu führen und Kabel auszulegen.

## II. Gestaltung des öffentlichen Fernmeldenetzes

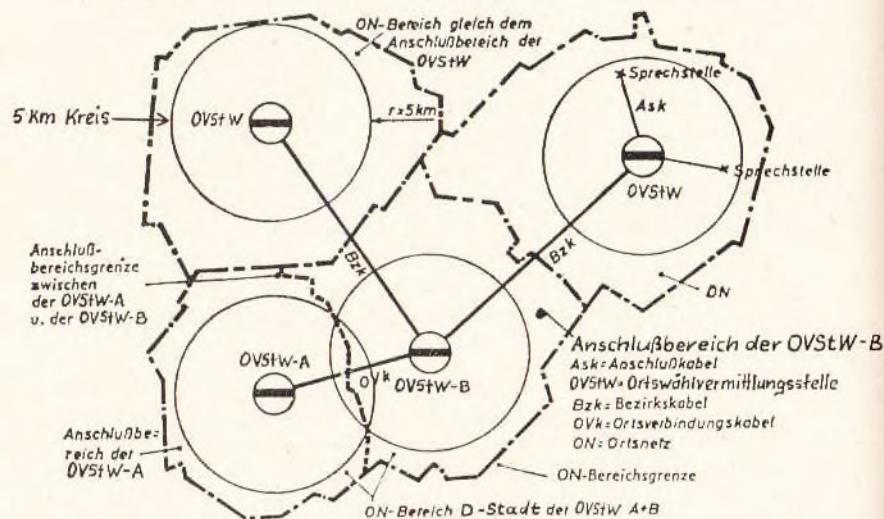
Bevor wir uns dem Bau des unterirdischen Fernmeldenetzes zuwenden, müssen wir etwas über die Netzgestaltung und Netzplanung erfahren. Nach der Fernsprechordnung besteht das öffentliche Fernsprechnet aus den Ortsnetzen und den Leitungen zwischen ihnen. Die Ortsnetze bestehen wiederum aus einer oder mehreren Vermittlungsstellen, den öffentlichen Sprechstellen, den Teilnehmereinrichtungen und den Leitungen für den Ortsdienst.

Jedes Ortsnetz hat einen Ortsnetzbereich, der in der Regel die Sprechstellen innerhalb des 5-km-Kreises um die Ortsvermittlungsstelle (OVSt) erfaßt. Zu diesem Bereich gehören aber auch Flächen außerhalb dieses Kreises, wenn die Anschlußleitungen nicht übermäßig lang werden. Daneben ist festgelegt, daß der geschlossen bebaute Teil einer Gemeinde, in dem eine OVSt liegt, nicht auf verschiedene Ortsnetzbereiche verteilt werden darf. Das trifft besonders bei größeren Städten zu; hier sind, je nach Größe, unter Umständen mehrere OVSt in einem Ortsnetz erforderlich.

Die Leitungen zwischen der OVSt einerseits, den öffentlichen Sprechstellen und den Teilnehmeranlagen andererseits, bilden das Anschlußnetz, kurz als Anschlußnetz bezeichnet. Die Leitungen zwischen den OVSt eines Ortsnetzes (ON) bilden das Ortsverbindungsnetz, kurz Ortsverbindungsnetz bezeichnet. In Ortsnetzen mit mehreren OVSt gehört zu jeder OVSt ein bestimmter Anschlußbereich.

Die Ortsnetze sind wiederum über Leitungen des Ferndienstes im gesamten Bundesgebiet und darüber hinaus miteinander verbunden. Vgl. hierzu die nachstehende Abbildung.

Schematische Darstellung der Ortsnetz- und Anschlußbereiche



(Abb. 1)

### III. Planung des Ortsnetzes

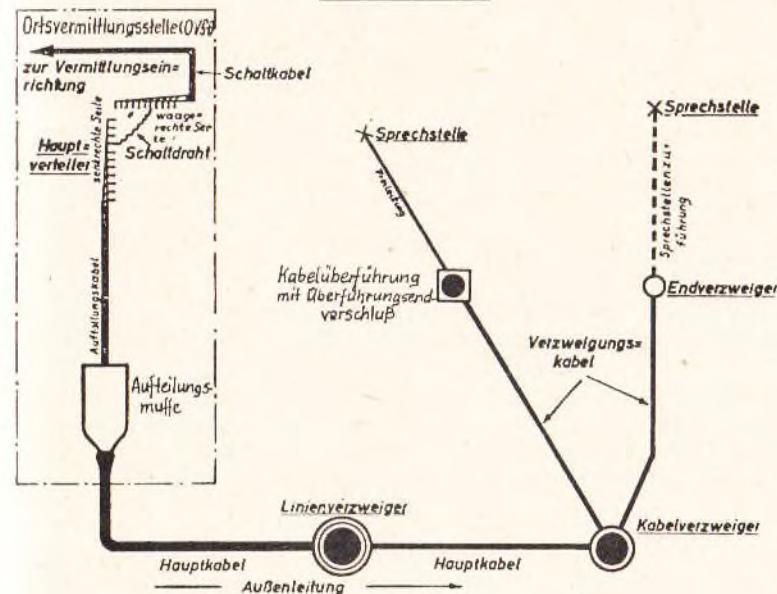
Wenn ein Ortsnetz errichtet oder erweitert werden soll, muß, ähnlich wie beim Bau eines Hauses, eine sogenannte Planung vorausgegangen sein. Die neuesten Vorschriften über die Ortsnetzplanung unterscheiden zwischen der Entwicklungsplanung und der Ausbauplanung. Die Entwicklungsplanung hat der Ausbauplanung voranzugehen. In der Entwicklungsplanung sollen die langfristigen Veränderungen in den ON, z. B. Zunahme der Bevölkerung, Ansiedlung und Erweiterung von Gewerbebetrieben, Besiedlung neuer Gebiete usw., für etwa 30 Jahre vorausschauend berücksichtigt werden.

Die Ausbauplanung muß jeweils den neuesten Stand der Entwicklungsplanung berücksichtigen. Das Kabelkanalnetz und Hauptkabelnetz muß in Ausbaustufen und das Verzweigungskabelnetz auf die in etwa 30 Jahren erforderlichen Leitungen geplant werden.

Wenn wir uns das Anschlußnetz näher betrachten, so hängt sein Aufbau und seine Gliederung von der Leitungsdichte ab. Es werden kleine, mittlere und große Anschlußnetze unterschieden. An technischen Bauteilen,

Schematische Darstellung der Bauteile eines großen

#### Anschlußnetzes

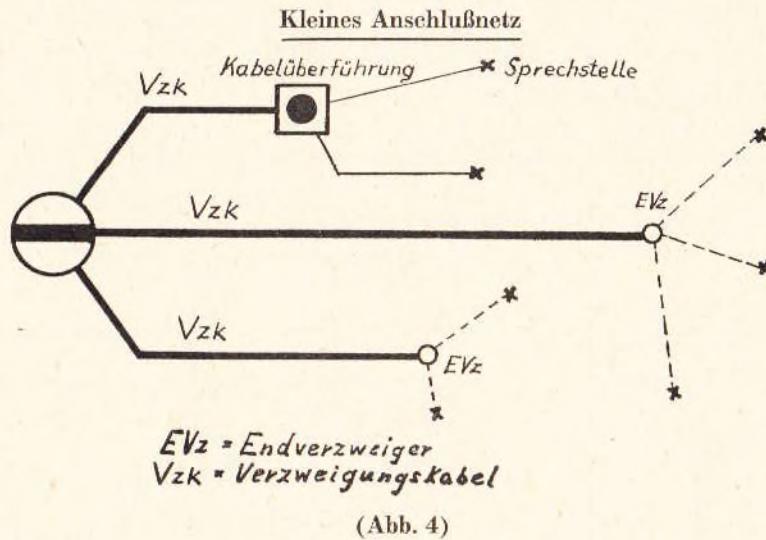


(Abb. 2)

deren einzelne Aufgaben später noch beschrieben werden, **haben jedoch alle drei Anschlußnetze von der senkrechten Seite des Hauptverteilers ausgehend**

**die Aufteilungskabel, die Aufteilungsmuffen, das Kanalnetz, Kabelnetz und Freileitungsnetz, die Verzweigungseinrichtungen\* und Endeinrichtungen gemeinsam.**

Die technischen Bauteile eines großen Anschlußnetzes sind in der Abb. 2 schematisch und in der Anlage 7 dieses Handbuchs bildlich dargestellt worden.

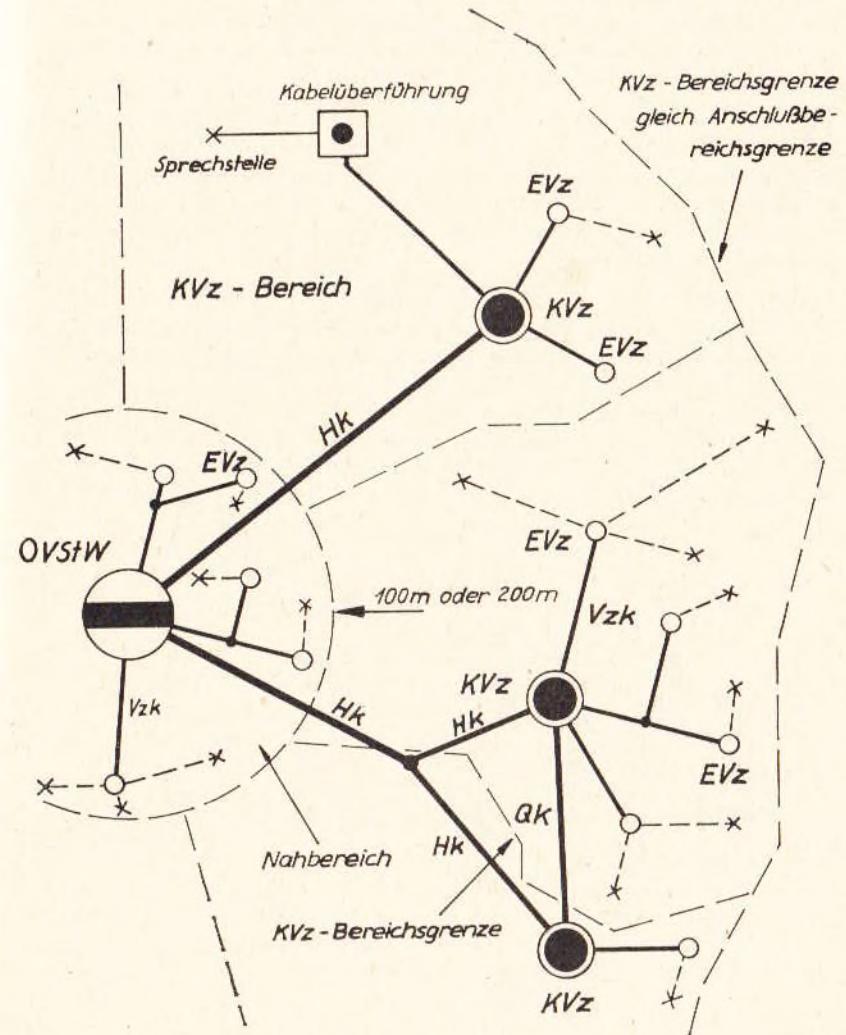


Der Unterschied der drei Anschlußnetze besteht neben der Größe lediglich im Aufbau des Kabelnetzes und in der Wahl der Verzweigungseinrichtungen (Linienverzweiger [LVz] oder Kabelverzweiger [KVz]). Die Abb. 4 zeigt schematisch dargestellt ein **kleines Anschlußnetz**. In diesem ist die **Leitungsdichte gering**; die Anschlußleitungen werden von den **Endeinrichtungen** (Endverzweiger [EVz] oder Kabelüberführung [KÜf]) **ohne Verzweigungseinrichtungen an den Hauptverteiler (HVT) der OVSt** herangeführt.

Die Abb. 5 gibt ein **mittleres Anschlußnetz** wieder. Die **Endeinrichtungen im Nahbereich der OVSt** werden ebenfalls **unmittelbar mit dem Hauptver-**

\* Das kleine Anschlußnetz enthält keine Verzweigungseinrichtungen.

**Mittleres Anschlußnetz**



HK = Hauptkabel  
Vzk = Verzweigungskabel  
Qk = Querkabel

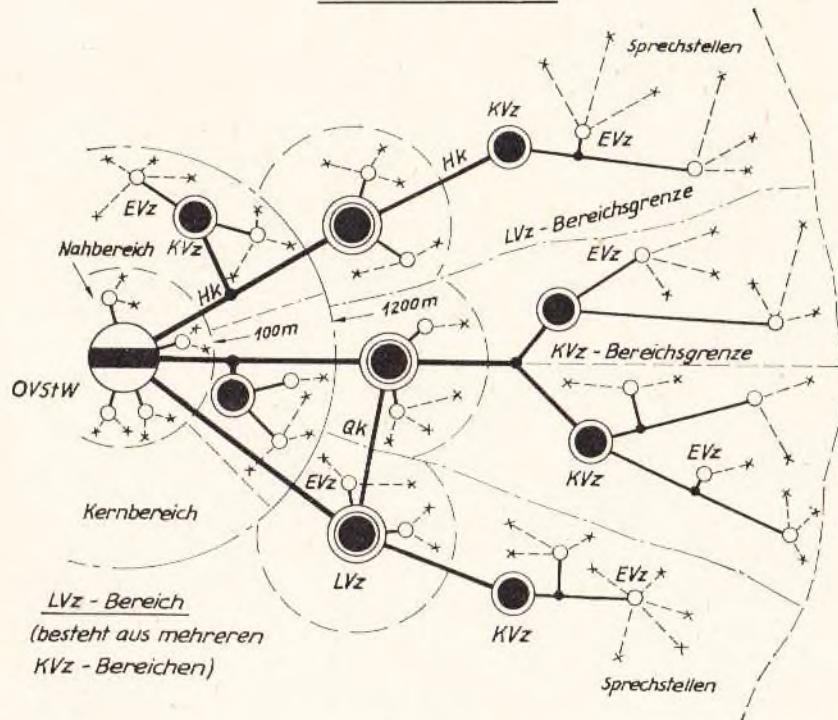
(Abb. 5)

teiler verbunden. Dieser Nahbereich geht in Anschlußbereichen großer Leitungsdichte bis zu etwa 100 m und in Anschlußbereichen kleiner Leitungsdichte bis zu etwa 200 m Luftlinienentfernung von der OVSt. Über den Nahbereich hinaus sind alle anderen Endeinrichtungen in Verzweigungsbereiche zusammengefaßt und über die Kabelverzweiger (KVz) an den Hauptverteiler der OVSt herangeführt.

Die Abb. 6 stellt ein großes Anschlußnetz dar. Die Endeinrichtungen im Nahbereich werden auch hier unmittelbar mit dem Hauptverteiler verbunden. Es gehören alle Sprechstellen dazu, die bis etwa 100 m Luftlinie entfernt von der OVSt liegen. In diesem Anschlußnetz gibt es neben dem Nahbereich noch den Kernbereich, der bis etwa 1,2 km Luftlinienentfernung von der OVSt reicht.

Im Kernbereich sollen die Endeinrichtungen wie im mittleren Anschlußnetz über KVz an die OVSt geführt werden. Über den Kernbereich hinaus können Linienverzweiger-Bereiche (LVz-Bereiche) geschaffen werden.

Großes Anschlußnetz



(Abb. 6)

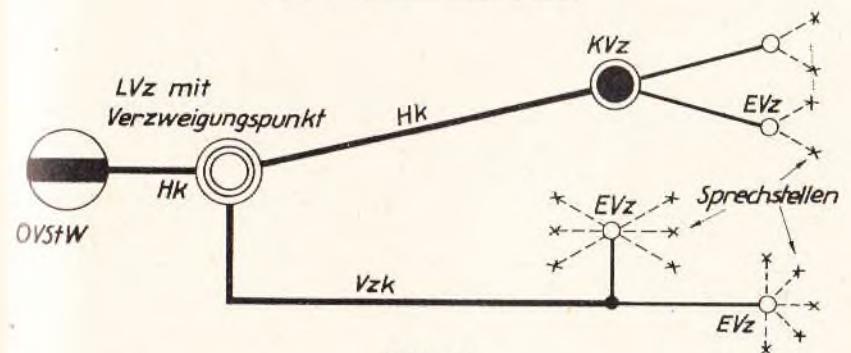
Die Sprechstellen werden dann über die Endeinrichtungen, KVz, LVz zur OVSt geschaltet. Die in der Nähe des LVz liegenden Endeinrichtungen werden ohne weitere Verzweigungseinrichtung direkt an den LVz geführt.

In großen ON mit wachsender Leitungsdichte werden vielfach zahlreiche neue OVSt eingerichtet. Dadurch werden die Anschlußbereiche häufig in ihrer Ausdehnung so klein, daß LVz überflüssig werden. Künftig werden daher LVz in der Regel nur noch vorübergehend in unmittelbarer Nähe des vorgesehenen Standortes einer geplanten OVSt als Übergangsmaßnahme aufgestellt.

Sowohl im mittleren als auch im großen Anschlußnetz können die Verzweigungseinrichtungen durch Querkabel (Qk) verbunden werden, wenn dadurch für die Nebenanschlüsse bessere und wirtschaftlichere Anschlußmöglichkeiten geschaffen werden können.

Neben dieser beschriebenen Durchschaltung von Sprechstellen über Verzweigungseinrichtungen kann bei größerer Leitungsdichte oder für Großteilnehmer (Behörden, Banken, Industrieunternehmen), die mindestens 20 Doppeladern (DA) benötigen, ein Teil unmittelbar über Verzweigungspunkte mit der OVSt starr verbunden werden. Daher ist auch der Ausdruck „starrs Netz“ neben dem Ausdruck „Schaltnetz“ gebräuchlich (s. Abb. 7). Der Verzweigungspunkt ist ein Spleißpunkt vor einer Verzweigungseinrichtung. In ihm werden vor einem KVz Hauptkabel mit Verzweigungskabel beziehungsweise vor einem LVz Hauptkabel untereinander unmittelbar verspleißt.

Schaltnetz und starres Netz



(Abb. 7)

#### IV. Die Bemessung der Kabeladern im Anschlußnetz

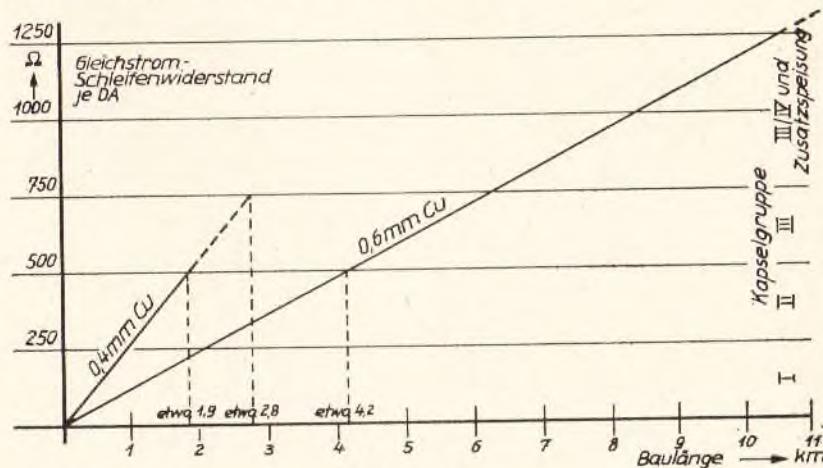
Die im Anschlußnetz geführten Leitungen werden entweder als oberirdische Freileitungen oder im Anschlußkabel (Ask) geführt. Der Aufbau dieser Kabel soll uns erst später interessieren; wir wollen hier zunächst

wissen, welchen Durchmesser die Sprechadern im Anschlußkabel haben müssen. Sie bestehen aus 0,4 oder 0,6 mm dicken Kupferdrähten und sind gegeneinander durch Papier und Luft, die zwischen den Adern und dem Papier liegt, isoliert (Papier/Luftraum/Isolierung). Je vier Adern werden zu einem sogenannten Vierer zusammengefaßt. Das Bündel aus papierisolierten Kabeladern wird mit einem Mantel umgeben, damit die einzelnen Kabeladern gegen Feuchtigkeit geschützt sind.

Die verschiedenen Durchmesser der Adern der Anschlußkabel sind erforderlich, weil mit zunehmender Entfernung die Dämpfung größer wird. Diese soll aber bei einer Fernsprechverbindung, Hauptstelle-Vermittlung-Hauptstelle, etwa gleich bleiben. Die Sprech- und Hörkapsel im Fernsprechapparat wirken bei der Forderung nach annähernd gleicher Dämpfung der Fernsprechverbindung noch mit. Sie sind in verschiedene Empfindlichkeitsstufen eingeteilt und werden entsprechend der Entfernung der Sprechstelle von der Vermittlungsstelle im Fernsprechapparat eingesetzt.

Wie stark die Kupferadern der Anschlußkabel (Ask) sein müssen, hängt also von der Entfernung zwischen der OVSt und der Sprechstelle ab, und zwar ist hierfür die wirkliche Baulänge und nicht die Luftlinienentfernung maßgebend. Wir unterscheiden drei Bemessungsarten:

- Die Entfernung zwischen der OVSt und der Sprechstelle ist kleiner als 1,9 km:
  - Kupferader im Ask ab OVSt = 0,4 mm.
- Die Entfernung zwischen der OVSt und der Sprechstelle ist größer als 1,9 km:
  - Kupferader im Ask ab OVSt = 0,6 mm.



(Abb. 8)

- Die Entfernung zwischen der OVSt und allen Sprechstellen des Anschlußbereichs (AsB) ist kleiner als 2,8 km:

- Kupferader im Ask ab OVSt = 0,4 mm, wenn die Sprechstellen vorwiegend bis 1,9 km entfernt von der OVSt liegen und sich nur wenige in dem Bereich von 1,9 bis 2,8 km befinden.

In der Abb. 8 sind die möglichen Baulängen der Ask und die Anwendungsbereiche der Sprech- und Hörkapseln graphisch dargestellt. Mit zunehmender Entfernung und zunehmendem Leitungswiderstand muß unter Umständen eine nächsthöhere Kapselgruppe verwendet werden. Die in der Abb. 8 angegebenen Kapselgruppen gelten nicht bei Verwendung des neuen Fernsprechapparates FeAp 61. Für diesen Apparat mußten die Kapselgruppen in bezug auf den Schleifenwiderstand aus übertragungstechnischen Gründen geändert werden (ausführliche Angaben finden Sie im Band C 4 des „Handbuchs für den Fernmeldehandwerker der DBP“).

Die Leiterdicke der Querkabel (Qk) richtet sich nach der Leiterdicke der Ask.

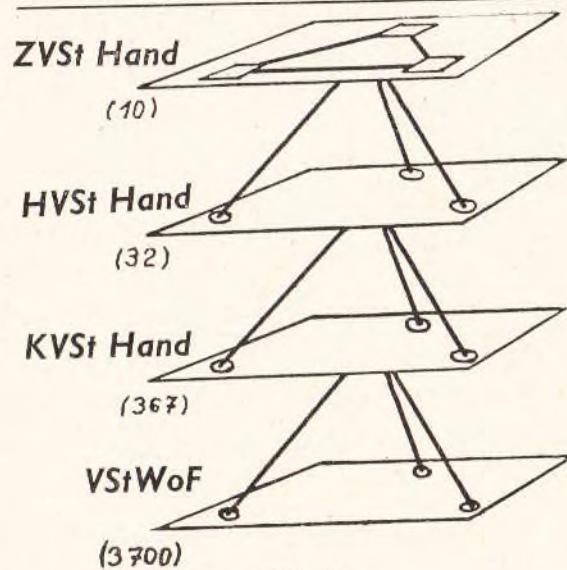
## V. Gestaltung des Fernnetzes

Um die Gestaltung des Fernnetzes zu verstehen, wollen wir zunächst das Fernnetz des handvermittelten Ferndienstes und dann das Netz der Landesfernwahl betrachten.

Im Abschnitt II wurde bereits ausgeführt, daß die Ortsnetze miteinander über Leitungen des Ferndienstes verbunden sind. Man kann sich aber leicht vorstellen, daß nicht jedes Ortsnetz mit jedem Ortsnetz unmittelbar verbunden sein kann, denn es gibt zur Zeit im Bundesgebiet etwa 3700 Ortsnetze. Diese Verbindung wird vielmehr in sogenannten Netzebenen hergestellt. Darunter versteht man eine sternförmige Zusammenfassung von Ortsnetzen in einem bestimmten Bereich zu einer Netzebene. Das im Sternmittelpunkt liegende Ortsnetz bildet mit den Sternmittelpunkten der Nachbarbereiche wieder einen Stern und damit die nächste Netzebene. Auf diese Weise wurden vier Netzebenen im Ferndienst geschaffen, die in der Abb. 9 schematisch dargestellt sind.

In der untersten Ebene sind beispielsweise die Ortsnetze zusammengefaßt, die kein eigenes Fernamt haben; sie werden Vermittlungsstellen ohne Fernamt (VStoF) genannt. In der nächsten Ebene sind die Knotenvermittlungsstellen mit Handbedienung (KVSt Hand) bereichsweise zusammengefaßt, dann die Hauptvermittlungsstellen mit Handbedienung (HVSt Hand) und in der höchsten Ebene die Zentralvermittlungsstellen (ZVSt Hand), deren Netz als Masche ausgebildet ist. Die eingeklammerten Zahlen neben der Netzebene in der Abb. 9 geben die Anzahl der VSt im Bundesgebiet an. Durch dieses System der Netzgestaltung ist es möglich

Die Netzebenen im handvermittelten Ferndienst



(Abb. 9)

geworden, daß jeder Fernsprechteilnehmer eines Ortsnetzes mit jedem Fernsprechteilnehmer eines beliebigen anderen Ortsnetzes im Bundesgebiet verbunden werden kann. Die Verbindungen in diesen Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung (FernVSt Hand) werden durch Fernamtsbeamtinnen hergestellt.

Der handvermittelte Ferndienst verliert immer mehr an Bedeutung und Umfang, denn inzwischen werden die Ferngespräche überwiegend im Netz der sogenannten Landesfernwahl automatisch hergestellt. Der Aufbau des Landesfernwahlnetzes hat sich an die bewährte Einteilung des handvermittelten Fernnetzes angelehnt und ist auch in vier Netzebenen – wie die vorstehende Übersicht zeigt – aufgebaut.

Netzebene im handvermittelten Ferndienst

VStWoF

KVSt Hand

Netzebene im automatischen Ferndienst (Landesfernwahl)

EVStW  
(Endvermittlungsstelle mit Wählbetrieb)

KVStW  
(Knotenvermittlungsstelle mit Wählbetrieb)

HVSt Hand

ZVSt Hand

HVStW

(Hauptvermittlungsstelle mit Wählbetrieb)

ZVStW

(Zentralvermittlungsstelle mit Wählbetrieb)

Gegenüber dem handvermittelten Ferndienst hat sich lediglich die Anzahl der Vermittlungsstellen je Netzebene geändert. Innerhalb des Bundesgebietes sollen eingerichtet werden:

- 3 768 EVStW
- 472 KVStW
- 63 HVStW
- 7 ZVStW

Die Abb. 10 zeigt schematisch das Grundnetz der Landesfernwahl. Es ist deutlich zu erkennen, wie in der untersten Netzebene die EVSt sternförmig um die KVSt, die KVSt als nächste Netzebene sternförmig um die HVSt, die HVSt als weitere Netzebene wiederum sternförmig um die ZVSt geordnet sind. Neben dieser Anordnung müssen wir uns weiter sechs Grundnetze mit gleichem Aufbau der Netzebenen vorstellen, um das gesamte deutsche Fernwahlnetz überblicken zu können. Die sieben Zentralvermittlungen stellen darin die höchste Netzebene dar. Sie sind nicht sternförmig, sondern im Maschennetz unmittelbar miteinander verbunden. Jedem Ortsnetz ist in diesem System eine bestimmte Kennzahl zugeordnet. Die Kennzahlen der EVSt sind im allgemeinen 4stellig, die der KVSt 3stellig, die der HVSt 2stellig und die der ZVSt 1stellig.

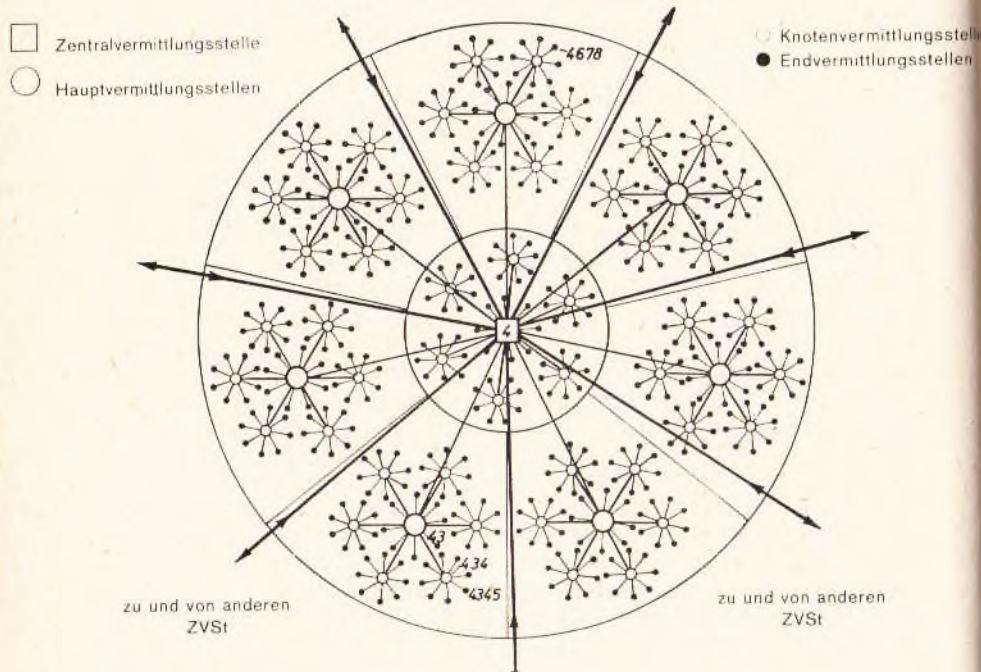
Eine Fernsprechverbindung im Selbstwählferndienst, die von einer EVSt ausgeht und eine ferne EVSt erreichen soll, wird durch die Wahl der Zahl 0, der sogenannten Verkehrsausscheidungsziffer, begonnen. Darauf muß die Kennzahl der fernen EVSt und anschließend die Rufnummer des gewünschten Teilnehmers gewählt werden.

In der vorstehenden Übersicht ist der sogenannte Kennzahlenweg angedeutet. Ein Teilnehmer des ON 4678 leitet seine Verbindung durch Wahl

Zweck und Ziel der Landesfernwahl ist es, jedem Fernsprechteilnehmer des öffentlichen Fernsprechnetzes der Deutschen Bundespost zu ermöglichen, von seinem Anschluß aus, einerlei an welches Ortsnetz er angeschlossen ist, jeden Hauptanschluß jedes anderen Ortsnetzes der Bundesrepublik durch Selbstwahl zu erreichen. Der Aufbau der Fernverbindung soll also vollkommen automatisch durch die Nummernscheibe des Fernsprechapparates vom Teilnehmer gesteuert werden.

der Verkehrsausscheidungsziffer 0 über seine KVSt, HVSt zur ZVSt ein und bestimmt durch die Wahl der weiteren Zahl, der 4, daß er in der gleichen Zentralvermittlungsstellenebene verbleiben will. Daran anschließend folgt die Wahl der Zahl 3, die den HVSt-Bereich, dann die Zahl 4, die den KVSt-Bereich und die Zahl 5, die die Endvermittlungsstelle 4345 auswählt.

### Das Grundnetz der Landesfernwahl



(Abb. 10)

Eine Vermaschung durch Querverbindungen zwischen den KVSt, den HVSt und den KVSt oder HVSt ist über das in der Abb. 10 dargestellte Grundnetz dann vorgesehen, wenn der Verbindungsaufbau wirtschaftlicher gestaltet werden kann, als es der Kennzahlenweg zuläßt. Diese besondere Technik soll aber an dieser Stelle nicht näher erläutert werden, da sie über den Rahmen des zu behandelnden Stoffes weit hinausgeht. Wer mehr über diese Technik wissen möchte, kann sich im **Band C 5 „Grundzüge der Wählvermittlungstechnik“** dieser Handbuchreihe ausführlich informieren.

Aus der kurzen, aber nicht erschöpfenden Beschreibung der Netzgestaltung der Anschluß- und Fernnetze ist ersichtlich, daß die Aufgaben der Planungsbeamten sehr umfangreich und verantwortungsvoll sind. Die wirtschaftliche Form dieser Netze kann erst nach langwierigen Überlegungen und Berechnungen gefunden werden. Die **endgültige Lösung** für die beste Gestaltung der Netze dient den Bauausführenden – den **Fernmeldebautrupps** – als **Arbeitsgrundlage** und muß der Planung entsprechend verwirklicht werden.

## VI. Fragen zum Abschnitt A.

1. Was versteht man unter dem Begriff Leitungsdichte? 2. Woraus besteht laut Fernsprechnetz das öffentliche Fernsprechnetz? 3. Welche Teile gehören zu einem Ortsnetz? 4. Wie groß ist in der Regel der Ortsnetzbereich? 5. Wieviel OVSt gehören zu einem Ortsnetz? 6. Mit welchen Leitungen sind die ON untereinander verbunden? 7. Welche Planung muß der Ausbauplanung vorausgegangen sein? 8. Was muß bei der Entwicklungsplanung berücksichtigt werden? 9. Welche drei Anschlußnetze unterscheiden wir? 10. Welche technischen Bauteile gehören zu einem großen Anschlußnetz? 11. Was versteht man unter dem Nahbereich einer OVSt? 12. Wie groß ist der Kernbereich einer OVSt und welche Bedeutung hat er? 13. Wann werden im Anschlußnetz 0,4 und wann 0,6 mm starke Kupferadern ausgelegt? 14. Welche Hör- und Sprechkapsel wird bei Anschlüssen eingesetzt, die in nächster Nähe der OVSt liegen? 15. Wie ist das Fernnetz der Landesfernwahl aufgebaut und welche Netzebenen sind Ihnen bekannt?

## B. Die Fernmeldekabel

### I. Allgemeines

Der Fernmeldebetrieb auf Kabelleitungen wickelt sich im Orts-, Bezirks- und Weitverkehr in den entsprechenden Netzen ab.

Wenn wir den **Verbindungsaufbau** einer Fernsprechverbindung im Netz der Landesfernwahl zugrunde legen, so besteht

1. das **Ortsnetz** aus den Leitungen zwischen den VSt und den Teilnehmereinrichtungen sowie den VSt untereinander,
2. das **Bezirksnetz** aus den Leitungen zwischen den Hauptvermittlungsstellen, Knotenvermittlungsstellen und Endvermittlungsstellen und
3. das **Weitnetz** aus den Leitungen zwischen den Zentralvermittlungsstellen und Hauptvermittlungsstellen sowie den Zentralvermittlungsstellen untereinander.

Entsprechend der Verwendung der Kabel in den Orts-, Bezirks- und Weitverkehrsnetzen unterscheiden wir

- Ortskabel (Ok),**
- Bezirkskabel (Bzk) und**
- Fernkabel (Fk).**

Die **Ortskabel** werden nach ihren Aufgaben in **Ortsverbindungskabel (OVk)**, **Anschlußkabel (Ask)** und **Aufteilungs-Ortskabel (AtOk)** unterteilt.

Zu den **Bezirkskabeln** gehören:

- a) alle Kabel, die weder Ortskabel noch Fernkabel sind, mit der Kurzbezeichnung ..... **Bzk,**
- b) die neuen 14- und 24paarigen Trägerfrequenz-Bezirkskabel mit papierisolierten Leitern mit der Kurzbezeichnung ..... **TFBzk,**
- c) die Rundfunkkabel (bisher Rundfunksonderkabel) mit der Kurzbezeichnung ..... **Rfk,**
- d) die Zwischenkabel in oberirdischen Fernlinien mit der Kurzbezeichnung ..... **ZwkF,**
- e) die Aufteilungs-Bezirkskabel mit der Kurzbezeichnung ..... **AtBzk,**
- f) die Trägerfrequenz-Aufteilungs-Bezirkskabel mit der Kurzbezeichnung ..... **TF-AzBtk.**

Unter den **Fernkabeln** sind zu nennen:

- a) die Fernkabel des alten Niederfrequenzfernkabelnetzes,
- b) die Breitbandkabel,
- c) die engbespulten Trägerfrequenzkabel; diese 3 Kabelarten haben die Kurzbezeichnung ..... **Fk,**
- d) die neuen Trägerfrequenzfernkabel für den Ausbau des Trägerfrequenz-Fernkabelnetzes mit der Kurzbezeichnung ..... **TFFk,**
- e) die Fernseekabel, soweit diese im Fk- oder TFFk-Netz eingebaut werden, mit der Kurzbezeichnung ..... **KxFk,**
- f) die Ortsfernkabel mit der Kurzbezeichnung ..... **kV,**

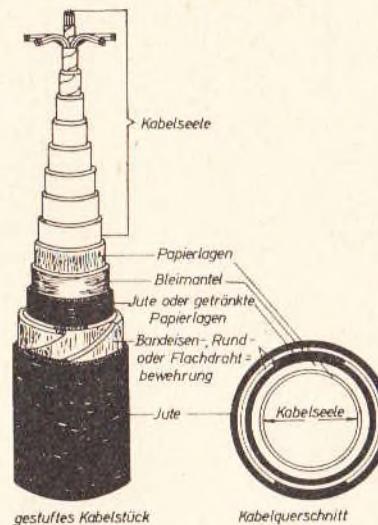
- g) die Aufteilungsfernkabel mit der Kurzbezeichnung ..... **AtFk,**
- h) die Trägerfrequenz-Aufteilungsfernkabel mit der Kurzbezeichnung ..... **TF-AtFk** und
- i) die Koaxial-Aufteilungsfernkabel mit der Kurzbezeichnung ..... **Kx-AtFk.**

Die **Bezirks- und Fernkabel** sind hier nur der Vollständigkeit halber genannt worden; sie sollen an dieser Stelle nicht alle ausführlich beschrieben werden, da dies weit über den Rahmen des einfachen Fernmeldedienstes hinausgehen würde.

## II. Der Aufbau der Fernmeldekabel

Wir wollen uns nachfolgend den Aufbau der **papierisolierten Kabel** näher ansehen und die Bestandteile im einzelnen betrachten.

Aufbau eines Erdkabels



(Abb. 11)

Ein Kabel besteht aus den stromführenden Leitern, den Isolierhüllen und der Schutzbekleidung. Den mit der Isolierhülle versehenen Leiter nennt man **Kabelader**, die Gesamtheit der verseilten Adern eines Kabels die

**Kabelseele.** Die Schutzbekleidung bilden der **Kabelmantel**, darüber die **innere Schutzhülle**, evtl. eine **Bewehrung** und die **äußere Schutzhülle**. In der Abb. 11 ist der Aufbau eines Erdkabels dargestellt.

### 1. Der stromführende Leiter

Als Leiter wird hauptsächlich ein **weichgeglühter, blankgezogener Kupferdraht** (Elektrolytkupfer) von gleichmäßig rundem Querschnitt verwendet. In Notzeiten werden zur Kupferersparnis auch Kabel mit Leitern aus Reinaluminium hergestellt. Wegen der geringeren Leitfähigkeit des Aluminiums gegenüber Kupfer mußten für Aluminiumleiter größere Querschnitte gewählt werden. Die nachstehende Tabelle gibt die zu wählenden Durchmesser im Vergleich zu Kupfer und Aluminium bei gleicher Leitfähigkeit an.

Kupferleiter	Aluminiumleiter	Verwendungszweck
Durchmesser in mm		
0,4	—	} Ortskabel
0,6	0,8	
0,8	1,05	
0,9	1,15	
1,2	1,55	} Bezirks- und Fernkabel
1,4	1,8	

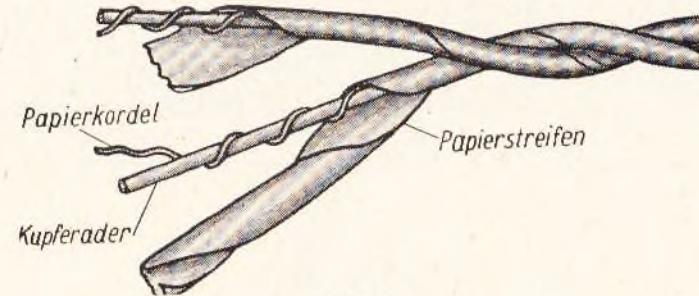
Die Kabel mit Aluminiumadern werden heute nicht mehr ausgelegt.

### 2. Die Isolierung

Die Isolierung der einzelnen Adern besteht bei älteren Kabeln aus 2 übereinanderliegenden, in Wendelform mit Überlappung um den Leiter hohl gewickelten Papierstreifen oder aus einem gepreßten Papierstreifen, der hohl um den Leiter liegt. Bei lockerer Wicklung oder hohler Pressung isoliert hauptsächlich die den Leiter umgebende Luftschicht.

Bei neueren Kabeln wird der innere Papierstreifen durch eine **Papierkordel** ersetzt. Dadurch ist ein noch besserer Lufthohlraum um den Leiter erzielt worden, und auch die Kabelseele wurde fester. **Der umhüllende Papierstreifen hat zum Unterscheiden der Adern und zum Bestimmen der Zählweise aufgedruckte Farbmerkmale**, deren Bedeutung später erläutert wird. Die Abb. 12 zeigt die Isolierung einer Ader mit Papierkordel und Papierstreifen.

### Isolierung der Adern (Papierluftisolierung)



(Abb. 12)

### 3. Die Verseilung

Da die Adern in einem Kabel gebündelt nebeneinander liegen, muß durch bestimmte Anordnung der einzelnen Adern im Kabelquerschnitt dafür gesorgt werden, daß eine gegenseitige Beeinflussung elektrischer Art möglichst weitgehend ausgeschlossen bleibt. Wir wollen jetzt untersuchen, auf welche Art die einzelnen Leiter miteinander verseilt sind und welche Vor- und Nachteile die einzelnen Verseilarten aufzeigen.

Unter **Verseilung** – auch Verdrallung oder Verdrillung genannt – verstehen wir das **schraubenförmige Umeinanderwickeln der Kabeladern**. Dies geschieht, um die sogenannte Nebensprechkopplung möglichst zu verhindern, d.h. sie darf einen Mindestwert nicht überschreiten. Bei der Verseilung muß vor allem der **Drall** beachtet werden. Unter Drall – auch Dralllänge, Drallschritt oder Schlaglänge genannt – verstehen wir die Ganghöhe oder Steigung der Schraubenlinie, die sich beim Verseilen der Adern ergibt. Dieser Drall hat einen Einfluß auf die **4 Leitungskonstanten des Kabels** – das sind

- der **Widerstand**,
- die **Anleitung**,
- die **Kapazität** und
- die **Induktivität**.

Der Drall wird deshalb vor Beginn der Verseilarbeiten im Kabelwerk sorgfältig errechnet und in Probelängen überprüft.

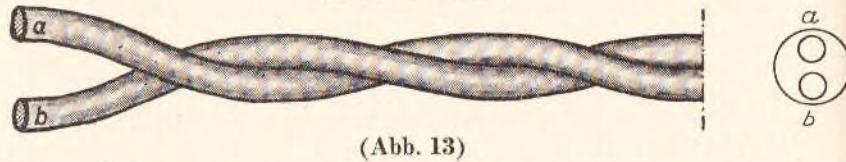
Es leuchtet ein, daß die Leiter durch den Drall stets länger sind als es der reinen fertigen Kabellänge entspricht. Die Deutsche Bundespost (DBP) hat den Firmen für das Verhältnis zwischen der Länge des Einzelleiters und der Länge des Kabels einen bestimmten Wert vorgeschrieben, der im allgemeinen nicht überschritten werden darf. **Er beträgt 1,02 bis 1,04 und heißt Verseilungsfaktor.**

Folgende Adernverseilungen unterscheiden wir:

- die Paarverseilung,
- die Sternverseilung (St-Verseilung) und
- die Diselhorst-Martin-Verseilung (DM-Verseilung).

Heute werden nur noch Rundfunkkabel und LPMh-Kabel in Paarverseilung (s. Abb. 13) hergestellt. Dabei werden zwei isolierte Adern miteinander zu einem Adernpaar verseilt. Die Isolierhüllen der Einzelader sind farbig unterschieden.

Paarverseilung



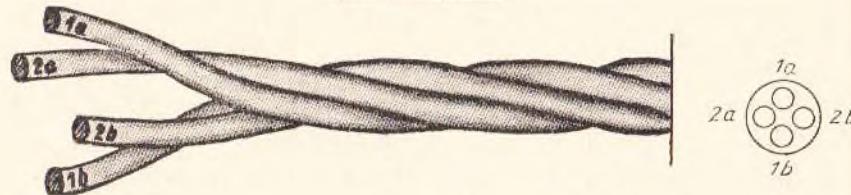
(Abb. 13)

Werden vier Adern miteinander verseilt, so entsteht die Viererverseilung; hierbei müssen wir zwischen der St-Verseilung und der DM-Verseilung unterscheiden.

Bei einem Sternviererseil (s. Abb. 14) haben vier Adern an jeder Stelle des Seils die gleiche Lage zueinander; sie sind im Querschnitt quadratisch angeordnet und miteinander verseilt. Die zugehörigen Adern liegen sich also ständig diagonal gegenüber.

Bei der DM-Verseilung (s. Abb. 15) sind zwei zusammengehörige Adern zunächst – wie bei der Paarverseilung – zu einem Paar verseilt. Je zwei Paare werden dann wieder miteinander, aber mit größerer Schlaglänge

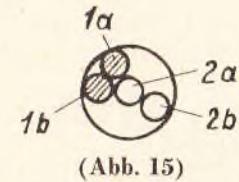
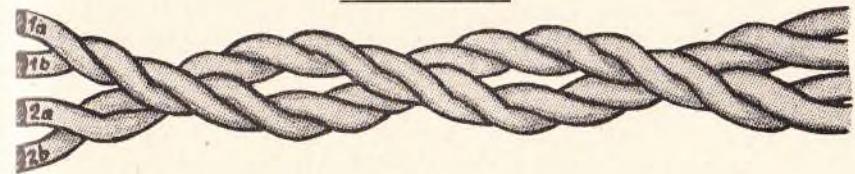
Sternverseilung



(Abb. 14)

verseilt. Hierdurch wird erreicht, daß die vier Adern im Seilquerschnitt an jeder Stelle des Seils eine andere Lage zueinander haben.

DM-Verseilung



(Abb. 15)

Die Sternvierer beanspruchen infolge ihrer Verseilungsart weniger Raum als die DM-Vierer; hier lassen sich also bei gleichem Querschnitt der Kabelseele mehr Doppelladern unterbringen.

Zur besseren Ausnutzung der Kabel bildet man im Fernnetz mit Hilfe von Übertragern aus je zwei Stammlleitungen einen dritten Stromkreis, die sogenannte Phantomleitung oder Viererleitung. Die DM-verseilten Kabel eignen sich im Vergleich zum sternverseilten Kabel besser für Viererleitungen, da die Betriebskapazität der Viererleitung beim DM-verseilten Kabel kleiner ist als beim sternverseilten Kabel. DM-verseilte Kabel legen wir in der Regel daher immer dann aus, wenn Phantomleitungskreise geschaltet werden sollen.

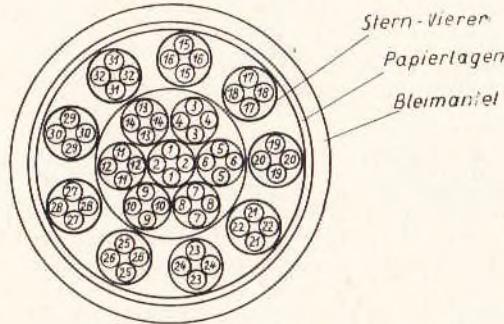
Die Paare und Viererseile sind in Lagen zusammengefaßt, wobei die einzelnen Lagen durch Papierbänder voneinander getrennt sind. Die Kabelseele ist mit Nesselband oder mit zwei oder drei Lagen Papier umwickelt und dann mit der Schutzbekleidung umgeben. Um später auch bei bereits in Betrieb befindlichen Kabeln die Herstellerfirma feststellen zu können (was bei der Feststellung von irgendwelchen Schäden bedeutsam werden kann), wird unter die Papierbewicklung ein Firmenkennfaden des betreffenden Kabelwerkes eingelegt. An der Farbe des Kennfadens kann das Kabelwerk jederzeit festgestellt werden.

4. Die Zählweise und Adernkennzeichnung

Die einzelnen Kabellängen können nur dann störungsfrei miteinander verbunden werden, wenn eine bestimmte Zählweise und Adernkennzeichnung festgelegt ist. Die Bestimmung der einzelnen Adern muß nicht nur am Anfang und Ende einer Kabellänge, sondern auch an jeder anderen Stelle des Kabels möglich sein, damit im Störfall das Kabel geschnitten werden und der Kabellötter die richtige Ader herausfinden kann.

Bei Orts-, Bezirks- und Fernkabeln werden die Doppeladern stets von der innersten Lage beginnend durch alle Lagen fortlaufend von innen nach außen gezählt. Um die Zählung zu erleichtern, ist in jeder Lage ein Vierer-seil oder ein Paar – Zählvierer oder Zählpaar genannt – durch eine auffal-

Querschnitt eines Kabels mit symmetrischem Aufbau



(Abb. 16)

lende Farbe gekennzeichnet. Der Zählvierer oder das Zählpaar haben im Bezirks- und Fernkabel daneben noch einen **Richtungsvierer**, wenn das Kabel in seinen Lagen unsymmetrisch aufgebaut ist. Dieser Richtungsvierer ist durch eine Wendel in grüner Farbe gekennzeichnet.

Mit dem Zählvierer beginnt man zu zählen, und zwar bei Anschlußkabeln von der OVSt aus gesehen in jeder Adernlage rechts herum, also im Sinne der Uhrzeigerdrehung. Schaut man in die entgegengesetzte Richtung – also zur OVSt hin – muß natürlich links herum gezählt werden.

Bei Ortsverbindungs-, Bezirks- und Fernkabeln, die symmetrisch aufgebaut sind (siehe Abb. 16) wird die Ausgangsvermittlung dem Kabellöter besonders gesagt. In der Regel ist es die größere von beiden und bei gleichwertigen Vermittlungen die im Alphabet voranstehende. Im Laufe der Jahre wurden verschiedene Kabeltypen entwickelt, wobei auch die Kennzeichnung der Zählvierer und Zählpaare mehrfach geändert worden ist.

Wir haben daher der besseren Übersichtlichkeit halber eine Übersicht aufgestellt (vgl. hierzu die Seiten 27 und 28) und darin die Kennzeichnung der Adern und Zählvierer der Kabel entsprechend der Entwicklung der Kabeltypen angegeben.

Übersicht über Anschlußkabel

	Paarverseilte Kabel vor 1911 hergestellt	Paarverseilte Kabel von 1911 bis 1924 hergestellt	Paarverseilte Kabel von 1924 bis 1927 hergestellt	Sternverseilte Kabel von 1927 bis 1930 hergestellt	Sternverseilte Kabel nach 1930 hergestellt
a-Adern 1. Paar b-Adern	weiß (Kupferleiter verzinkt) weiß (Kupferleiter unverzinkt)	rot weiß	weiß (naturfarben) blau	weiß (naturfarben) blau	naturfarben naturfarben mit einem blauen oder schwarzen Querstreifen in 16 mm Abstand
a-Adern 2. Paar b-Adern				weiß (naturfarben) mit schwarzem Querstreifen blau mit schwarzem Querstreifen	naturfarben mit zweifachem blauem oder schwarzem Querstreifen in 30 mm Abstand naturfarben mit zweifachem blauem oder schwarzem Querstreifen in 13 mm Abstand
a-Adern Zählpaar b-Adern	rot (Kupferleiter verzinkt) rot (Kupferleiter unverzinkt)	blau weiß	weiß (naturfarben) rot		
Zählvierer					rote Grundfarbe der a-Adern des 1. Paares rote Grundfarbe der b-Adern

Die papierisolierten Adern der Anschluß- und Ortsverbindungskabel sind je Stern-Viererseil seit 1930 (s. Übersicht) wie folgt gekennzeichnet:

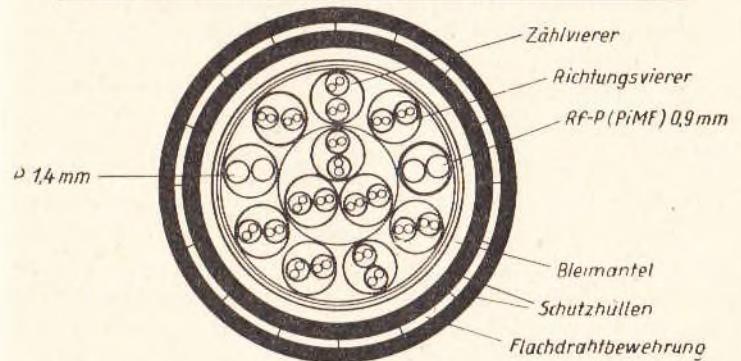
- Stamm 1 a-Ader: ohne Aufdruck\*
- b-Ader: Einfach-Querstreifen in 16 mm Abstand
- Stamm 2 a-Ader: Doppel-Querstreifen in 30 mm Abstand
- b-Ader: Doppel-Querstreifen in 13 mm Abstand
- Alle Querstreifen sind blau oder schwarz.
- \* Das Zähl-VS jeder Lage ist rot gefärbt.

Die **Verseilschlaglängen** dieser Kabel in St III-Verseilung sind **unterschiedlich groß**. Die Schlaglänge der geraden (2., 4., 6. usw.) und ungeraden (1., 3., 5. usw.) Viererseile ist aus Übertragungstechnischen Gründen nicht gleich lang. Da bisher alle Viererseile – ausgenommen Zählvierer – die gleiche Farbkennzeichnung hatten, konnte es den Herstellerfirmen passieren, daß irrtümlich Viererseile gleicher Schlaglänge nebeneinander lagen. Um künftig Fehler dieser Art zu vermeiden, ist nunmehr den Kabelwerken zugestanden worden, daß

- a) jedes 2., 4., 6. usw. Stern-VS jeder Lage auf der **1b-Ader blaue Querstreifen** haben darf, wenn die **übrigen Adern dieses VS und die Adern des benachbarten Stern-VS schwarze Querstreifen** haben, oder
- b) umgekehrt, d.h. jedes 2., 4., 6. usw. Stern-VS jeder Lage auf der **1b-Ader schwarze Querstreifen** haben darf, wenn die **übrigen Adern dieses VS und die Adern des benachbarten Stern-VS blaue Querstreifen** haben.

Die Kabelwerke müssen also von dieser Änderung keinen Gebrauch machen, sie können auch wie bisher die Adern 1b, 2a und 2b aller Stern-VS einheitlich mit blauen **oder** schwarzen Querstreifen versehen.

**Querschnitt eines Kabels mit unsymmetrischem Aufbau**



(Abb. 17)

**Übersicht über Fk, Bzk und OVk**

		Bis 1924 hergestellt	Von 1924 bis 1930 hergestellt	Ab 1930 hergestellt
Zählvierer	1. Paar (Stamm 1)	a-Ader rot b-Ader weiß (grau)	weiß (naturfarben) rot	naturfarben mit 2 bis 3 mm breiten weißen oder gelben Längsstreifen naturfarben mit roten Längsstreifen
	2. Paar (Stamm 2)	a-Ader blau b-Ader weiß (grau)	grün blau	naturfarben mit grünen Längsstreifen naturfarben mit blauen Längsstreifen
	Richtungsvierer (nur bei Kabeln mit unsymmetrischem Aufbau)	blaue Papierband- wendel	blaue Papierband- oder Fadenwendel	Bei DM-Verseilung: Blaue Papierband- oder Fadenwendel Bei Sternverseilung: Rote Papierband- oder Fadenwendel  Ob DM- oder Sternverseilung: Grüne Papierband- oder Fadenwendel

Unsymmetrisch aufgebaute Kabel (siehe Abb. 17) müssen vom Zählvierer in Richtung des Richtungsvierers gezählt werden. Sie sind äußerlich erkennbar durch Bezeichnung der einzelnen Längen mit A und E. Es muß daher beim Auslegen dieser Kabel besonders darauf geachtet werden, daß die Teillängen richtig ausgelegt werden, da sonst die Adernfolge beim Spleißen zweier Enden nicht eingehalten werden kann (siehe Abb. 18)

**Auslegen eines unsymmetrischen Kabels**



(Abb. 18)

**5. Die Schutzbekleidung der Kabel**

Die Verlegungsart der Kabel bestimmt ihre **Schutzbekleidung**, die, wie bereits erwähnt, aus dem **Kabelmantel** und darüber der **inneren Schutzhülle**, evtl. der **Bewehrung** und der **äußeren Schutzhülle** gebildet wird. Diese Schutzbekleidung ist nicht immer gleich aufgebaut; wir unterscheiden daher

- Röhrenkabel,
- bewehrtes Röhrenkabel,
- Erdkabel,
- Flußkabel,
- Brückenkabel und
- Luftkabel.

In der Kabeltechnik sind für die Schutzbekleidung der oben genannten Kabeltypen verschiedene Materialien verwandt worden. Wir haben sie in der folgenden Übersicht unter Angabe der Kurzzeichen zusammengestellt.

**Die unbewehrten Röhrenkabel und bewehrten Röhrenkabel werden in Kabelkanalanlagen eingezogen.** Röhrenkabel sind im allgemeinen nur dann mit Bewehrung versehen, wenn gleichzeitig Fernmelde-Leitungs-kreise mit Fernspeisung für Verstärkereinrichtungen unbemannter Verstärkerämter mit höheren Spannungen betrieben werden. Diese Kabel sind durch Blitzpfeile (Kennzeichen für Hochspannung) auf dem Umfang des Bleimantels besonders gekennzeichnet. Daneben sind Brückenkabel oder induktionsschutzbewehrte Röhrenkabel in besonderen Fällen mit einer Rund- oder Flachdrahtbewehrung versehen.

**Die Bewehrung (siehe Abb. 19) dient dem mechanischen Schutz der Kabel.** Sie besteht aus schraubenlinig um das Kabel gelegten **Drähten** (Runddraht oder Flachdraht) oder **Bändern aus Stahl**. Bei hohen mechanischen Anforderungen (See- oder Flußkabel) wird sehr oft eine doppelte Lage Bewehrungsdrähte aufgebracht.

**Kabelauführungen**

Kurzzeichen bei Orts- und Bezirkskabeln	Kabelauführung
<b>Röhrenkabel (unbewehrt)</b>	
PM PMz	mit <b>Bleimantel</b> ohne Schutzhülle ohne Schutzhülle, mit Erhärtungszusatz
PWE2Y PWE2Yv	mit <b>Stahlwellmantel</b> und Kunststoff-Außenhülle, auch als Erdkabel und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel
PLEY PLE2Y PLEYv PLE2Yv	mit <b>glattem Aluminiummantel</b> und Kunststoff-Außenhülle, auch als Erdkabel und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel
PLDEY PLDE2Y PLDEYv PLDE2Yv	mit <b>Aluminiummantel mit Dehnungselementen</b> und Kunststoff-Außenhülle, auch als Erdkabel und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel
<b>Bewehrtes Röhrenkabel</b>	
PMB	mit <b>Bleimantel</b> innerer Schutzhülle und Bewehrung
<b>Erdkabel</b>	
PMbc	mit <b>Bleimantel</b> innerer Schutzhülle, Bewehrung und äußerer Schutzhülle
PWE2Y	mit <b>Stahlwellmantel</b> und Kunststoff-Außenhülle, auch als Röhrenkabel
PLEY PLE2Y	mit <b>glattem Aluminiummantel</b> und Kunststoff-Außenhülle, auch als Röhrenkabel
PLDEY PLDE2Y	mit <b>Aluminiummantel mit Dehnungselementen</b> und Kunststoff-Außenhülle, auch als Röhrenkabel

Kurzzeichen bei Orts- und Bezirkskabeln	Kabelauführung
	<b>Flußkabel</b>
	Diese Kabel dienen auch zum Einzug in längere PE-Rohre für Flußkreuzungen und als Brückenkabel
<b>PWE2Yvb</b>	mit <b>Stahlwellmantel</b> und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, Schutzschicht und Bewehrung (ggf. mit Überzug aus Bitumenlack)
	mit <b>Aluminiummantel</b>
<b>PLEYvb</b> <b>PLE2Yvb</b> <b>PLDEYvb</b> <b>PLDE2Yvb</b>	und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, Schutzschicht und Bewehrung (ggf. mit Überzug aus Bitumenlack)
	<b>Luftkabel*</b>
	* Die Luftkabel sind im Band C 2 des „Handbuchs für den Fernmeldehandwerker der DBP“ näher beschrieben worden.

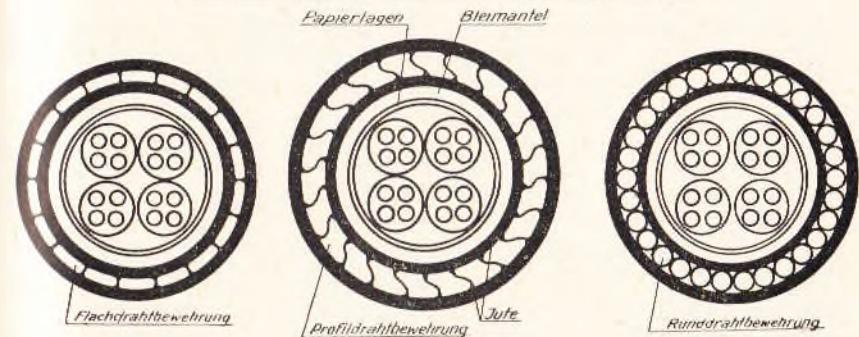
Die einzelnen Buchstaben innerhalb der Kurzzeichen bedürfen noch einer näheren Erläuterung:

- P** = trockene Papierisolierung,
- M** = Bleimantel,
- W** = Stahlwellmantel,
- L** = glatter Aluminiummantel (L = Leichtmetall),
- LD** = Balgen-Aluminiummantel mit Dehnungselement,
- E** = Korrosionsschutz unter der PVC- bzw. PE-Schutzhülle
- Y** = Kunststoff-Außenhülle (PVC),
- 2Y** = Kunststoff-Außenhülle (PE),
- Yv** = verstärkte Kunststoff-Außenhülle,
- b** = Bewehrung,
- c** = Compoundierung,
- z** = Erhärtungszusatz und
- h** = hohe Durchschlagsfestigkeit.

Die DBP beschafft nur noch **Stahlwellmantel mit einer Polyäthylen-Schutzhülle (PE)**. Kabel mit **Aluminiummantel** können dagegen entweder eine Schutzhülle aus **Polyvinylchlorid (PVC)** oder aus **Polyäthylen (PE)** erhalten.

Die **Compoundierungsschicht (c)** dient auch dem Schutz der Kabel und ist eine **äußere Schutzhülle**. Sie besteht aus einer zähflüssigen Masse (70% Pech und 30% Teer), darüber folgen eine vorgetränkte Juteschicht, dann wieder die gleiche Masse und zum Abschluß ein nichtklebender Überzug aus Talkum.

**Fernsprechkabel mit verschiedener Bewehrung**



(Abb. 19)

**Erdkabel** werden auf öffentlichen Wegen und auf Privatgrund im Erdreich in steinfreiem Boden verlegt und, falls erforderlich, durch Kabelschutzhäuben oder Abdecksteine vor Beschädigung geschützt. Die Schutzbekleidung der Kabel ist in der Übersicht auf Seite 31 angegeben.

Für Brückenkabel wurden **Bleimantelkabel** mit einem **Erhärtungszusatz (z)** verwendet. Neuerdings benutzt man als Brückenkabel besonders Kabel mit **Aluminiummantel** oder **Stahlwellmantel** mit verstärkter Kunststoff-Außenhülle, da diese gegenüber dem Bleimantel eine größere Festigkeit bei Schwingungsbeanspruchung haben.

Es muß damit gerechnet werden, daß Kabel mit einer Schutzbekleidung aus **Stahl** oder **Aluminium** und **Kunststoff-Außenhülle** immer mehr in unseren Fernmelde-netzen eingesetzt werden. Dies ist darauf zurückzuführen, daß sie gegenüber dem **Bleimantelkabel** ein viel geringeres Gewicht haben und ohne Bewehrungsschutz auch als **Erdkabel** ausgelegt werden können; hinzu kommt weiter ihre große Preisgünstigkeit.

**III. Die lack- und kunststoffisolierten Kabel**

Bisher haben wir nur die papierisolierten Kabel besprochen. Daneben gibt es als **Aufteilungskabel** **lackpapierisolierte Kabel** oder neuerdings **kunststoffisolierte Kabel** und für den Weitverkehr **kunststoffisolierte Trägerfrequenz-Kabel**.

## 1. Die Aufteilungskabel

Die Kupferader des lackpapierisolierten Aufteilungskabels hat einen Durchmesser von 0,6 mm und ist zwecks besserer Isolierung zunächst mit einer dünnen Lackschicht überzogen und dann mit zwei Lagen Papierisolation umwickelt. Die Adern sind paarverseilt. Die Kabelseele wird durch einen Bleimantel geschützt. Sie werden zur Aufteilung der Anschluß- und Ortsverbindungskabel zwischen der Aufteilungsmuffe und dem Hauptverteiler verlegt. Es gibt 100-, 150-, 200- und 300adrige LPM-Kabel. Sie haben eine vereinfachte Adern-Farbkennzeichnung, alle a-Adern sind weiß, alle b-Adern sind blau und im Zählpaar jeder Lage ist die b-Ader rot. Die Zählweise ist die gleiche wie bei den übrigen Ortskabeln. Jetzt wird dieses Kabel nur noch als Aufteilungskabel mit erhöhter Durchschlagsfestigkeit (LPMh-Kabel) geliefert, und zwar auch nur dann noch, wenn diese Aufteilungskabel ausgewechselt werden müssen. Der Buchstabe h in der Kabelkurzbezeichnung weist auf die erhöhte Durchschlagsfestigkeit besonders hin.

Das Aufteilungskabel mit Kunststoffisolierung (PVC-Isolierung) und Kunststoffmantel (PVC-Mantel) – das sogenannte Kunststoff-Aufteilungs-ortskabel (AtOk), das aus arbeitstechnischen Gründen nur noch verwendet werden soll, ist im Gegensatz zum LPM-Kabel nicht paarverseilt, sondern sternverseilt. Der Aderndurchmesser beträgt auch 0,6 mm. Sie werden zu 50 DA, 100 DA oder 150 DA hergestellt. Die Adernkennzeichnung unterscheidet sich nur unwesentlich von der Kennzeichnung der übrigen sternverseilten Anschlußkabel. Die Adern haben aufgedruckte blaue Ringe, die a-Ader vom Stamm 1 ist ohne Aufdruck. Die Grundfarbe der Adern der Zählviererseile ist rot, die Grundfarbe der übrigen ist einheitlich weiß.

## 2. Die Trägerfrequenz-Kabel

Wir haben bei unseren Betrachtungen bisher stillschweigend vorausgesetzt, daß auf einer Doppelader zur gleichen Zeit nur ein Gespräch abgewickelt wird. Die Entwicklung des Fernmeldewesens, insbesondere die Zunahme der Ferngespräche, machte es jedoch erforderlich, nach Mitteln und Wegen zu suchen, um die Fernleitungen neben der Schaltung von Phantomkreisen mehrfach auszunutzen, d. h. mehrere Gespräche zur gleichen Zeit auf einer Doppelader abwickeln zu können. Man mußte also versuchen, das für die einwandfreie Wiedergabe auf Leitungen notwendige Frequenzband von 300 bis 3400 Hz zur gleichen Zeit mehrfach zu übertragen. Dieser Wunsch war der Grundgedanke der Trägerfrequenztechnik und der Trägerfrequenzkabel. Daneben entstand Mitte der dreißiger Jahre die Forderung, geeignete Leitungen für die Übertragung von Fernsehdarbietungen in einer Frequenzbreite von 2 MHz (2000000 Hz) – heute 5 MHz – zu schaffen.

Zweckmäßig wurde für beide Aufgaben ein gemeinsames Kabel entwickelt. Dieses Vorhaben stellte an die Kabeltechnik sehr hohe Anforderungen

in bezug auf Genauigkeit in der Fertigung der Kabel wie in der Suche nach geeigneten Materialien, denn die bisher verwandten Werkstoffe genügten zum Teil den technischen Ansprüchen nicht mehr.

Das nach 1930 ausgelegte Fernkabelnetz konnte zunächst zum überwiegenden Teil nach einer technischen Umstellung für die Trägerfrequenztechnik bis zu 60 Gesprächen und einer Frequenz von 252 kHz je Doppelader ausgenutzt werden. Darüber hinaus eignen sich papierisolierte Kabeladern aus verschiedenen elektrophysikalischen Gründen, die hier nicht näher erläutert werden sollen, nicht. Erst die bereits im Kriege erprobte Styroflexisolierung (Kunststoffisolierung) der Adern ermöglichte die Ausnutzung der Fernkabeladern bis zu 120 Gesprächen und 552 kHz je Doppelleitung.

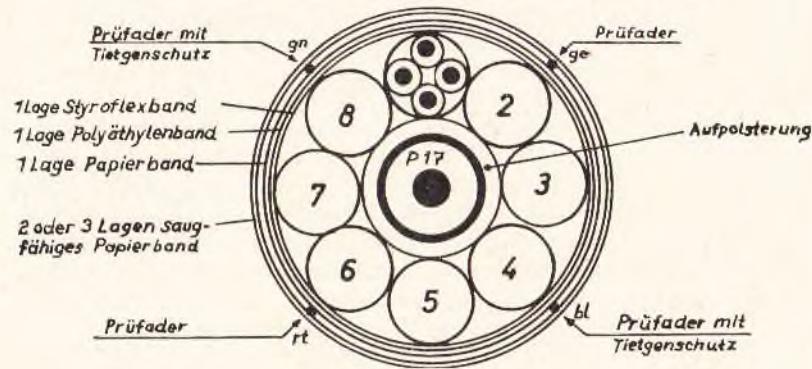
Für die geforderte Übertragung von Frequenzen für Fernsehdarbietungen wurde die sogenannte Breitbandleitung geschaffen. Die erste Form der Breitbandleitung war ein konzentriertes Leitersystem, auch Koaxialpaar genannt, bestehend aus einem 5 mm starken Mittelleiter (Hinleiter) aus Kupfer und einem besonders geformten Kupferrohr mit einem Innendurchmesser von 18 mm als Rückleiter, die durch Luft voneinander isoliert waren (ähnlich dem Koaxialpaar in Abb. 20). Für die Abstützung des Mittelleiters gegen den Rückleiter wurden neue Isolierstoffe aus Kunststoff (Styroflex und Frequenta) gefunden. Entweder wurde Styroflex in Form von Kordeln und Bändern benutzt, die wendelförmig um den Mittelleiter lagen, oder es wurden 5 mm dicke Scheiben aus Frequenta im Abstand von 60 mm auf den Mittelleiter geschoben. Über diesen Breitbandkern (Breitbandleitung) sind als sogenannter Beipack, wie aus Abb. 20 ersichtlich, zunächst noch papierisolierte, später jedoch styroflexisolierte Stern- oder DM-verseilte Fernkabeladern gelegt worden.

In der weiteren Entwicklung wurde das Trägerfrequenz-Fernkabel der Form 17a geschaffen, das seit dem Jahre 1953 für das TF-Fernverkehrsnetz der Bundesrepublik, der sogenannten großen Kabel-Acht, auf einer Länge von über 3000 km zweigleisig ausgelegt wurde. Unter zweigleisig ist nichts anderes zu verstehen, als daß zwei gleiche Kabel nebeneinander gelegt, wobei die Adern des einen Kabels für eine Gesprächsrichtung und die des anderen Kabels für die andere Gesprächsrichtung ausgenutzt werden. Der Grund für diese Art der Auslegung hängt mit der Nebensprechdämpfung zusammen; er soll hier nicht näher erörtert werden.

Wir wollen uns den Aufbau und die Verwendungsmöglichkeiten dieses Kabels näher ansehen, da es für unser Fernkabelnetz von großer Bedeutung geworden ist. In der Abb. 20 ist der Kabelquerschnitt schematisch dargestellt.

Der Mittelleiter des Koaxialpaares hat einen Durchmesser von 2,6 mm und der Rückleiter einen Innendurchmesser von 9,5 mm. Der Beipack besteht aus 8 Trägerfrequenz-Stern-Viererseilen (TF-Stern-VS) mit 1,3 mm

### Querschnitt des Trägerfrequenzkabels der Form 17a



(Abb. 20)

starken, styroflexisolierten Kupferadern. Darüber sind auf dem Umfang 4 Prüfader mit einem Durchmesser von 0,5 mm gleichmäßig verteilt aufgebracht. Das Kabel ist äußerlich durch Blitz-Pfeile, die in dem Bleimantel eingepreßt sind, gekennzeichnet.

Das bewehrte Röhrenkabel hat in der Bewehrung einen roten kunststoffisolierten Stahldraht, und das Erdkabel über der äußeren Schutzhülle als Gegenwendel einen roten kunststoffisolierten Stahldraht als Kennzeichnung erhalten. Diese auffällige Kennzeichnung wurde notwendig, weil der Koaxialkern für die Fernspeisung (750 Volt gegen Ende bzw. 1500 Volt der beiden Kabel gegeneinander) der unbemannten TF-Zwischenverstärkerämter mit ausgenutzt werden soll und daher den Starkstromschutzvorschriften unterliegt.

Bei der Entwicklung dieser Form fand der Wunsch Berücksichtigung, gegebenenfalls auch über den Kabelweg ein Fernsehprogramm übertragen zu können. Hierfür dient das koaxiale Paar im Kern des Kabels. Wird dieses Paar nicht für das Fernsehen ausgenutzt, so können darauf 1200 Sprechkanäle eingerichtet werden. Die 8-Stern-Viererseile haben einen ausnutzbaren Frequenzbereich von 12 bis 552 kHz, das sind 120 Sprechkanäle (120 Gespräche) je Doppelader. Insgesamt können somit ein Fernsehprogramm und  $16 \times 120 = 1920$  Gespräche oder  $1200 + 1920 = 3120$  Gespräche, falls das koaxiale Paar nicht für Fernsehzwecke geschaltet wird, zur gleichen Zeit abgewickelt werden.

Um Kabelfehler bei diesem hochwertigen Kabel rechtzeitig erkennen und die Lage des Fehlers eingrenzen zu können, ist es dauernd mit Druckgas gefüllt. Die vier Prüfader über dem Beipack dienen dem eingebauten Kontrollsystem der Druckgas-Prüfeinrichtung dabei zur Signalübermittlung.

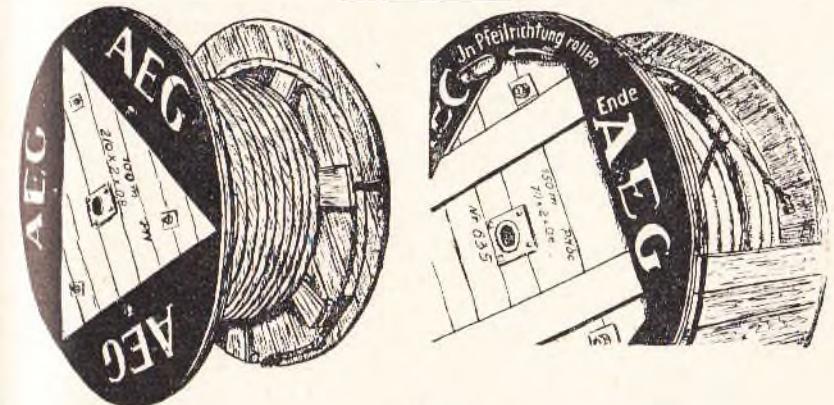
### IV. Verpackung der Kabel

Für den Versand der Kabel werden meist hölzerne Trommeln verschiedener Größe benutzt. Der Scheibendurchmesser dieser Trommeln liegt zwischen 0,5 und 3 m. Der Kerndurchmesser der Kabeltrommel muß mindestens das 20fache des Kabeldurchmessers betragen, das verpackt werden soll. Bei normaler Verpackung liegt der Anfang des auf die Trommel gewickelten Kabels innen und ist daher nicht zugänglich. Ist es aber, z. B. für Meßzwecke, notwendig, daß der Anfang greifbar ist, so wird er bei dicken Kabeln, die einen Durchmesser von mehr als 50 mm haben, oder bei Kabeln, die mit Druckluft gefüllt sind, auf der Innenseite der einen Trommel bis an den Rand herausgeführt. Dadurch geht zwar etwas Wickelraum auf der Trommel verloren, der Anfang bleibt aber zugänglich. Das Kabelende wird so festgebunden, daß sich die Wicklung beim Versand nicht lockern kann.

Bei Kabeln mit kleinerem Durchmesser wird der Anfang des Kabels durch eine Öffnung der Trommelscheibe nach außen gezogen und so befestigt, daß er noch im Schutz des Scheibenrandes liegt.

Die Kabeltrommel wird zum Schutz des Kabels mit Brettern verschalt, die auf die Trommelscheibe genagelt und mit Bandeisen festgehalten werden. Damit ohne Lösen der Verschalung schon von außen zu sehen ist, welche Kabeltypen und Kabellängen aufgetrommelt sind, wird jede Kabeltrommel mit Farbe beanschriftet. Diese Aufschrift enthält Angaben über die Fabrikationslänge und die Anzahl der Doppeladern des Kabels. Parallel zum Trommelrand ist an einer Stelle der Scheibe ein Pfeil gezeichnet, der entgegen der Abwickelrichtung des Kabels zeigt und mit der Bezeichnung „In Pfeilrichtung rollen“ versehen ist.

### Kabeltrommeln



(Abb. 21)

Die **Röhren-, Brücken- und Flußkabel** mit einem Seelendurchmesser von 15 mm und darüber, werden mit einer trockenen Druckluftfüllung von etwa 0,5 atü versandt. Diese Füllung ermöglicht es, den Kabelmantel vom Kabelwerk bis zum Spleißvorgang jederzeit auf Dichtigkeit nachprüfen zu können. Diese Kabel erhalten als Kabelabschluß eine Kappe, die mit einem Druckluftventil ausgerüstet ist. Das Ventil befindet sich am Anfang des aufgetrommelten Kabels, ist aber an einer Innenseite der Trommelscheibe so befestigt, daß es nach dem Abnehmen eines Schalbretts erreichbar ist. Die Stelle, an der sich im Innern der Trommel das Ventil befindet, ist an der entsprechenden Außenwand mit einem „V“ in greller Farbe gekennzeichnet. Zum Prüfen der Druckluftfüllung dient ein gewöhnliches Reifendruckmeßgerät (Handmanometer).

Muß nur ein kurzes Kabelstück verschickt werden, so kann es auch ohne Trommel lose als Ring versandt werden. Der Krümmungsradius darf dabei, um ein Brechen zu vermeiden, je nach der Dicke des Kabels ein bestimmtes Maß nicht unterschreiten. Lose verschickte Kabel mit blankem Bleimantel müssen mit Papier oder Ölleinen bewickelt werden; bewehrte Kabel mit Stroh oder Leinwand. Beim Verladen dürfen diese Ringe nie an Haken oder Ketten aufgehängt werden, sondern nur an Gurten.

## V. Fragen zum Abschnitt B.

1. Welche Kabelgruppen unterscheiden wir ganz allgemein in bezug auf das Netz der Landesfernwahl? 2. Aus welchen drei Teilen besteht ein Fernmeldekabel? 3. Was versteht man unter Kabelseele? 4. Woraus besteht die Isolierung der Kupferader der Fernmeldekabel? 5. Welche Verseilarten kennen Sie? 6. Wie sind die Adern bei den 3 Verseilarten geordnet? 7. Woran kann man bei Betrachtung der Kabelseele erkennen, welches Kabelwerk das Kabel hergestellt hat? 8. Wie ist die Zählweise der Ortskabel geregelt? 9. Wie sind die Adern eines Viererseils in einem PM-Kabel gekennzeichnet? 10. Welcher Richtungssinn ist beim Auszählen der Adern zu beachten? 11. Welcher Unterschied besteht zwischen symmetrisch und unsymmetrisch aufgebauten Kabeln? 12. Welche Bedeutung hat die Abkürzung PMbe bei einem Fernsprechkabel? 13. Wie sind die Adern der Trägerfrequenzkabel isoliert? 14. Wie groß muß mindestens der Kerndurchmesser einer Kabeltrommel in bezug auf das aufzutrommelnde Kabel sein? 15. Welche Bedeutung hat die Bezeichnung „V“ auf der Außenwand der Trommelscheibe und welche Angaben finden wir außerdem auf dieser Trommelscheibe?

## C. Aufgaben der Bauteile im Anschlußnetz

In diesem Abschnitt soll der **Verwendungszweck der Bauteile im Anschlußnetz** beschrieben werden; sie wurden bereits unter A. III., Planung eines Ortsnetzes“ im einzelnen genannt. **Ihr Aufbau wird im Abschnitt D. dieses Bandes noch besonders behandelt werden.**

### I. Die Vermittlungseinrichtung

Bei der Vermittlungseinrichtung handelt es sich entweder um eine **handbediente Vermittlung** oder um eine **Wählvermittlung**. Sie hat die Aufgabe, die gewünschten Fernsprechverbindungen der Fernsprechteilnehmer gegenseitig zu vermitteln. Der technische Vorgang der Vermittlung wird im Band C 5 „**Grundzüge der Wählvermittlungstechnik**“ des „Handbuchs für den Fernmeldehandwerker der DBP“ behandelt.

### II. Der Hauptverteiler

Der **Hauptverteiler** (siehe Abb. 24, 25 und 25a auf Seite 45, 46 und 47) ist ein Teil der **OVSt** und dazu bestimmt, die **Anschlußleitungen und Ortsverbindungsleitungen aufzunehmen und mit den Technischen Einrichtungen (Vermittlungseinrichtungen) zu verbinden**. Er ist also **Schaltzentrum** für alle Anschlußleitungen, Ortsverbindungsleitungen und sonstigen Leitungen (z. B. Nebenanschlußleitungen, Mietleitungen usw.).

Der **Hauptverteiler hat eine senkrechte und eine waagerechte Seite**. Auf der **senkrechten Seite** werden die **Anschlußleitungen und Ortsverbindungsleitungen mit Trennleisten** (siehe Abb. 27a und 28 auf Seite 50) oder **Sicherungsleisten** (siehe Abb. 26 auf Seite 49) **abgeschlossen**. Auf der **waagerechten Seite** enden die Leitungen zu den **Technischen Einrichtungen auf Schaltstreifen oder Lötösenstreifen**. Die **Trennleisten** oder **Sicherungsleisten** der **senkrechten Seite** und die **Schaltstreifen** oder **Lötösenstreifen** der **waagerechten Seite** werden mit **Schaltdraht** verbunden.

**An der senkrechten Seite des HVt beginnt der Wirkungsbereich des Fernmeldebaudienstes und endet** – wie schematisch in der Abb. 2 dargestellt – **bei der Sprechstelle**.

### III. Die Aufteilungskabel und Aufteilungsmuffen

Von den **Trennleisten** oder **Sicherungsleisten** des Hauptverteilers **führen die Aufteilungskabel zu den Aufteilungsmuffen im Kabelaufteilungsraum** (siehe Abb. 22 und 23).

Die **Aufteilungskabel** sind gegenüber den Hauptkabeln **niederpaarig**, da sie auf einem **Kabelrost**, der unter Umständen in vielen Windungen im

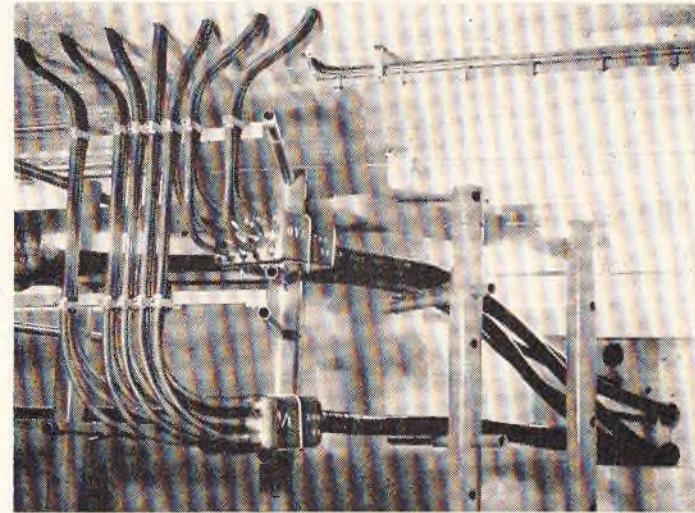
Gebäude der OVSt verläuft, verlegt werden müssen. Sie werden in den genormten Aufteilungsmuffen zusammengefaßt und in dieser mit dem hochpaarigen Hauptkabel (früher Amtskabel) verspleißt. **Die Aufteilungsmuffen sind an Muffengestellen im Kabelaufteilungsraum befestigt.**

#### Senkrechte Anordnung der Aufteilungsmuffen im Kabelaufteilungsraum



(Abb. 22)

#### Waagerechte Anordnung der Aufteilungsmuffen im Kabelaufteilungsraum



(Abb. 23)

### IV. Die Verzweigungseinrichtungen

Als Verzweigungseinrichtungen sind Linien- und Kabelverzweiger zu nennen. Es sind Schalteinrichtungen außerhalb der OVSt; sie befinden sich im Anschlußnetz.

Der Linienverzweiger (LVz; siehe Abb. 30, Seite 54) steht am Anfang seines Versorgungsbereichs und nimmt das von der OVSt kommende hochpaarige Hauptkabel (früher Amtskabel) auf. Von ihm führen mehrere niederpaarige Hauptkabel (früher Netzkabel) in die verschiedenen Richtungen seines Versorgungsbereichs zu den Kabelverzweigern.

Unter dem LVz befindet sich in der Regel der LVz-Schacht. In ihm werden ähnlich wie im Kabelaufteilungsraum der OVSt, die ankommenden und abgehenden Hauptkabel hineingeführt und aufgeteilt. Aufteilungsmuffen, die im LVz-Schacht am Muffengestell befestigt sind, nehmen die ankommenden oder abgehenden Hauptkabel von der einen Seite und die niederpaarigen Aufteilungskabel von der anderen Seite auf. Beide Kabelarten sind in der Aufteilungsmuffe miteinander verspleißt. Die Aufteilungskabel führen weiter zu den Endverschlüssen (siehe Abb. 29 und 29a Seite 51 und 53) im Gehäuse des LVz. Die Endverschlüsse der ankommenden Hauptkabel sind im LVz im allgemeinen in der unteren Reihe und die abgehenden Hauptkabel in der oberen Reihe ringförmig angebracht. Die Endver-

schlüsse der noch im LVz eingeführten Quer- und Verzweigungskabel sind neben den Endverschlüssen der ankommenden Hauptkabel angeordnet (siehe Abb. 31 Seite 56). Die Verbindungen der ankommenden und abgehenden Kabel werden über ihre Endverschlüsse mit Schaltdrähten ausgeführt.

**Es gibt zur Zeit LVz mit einem Fassungsvermögen von insgesamt 2000 Doppeladern und 1000 Doppeladern. Die Anzahl der unterzubringenden Doppeladern kann bei Verwendung des neuen Endverschlusses 58 fast verdoppelt werden.** Die LVz sind entweder im Freien in genormten Gehäusen oder in geeigneten, verschließbaren Räumen innerhalb der Gebäude untergebracht. In einigen Orten wurden als Sonderausführung auch LVz in einem besonderen Stahlbetonschacht eingebaut.

**Die Kabelverzweiger (KVz; siehe Abb. 33 bis 36 Seite 58) werden an den Übergangsstellen von Hauptkabeln (früher Netzkabel) zu Verzweigungskabeln (früher Verteilungskabel) in ihrem Versorgungsbereich aufgestellt. Die Anzahl der im KVz eingeführten Hauptkabeladern beträgt etwa die Hälfte der eingeführten Verzweigungsadern.** Seine Aufgabe reicht über die einer reinen Schaltstelle hinaus, denn mit ihm werden Hauptkabeladern eingespart. Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, daß bei der Planung des Netzes keine genauen Zahlen über die tatsächlich auftretende Verteilung der Sprechstellen im KVz-Bereich vorhanden sind. Es müssen aber alle möglichen Wünsche der Bewohner nach einem Fernsprechananschluß berücksichtigt werden, doch werden wiederum nicht alle Bewohner einen Anschluß haben wollen. **Das Verzweigungsnetz ist daher mit einer großen Anzahl Vorratsleitungen ausgestattet.**

Die bis zum Jahre 1959 aufgestellten kleinen **Regel-KVz haben 3 Buchten** und waren für **200 Doppeladern (DA)** vorgesehen; die großen KVz – auch Doppel KVz genannt – haben **7 Buchten** und können 700 Doppeladern fassen.

Im Jahre 1959 wurde der **Norm-KVz 59** aus Kunststoff entwickelt, der mit den neuen aus Kunststoff hergestellten Endverschlüssen 58 ausgerüstet wird. Er ist etwas größer als der genannte kleine KVz, **hat 4 Buchten und kann bis zu 600 DA, z. B. 250 Hauptadern und 350 Verzweigungsadern, aufnehmen.** Soll jedoch ein Wählsternschalter in ihm untergebracht werden, so finden daneben noch **bis zu 300 DA, z. B. 100 Hauptadern und 200 Verzweigungsadern Platz.** Dieser KVz kann auch, wenn das Dach abgenommen wird, in Mauern oder Hauswänden eingebaut werden. Im allgemeinen werden KVz an öffentlichen Wegen aufgestellt, sie können aber auch in Gebäuden untergebracht werden.

## V. Die Endeinrichtungen

**Die Endeinrichtungen sind die Endschaltpunkte des Verzweigungskabels und damit des Anschlußkabelnetzes. Sie haben, wie die Verzweigungseinrichtungen, einen festen Bereich zu versorgen. Es gibt zwei Arten von Endeinrichtungen, den Endverzweiger und die Kabelüberführung.**

Am Endverzweiger (EVz) wird unmittelbar über die Leitungseinführung die Teilnehmereinrichtung (Fernsprechapparat usw.) angeschlossen. Die Kabelüberführung mit dem Überführungsendverschluß (ÜEVs) schließt dagegen das Anschlußkabel gegen die weiterführende Freileitung ab und führt die Teilnehmereinrichtung erst über die oberirdische Freileitungszuführung heran (siehe auch Abb. 2 und Anlage 7, Seite 172).

Es wurden **Endverzweiger für Außenbau (EVza)** zu 10 Doppeladern, die im allgemeinen an den Außenwänden der Gebäude angebracht werden, sowie **Endverzweiger für Innenbau (EVzi)** zu 5 oder 10 Doppeladern entwickelt. In unseren bestehenden Anschlußnetzen finden wir allerdings noch viele EVza zu 5 DA und EVzi zu 20 DA; sie werden heute nicht mehr hergestellt.

**Überführungsendverschlüsse** gibt es für 10 Doppeladern, sie sind am Mast der Kabelüberführung – dem Beginn der Freileitungslinie – angebracht. Wir finden in den vorhandenen Freileitungslinien vorwiegend noch ÜEVs zu 5 und 10 DA der verschiedensten Bautypen. **Heute wird nur noch der ÜEVs 59 zu 10 DA hergestellt.**

**In Gebieten geringer Leitungsdichte sind Ausgleichsschaltungen zwischen zwei oder drei Endeinrichtungen vorgesehen** (siehe Anlage 1 und 2, Seite 162 und 163), um das Verzweigungsnetz besser auszunutzen und die Schaltung von Gemeinschaftszweieranschlüssen zu erleichtern.

In Siedlungen, die weiter außerhalb der Bebauungsgrenze einer Ortschaft liegen, und in Dörfern, in denen der Bedarf an Doppeladern nicht groß genug ist, um einen Kabelverzweiger zu rechtfertigen, können 5 oder 7 Endeinrichtungen durch eine Ausgleichsschaltung verbunden werden, wenn sie nicht zu weit auseinanderliegen (siehe Anlage 3, Seite 164).

## VI. Die Kabelkanalanlage

**Die Kabelkanalanlage ist ein in den Straßenkörper verlegtes Röhrensystem aus sogenannten Kabelkanalformsteinen oder Rohren.** Sie wird innerhalb der Bebauungsgrenze der Städte ausgelegt und soll bei dem späteren Verlegen weiterer Kabel erneute kostspielige Aufgrabungen der Straßenoberfläche vermeiden. **In die Kabelkanalanlage werden Orts-, Bezirks- und Fernkabel eingezogen.** Diese Anlage bietet dann besondere Vorteile, wenn die Sprechstellenentwicklung noch nicht abzusehen ist und mit der

Erweiterung des Hauptkabelnetzes gerechnet werden muß. Reserveöffnungen werden daher bei der Planung in genügender Zahl berücksichtigt. Daneben können aber auch niederpaarige Kabel leicht gegen höherpaarige ausgewechselt werden.

Die Kabelkanalanlage wird durch Kabelschächte unterteilt. Diese dienen zum Einziehen der Kabel und Herstellen und Lagern der Lötstellen. Der Abstand der Schächte voneinander darf höchstens der größten Einziehlänge hochpaariger Kabel entsprechen und nicht mehr als 150 m betragen. Wenn es wirtschaftlich vertretbar ist, werden beim Bau der Kabelkanalanlage auch ein oder zwei Öffnungen für Verzweigungskabel mit vorgesehen. In diese werden kleinere Schächte, sogenannte **Abzweigkästen**, in Abständen von etwa 50 m oder entsprechend der Lage der Endeinrichtung eingebaut, denn im Abzweigkasten werden dann eine bestimmte Anzahl Doppeladern vom Verzweigungskabel abgezweigt und zur Endeinrichtung geführt.

### VII. Die Anschlußkabel

Im Abschnitt A. IV. „Bemessung der Kabeladern im Anschlußnetz“ wurden bereits die Gründe erläutert, die zu den verschiedenen Kabeladerdurchmessern der Anschlußkabel führten. Auch die Einteilung der Anschlußkabel in Haupt- und Verzweigungskabel und ihre Einreihung im Anschlußnetz wurde bereits behandelt. So bleibt uns nur noch übrig, auch etwas über die Verlegungsart der Kabel zu sagen.

**Röhrenkabel** werden in die Kabelkanalanlage eingezogen und benötigen daher in der Regel außer dem Bleimantel oder dem Kunststoffmantel keine weitere Schutzhülle. **Erdkabel** werden in bestimmter Tiefe im Erdreich auf öffentlichen Wegen wie in privatem Grund und Boden unter Kabelschutzhäuben oder auch ohne besonderen Schutz verlegt. Die Bleimantelkabel haben wegen der Gefahr der leichteren Verletzung im Erdreich über ihrem Bleimantel als mechanischen Schutz eine Schutzhülle (siehe Übersicht auf Seite 31).

Die Zahl der Doppeladern der Hauptkabel hängt vom Bedarf und dem Einsatz im Anschlußnetz (VSt-LVz oder LVz-KVz) ab; sie schwankt zwischen 100 und 2000 Doppeladern. Die Verzweigungskabel sind niederpaarig und enthalten im allgemeinen höchstens 100 Doppeladern.

### VIII. Der Verzweigungspunkt

Der Verzweigungspunkt ist ein Spleißpunkt (Lötstelle) vor einer Verzweigungseinrichtung, in der Hauptkabeladern mit Verzweigungskabeladern oder Hauptkabeladern untereinander unmittelbar miteinander verbunden sind. In der Abb. 7 Seite 13 wurden schematisch Verzweigungspunkte dargestellt und im Text dazu die Einsatzmöglichkeit des sogenannten **starrten Netzes** erläutert. Durch dieses Netz werden Verzweigungseinrichtungen eingespart.

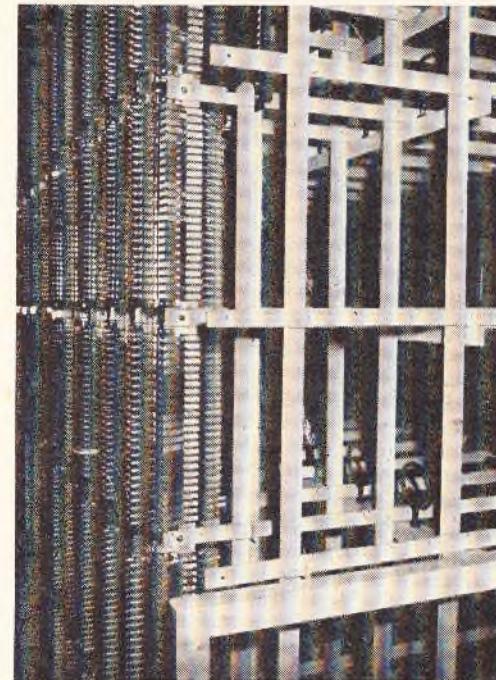
## D. Aufbau der Bauteile im Anschlußnetz

Im vorhergehenden Abschnitt C. wurden die Aufgaben der Bauteile im Anschlußnetz dargestellt. Wir wollen sie jetzt in diesem Abschnitt aufbauartig betrachten und dabei gleichzeitig sehen, wie wir uns in bezug auf die Zählweise der abgeschlossenen Kabel orientieren können.

### I. Der Hauptverteiler

Der **Hauptverteiler (HVt)** ist ein Stahlgerüst und steht im allgemeinen in der Nähe der Amtseinrichtung. Er kann bei Bedarf mit gleichen Gliedern, Reihen genannt, erweitert werden. Wir unterscheiden **HVt alter und neuer Bauart (HVt 55)**. Vorwiegend finden wir im Betrieb aber noch HVt alter Bauart. Bei kleinen OVSt sind **Wandverteiler**, bei großen OVSt **Standverteiler** als HVt aufgestellt worden.

#### Hauptverteiler alter Bauart

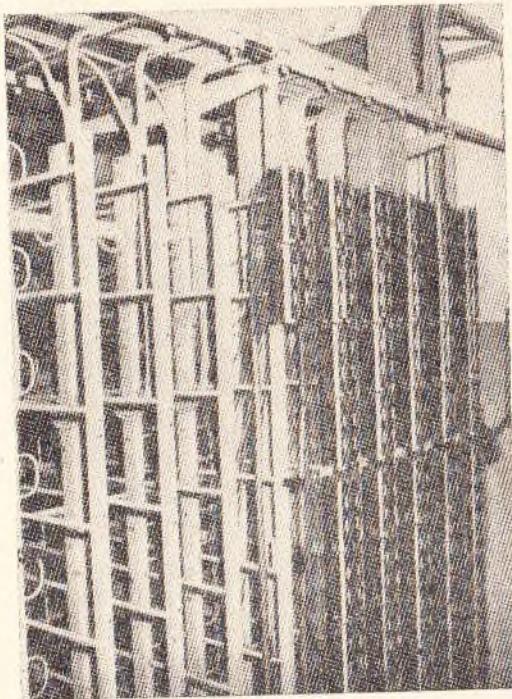


(Abb. 24)

Am HVt alter Bauart (s. Abb. 24) sind auf der senkrechten Seite die Aufteilungskabel an Sicherungsleisten 33 zu 25 DA, an Trennleisten 32a zu 25 DA oder neuerdings an Trennleisten 55 zu 50 DA abgeschlossen. Die Trennleiste 55 zu 50 DA nimmt den gleichen Raum ein wie die Sicherungsleiste, bietet aber Platz für die doppelte Anzahl Anschlußadern. An der waagerechten Seite sind Lötösenstreifen angebracht, um die von den Technischen Einrichtungen der VSt kommenden Schaltkabel aufnehmen zu können.

Am HVt 55 (neuer Bauart; s. Abb. 25) sind auf der senkrechten Seite Trennleisten 55 zu 25 DA und an der waagerechten Seite 20teilige Schaltstreifen zum Aufnehmen der Schaltkabel vorgesehen.

#### Hauptverteiler 55 (neuer Bauart)

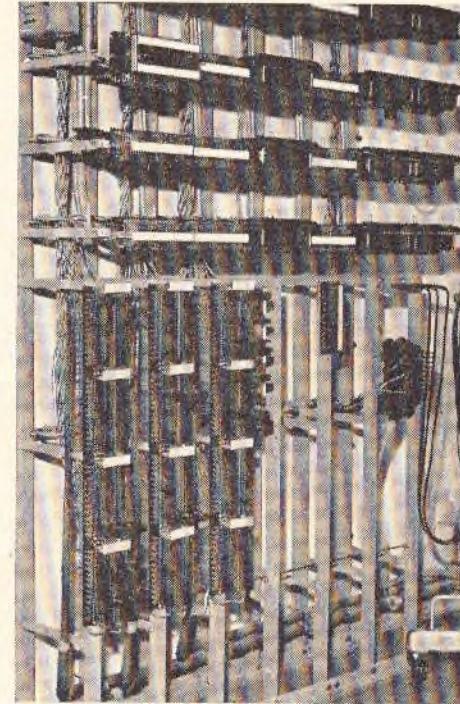


(Abb. 25)

Die Sicherungs- oder Trennleisten sind in der jeweiligen Reihe des HVt übereinander angeordnet. Die Anzahl der Reihen nebeneinander hängt von den einzuführenden Kabeln und der Größe der OVSt ab.

Die Abb. 25a zeigt einen HVt in Wandform. Unten sind die Trennleisten und oben die Schaltstreifen angeordnet.

#### Hauptverteiler als Wandverteiler



(Abb. 25a)

Der Hauptverteiler dient nicht nur als Schaltstelle zwischen den Ortskabeln und den Schaltkabeln der OVSt, sondern auch zu Prüfzwecken sowie zum Schalten von Sonderdiensten. Die Sicherungsleisten, Trennleisten und Schaltstreifen ermöglichen mit Hilfe eines Prüfsteckers das Auftrennen der Schaltverbindungen zwischen der senkrechten und waagerechten Seite, ohne die gelöteten Schaltdrähte lösen zu müssen. Der Prüfstecker führt über eine Verbindungsschnur zum Prüfschrank und ermöglicht mit diesem die Prüfung der Leitungen der beiden Seiten. Fehler nach außen (Kabelnetz) oder innen (Technische Einrichtungen) können auf diese Weise schnell und sicher eingegrenzt werden.

Die Beschaltung der senkrechten Seite des HVt richtet sich nach der geographischen Lage der Ortskabel im Ortsnetz. Eine besonders festgelegte Zählweise dient zum schnellen Auffinden einer gesuchten Leitung. Der

einzelne Lötstift der Sicherungs- oder Trennleiste wird am HVt durch eine 5-, 6- oder 7stellige Zahl gekennzeichnet. Die Stellenzahl richtet sich nach der Größe des HVt, also nach der Anzahl der Reihen. Ein HVt bis zu 9 Reihen erhält eine 5stellige, bis zu 99 Reihen eine 6stellige und mit 100 und mehr Reihen eine 7stellige Zahl. Dabei bedeuten z. B. bei der fünfstelligen Zahl 50221 die 5 die 5. Reihe, die 02 die 2. Sicherungs- oder Trennleiste von oben in der 5. Reihe und die 21 der 21. Lötstift dieser Sicherungs- oder Trennleiste. Gezählt wird also innerhalb der Reihen in der Regel von oben nach unten.

Für die Sicherungs- oder Trennleisten und für die Lötstifte sind stets zweistellige Zahlen festgelegt worden. Die Sicherungs- oder Trennleisten 1–9 oder die Lötstifte 1–9 erhalten daher immer eine 0 vorangesetzt (wie im Beispiel die 02).

Bei Hauptverteilern bis zu 99 Reihen erhalten die ersten 9 Reihen auch jeweils eine Null und bei 100 und mehr Reihen die ersten 9 Reihen zwei Nullen, z. B. 004 und die Reihen von 10 bis 99 eine Null, z. B. 019, vorangesetzt. Auf diese Weise wird jeder Lötstift innerhalb des HVt an der senkrechten Seite durch die gleiche Stellenzahl gekennzeichnet. Die Numerierung der Reihen ist von links nach rechts oder umgekehrt festgelegt; die Richtung hängt von der baulichen Erweiterungsmöglichkeit des HVt ab.

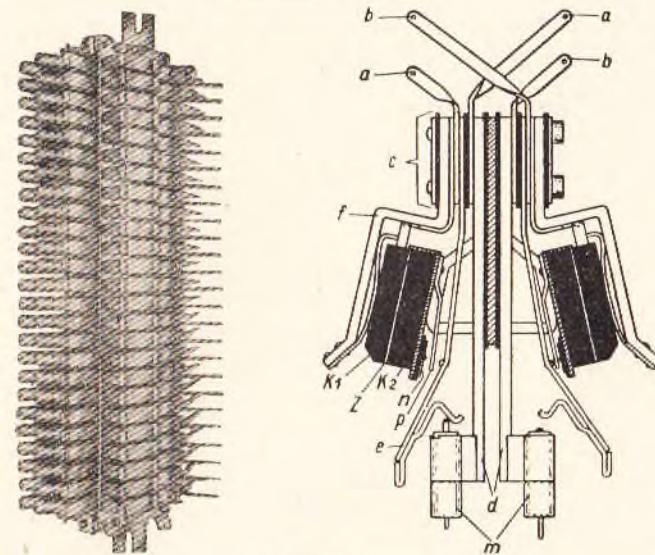
An der waagerechten Seite des HVt sind die Lötstifte der Schalt- oder Lötösenstreifen fortlaufend nach den Anrufleinheiten und nicht nach der geographischen Lage der Sprechstellen geordnet. Diese Zählweise ist durch den technischen Aufbau der Vermittlungseinrichtung bedingt. Auf die Schalt- und Lötösenstreifen soll hier nicht näher eingegangen werden, da es Bauteile der technischen Einrichtung der OVSt sind; sie werden im Band C 5 „Grundzüge der Wählvermittlungstechnik“ des „Handbuchs für den Fernmeldehandwerker der DBP“ behandelt.

### 1. Die Sicherungsleiste 33

Diese Sicherungsleiste 33 ist für 25 DA vorgesehen (s. Abb. 26) und enthält für jede abgeschlossene Ader einen Stromfeinschutz und einen Spannungfeinschutz. Der Stromfeinschutz wird durch eine Rücklötsicherung 0,5 A und der Spannungfeinschutz durch einen Kohleblitzableiter mit einer Ansprechspannung von 500 V gebildet. Neuerdings wird der Kohleblitzableiter durch einen sogenannten Gasentladungsableiter der Form B 230 V (Kleinspannungsableiter) ersetzt. An den linken Lötflächen wird die Außenlötleitung und an den rechten die Innenleitung angelötet.

Bei ausgelöster Stromfeinsicherung m (rechte Sicherung in Abb. 26) wird die Außenader von der Innenader getrennt und gleichzeitig geerdet. Das Zellitplättchen Z, das die Kohlen K<sub>1</sub> und K<sub>2</sub> trennt, schlägt bei einer Überspannung von mehr als 500 V durch und legt die betroffene Ader an Erde. Die Ader wird erst wieder erdfrei, wenn das Zellitplättchen ausgewechselt ist. Der Gasentladungsableiter dagegen schaltet nach Ansprechen die betreffende Ader selbsttätig wieder erdfrei.

### Sicherungsleiste 33



(Abb. 26)

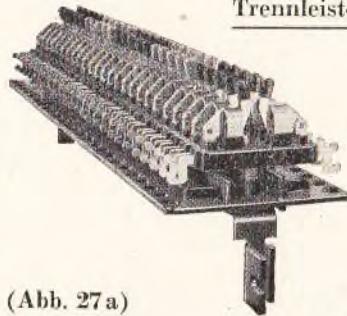
Die Sicherungsleiste 33 wird nicht mehr beschafft, da wir am HVt seit Einführung des neuen ÜEVs 59 im allgemeinen keinen Strom- und Spannungfeinschutz mehr benötigen. Der neue ÜEVs 59 ist mit diesem Schutz ausgerüstet. An Stelle dieser Sicherungsleiste ist die Trennleiste 55 zu 50 DA (s. Seite 50 letzter Absatz) getreten, die im Sonderfall auch mit einem Spannungfeinschutz (ÜsAg Form E 230 V) ausgerüstet werden kann.

### 2. Die Trennleiste 32 a

Die Trennleiste 32 a enthält keine Sicherungen und ist daher im Gegensatz zur Sicherungsleiste nur für Anschluß- und Ortsverbindungsleitungen eingesetzt worden, die unterirdisch verlaufen und nicht am HVt gesichert zu werden brauchen. Sie wird heute auch nicht mehr beschafft, sondern ist auch nur noch am vorhandenen HVt alter Bauart zu finden.

Die Trennleiste nimmt 25 DA auf. Jede Ader kann einzeln durch Umlegen kleiner Schalthebel (s. Abb. 27a), die je zwei Messerkontakte miteinander verbinden, getrennt werden. Die Schalthebel für die a-Adern liegen links und die für die b-Adern rechts auf der Trennleiste. Je 10 Schalthebel (für 5 DA) sind auf einem Trennleistensatz (s. Abb. 27b) zusammengefaßt worden und 5 Trennleistensätze auf einer Grundplatte montiert. Die Lötösen sind genauso angeordnet wie bei den Sicherungsleisten.

Trennleiste 32a    Trennleistensatz für 5 DA



(Abb. 27 a)



(Abb. 27 b)

**3. Die Trennleiste 55**

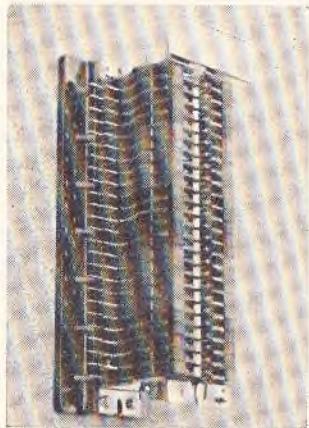
Mit der Einführung der Edelmetall-Motor-Drehwähler (EMD-Wähler) wurde auch der HVt 55 entwickelt. Diesem neuen HVt mußte ein anderes Bauteil zwecks Abschließen der Aufteilungskabel angepaßt werden. Der Sicherungsschutz, der seinerzeit für die Entwicklung der Sicherungsleiste 33 ausschlaggebend war, steht heute nicht mehr im Vordergrund, da die Anschlußleitungen inzwischen zum größten Teil verkabelt wurden. Man konnte also auf den Sicherungsschutz am HVt im allgemeinen verzichten und entwickelte die gegenüber der Sicherungsleiste **raumsparende Trennleiste 55 zu 25 DA** (s. Abb. 28). Für die im Ortsnetz noch verbleibenden oberirdischen Anschlußleitungen wurde der **Blitzsicherungsschutz** zusätzlich an den Mast der Kabelüberführung in den ÜEVs 59 verlegt. Nur dann, wenn Leitungen durch Starkstrom – z. B. Wechselstrombahnen und Hochspannungsnetze mit unmittelbarer Erdung des Sternpunktes – beeinflusst werden, können in die Trennleisten besondere Halter mit eingesetzten Überspannungsableitern gesteckt werden.

Die Lötflächen sind seitlich herausgeführt, links werden die Kabeladern der Aufteilungskabel und rechts die Schaltdrähte angelegt. Die a-Adern werden an die hinteren und die b-Adern an die vorderen Lötstifte gelötet. Das andere Ende der aus federharter Walzbronze bestehenden Lötflächen ist als Kontaktende ausgebildet. Besondere Isolierstecker oder Prüfstecker ermöglichen die Trennung oder die Prüfung der Innen- und Außenleitung.

Die Trennleiste 55 zu 50 DA, die, wie bereits erwähnt, die Aufnahmefähigkeit des HVt alter Bauart verdoppelt, ist nur länger, aber nicht anders aufgebaut als die zu 25 DA.

Trennleiste 55 zu 25 DA

(Abb. 28)



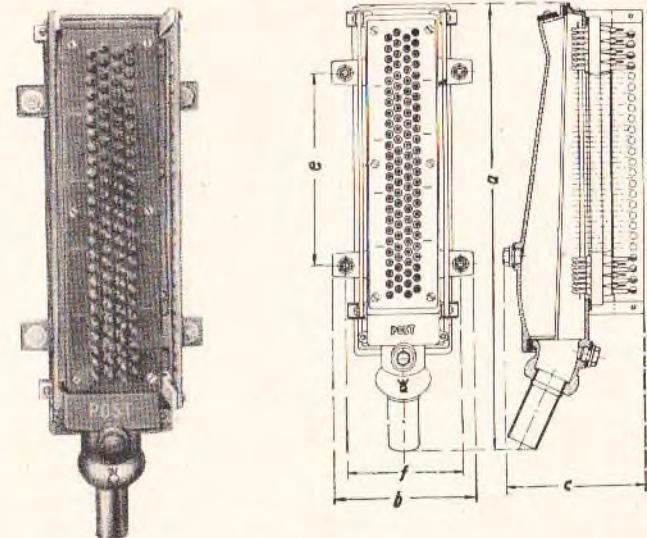
**II. Die Verzweigungseinrichtungen**

Die Haupt- und Verzweigungskabel dürfen in den Verzweigungseinrichtungen nicht offen ausgeformt verwendet werden, sondern müssen **luftdicht abgeschlossen sein**. Dies ist dadurch bedingt, daß sie papierisoliert und daher feuchtigkeitsempfindlich sind. Im **Linienverzweiger (LVz)** und **Kabelverzweiger (KVz)** sind daher alle eingeführten Kabel in sogenannten Endverschlüssen für Anschlußleitungen (EVs-AI) abgeschlossen. Zu nächst sollen die EVs aufbaumäßig betrachtet werden.

**1. Die Endverschlüsse für Ortskabel**

Die etwa bis zum Jahre 1959 aufgestellten LVz und KVz sind fast ausnahmslos mit Endverschlüssen 32 für Ortskabel ausgerüstet. Sie bestehen aus einem Graugußgehäuse mit einem innen und außen verzinnten Einführungsstutzen (s. Abb. 29). Auf die offene Vorderseite des Gehäuses werden unter Zwischenlegen einer Gummidichtung Anschlußplatten (Schaltfeld) aus Preßstoff geschraubt. Die Anschlußplatten tragen 4 Reihen mit 5, 10 oder 25 durchgehenden Lötstiften. Die Lötstifte haben an beiden Enden verzinnte Löthaken. Die beiden äußeren Lötstiftreihen sind auf der Vorderseite der Anschlußplatte kürzer als die inneren beiden Reihen. An die kürzeren Lötstifte werden die a-Adern und an die langen die

Endverschluß 32 für Ortskabel



(Abb. 29)

b-Adern angelegt. Die Zählweise am EVs beginnt mit der linken Reihenhälfte von oben nach unten und setzt sich an der rechten Reihenhälfte von oben nach unten fort.

Das Gehäuse bildet für das Kabel den Abschlußraum. Dieser ist von hinten zugänglich und wird mit einem aufschraubbaren Deckel und einer Gummidichtung verschlossen. Verschraubbare Öffnungen oben und unten im Gehäuse gestatten das Eingießen und Ablassen der Füllmasse. Angegossene Befestigungsknaggen an den Seiten des Gehäuses dienen zum Befestigen der Endverschlüsse im LVz oder KVz. Die EVs, die bisher hergestellt wurden, können je nach ihrer Größe 10, 20, 50, 70 oder 100 DA aufnehmen.

Im Jahre 1958 wurde ein neuer Endverschluß, der EVs 58 aus Kunststoff, entwickelt (siehe Abb. 29a). Das Gehäuse dieser EVs besteht aus glasfaserverstärktem Polyester (Kunststoff). Der Abstand der Lötflächen wurde von 10 mm auf 6 mm verkürzt, so daß der gesamte EVs kleiner wurde. Eine durchsichtige Schutzkappe aus Polystyrol (Kunststoff) schützt die Lötflächen vor Staub. Die a- und b-Adern liegen im Gegensatz zum EVs 32 in gleicher Folge von links nach rechts. An der Zählweise innerhalb der Lötstiftreihen hat sich gegenüber dem EVs 32 nichts geändert.

Mit dieser Entwicklung wurde eine Verringerung der Typen verbunden. Es sind daher nur noch EVs 58 zu 50 DA und 100 DA vorgesehen. Die übrigen Größen werden nicht mehr hergestellt; vorhandene Bestände alter EVs müssen aufgebraucht werden.

## 2. Die Linienverzweiger

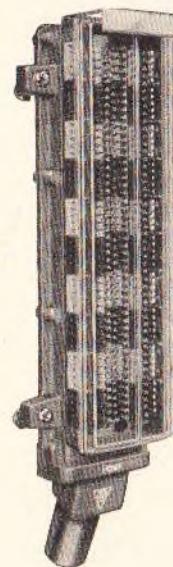
Die Linienverzweiger werden in Größen zu 1000 oder 2000 DA hergestellt. Diese DA-Zahlen beziehen sich auf die Ausrüstung der LVz mit den alten EVs 32. Bei Verwendung der neuen EVs 58 können sie fast 2000 beziehungsweise 4000 DA aufnehmen. Die LVz bestehen aus dem Gehäuse und dem Befestigungsgestell für die EVs. Die Grundform der Gehäuse ist achteckig mit wechselnd schmalen und breiten Seiten (s. Abb. 30).

Das Gehäuse ist doppelwandig und aus Stahlblech gefertigt. Es ruht auf einem Rahmen aus Winkelisen, der gleichfalls den Gehäuseboden, bestehend aus zwei Bodenblechen mit Holzzwischenlage, aufnimmt. Gußeiserne Tüllen im Boden sind als Durchlaß für die Aufteilungskabel bestimmt. Eine besondere Tülle ist für das Niederspannungskabel vorgesehen, denn der LVz muß mit einer Schukosteckdose für den elektrischen LötKolben und einem Beleuchtungsanschluß ausgerüstet sein.

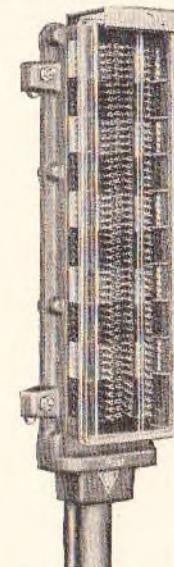
Alle Metallteile des LVz müssen geerdet sein, wenn er an das Niederspannungsnetz angeschlossen ist.

Das Gehäuse ist durch ein Dach aus Stahlblech abgedeckt. An den vier breiten Seiten befindet sich je eine doppelwandige Tür, die durch zwei Vorreibeschlösser verschlossen werden kann. Öffnungen im Grundrahmen, in den Innenblechen der Türen und im Dach entlüften das Gehäuse.

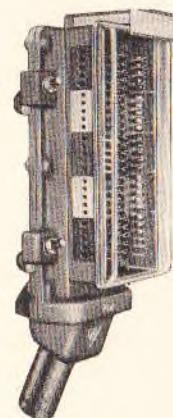
## Endverschluß 58 für Ortskabel



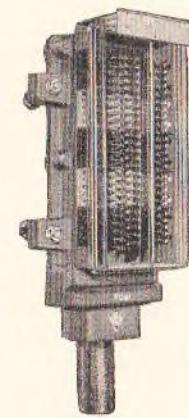
zu 100 DA  
mit schrägem Lötstutzen



zu 100 DA  
mit geradem Lötstutzen



zu 50 DA  
mit schrägem Lötstutzen

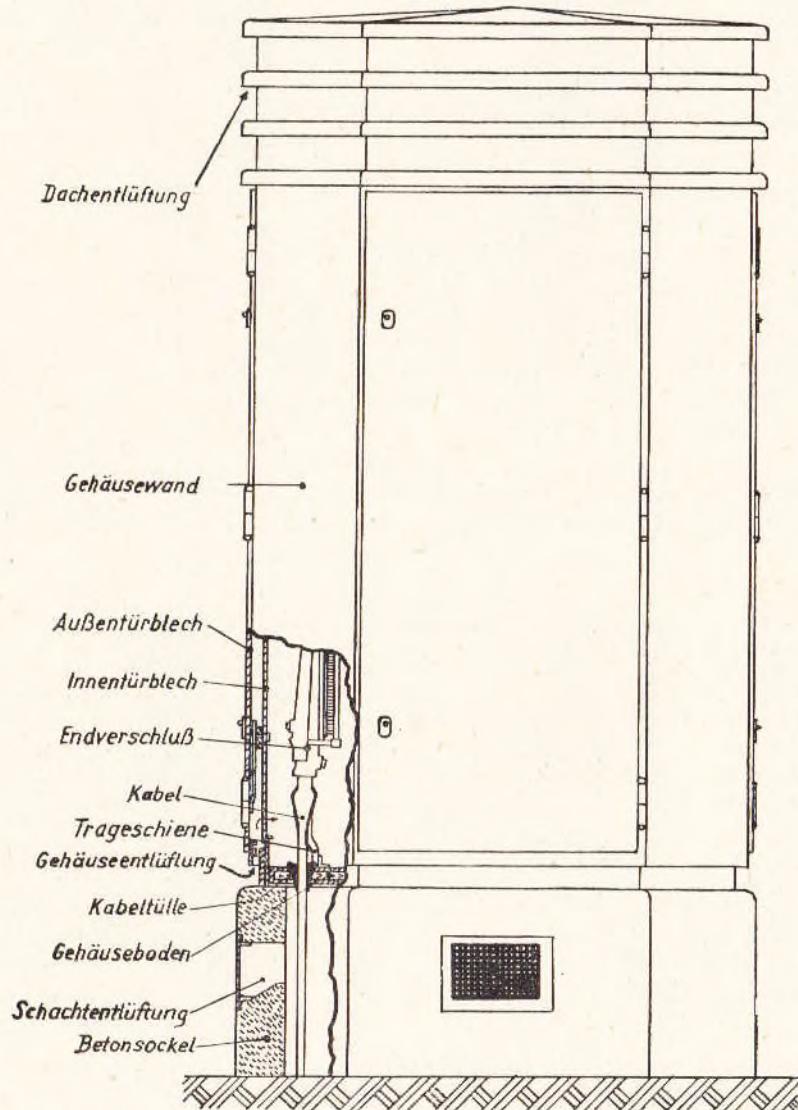


zu 50 DA  
mit geradem Lötstutzen

(Abb. 29a)

Das Befestigungsmittel für die EVs besteht aus senkrecht angebrachten Trageschienen aus Winkeleisen, das im Gehäuseboden und -dach befestigt ist. Zur übersichtlichen Führung der Schaltdrähte sind an den Trageschienen Führungsringe angebracht. Die EVs sind mit Hakenschrauben an die Trageschienen geschraubt.

### Linienverzweiger



(Abb. 30)

Das LVz-Gehäuse ruht auf einem achteckigen Sockel aus Beton oder Mauerwerk und ist mit Steinschrauben im Sockel befestigt, der auf der Decke des Kabelaufteilungsschachtes steht. Besondere Öffnungen im Sockel, die mit Gittern verschlossen sind, entlüften den Kabelaufteilungsschacht.

Linienverzweiger sollen so auf öffentlichen Wegen und Plätzen aufgestellt werden, daß sie weder die Sicherheit des Verkehrs beeinträchtigen noch das Straßenbild stören. Diese Bedingungen lassen sich nicht immer erfüllen, deshalb wurden in einigen Orten unterirdische LVz, auch **Unterflur-LVz** genannt, eingerichtet oder Kellerräume in öffentlichen Gebäuden für die Unterbringung des Muffen- und Befestigungsgestells der EVs der LVz benutzt. Im Unterflur-LVz sind Muffen- und Befestigungsgestell in einem Stahlbetonfertigschacht durch eine Wand getrennt untergebracht. Besondere Klimaanlage sorgen dafür, daß der Schacht stets trocken bleibt, denn ein Niederschlag von Kondenswasser (Schwitzwasser) würde den Isolationswiderstand der EVs und Schaltdrähte herabsetzen und zu Störungen im Anschlußnetz Anlaß geben.

Eine weitere, begrenzte Möglichkeit der Unterbringung der EVs des LVz stellt noch das Fernsprechhäuschen mit angebautem LVz dar. Es ist um den Teil des Linienverzweigers nach hinten erweitert worden und fügt sich gut in das Straßenbild ein, denn ein Fernsprechhäuschen gehört nun einmal zum heutigen Stadtbild (s. Abb. 30a).

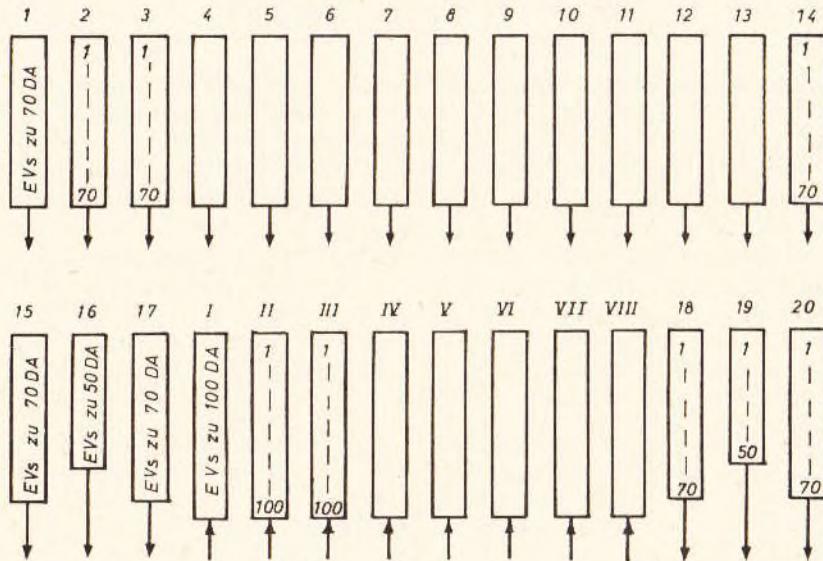
Zur Kennzeichnung der LVz in den Schaltunterlagen erhalten die LVz große lateinische Buchstaben, alphabetisch fortlaufend mit B beginnend.

### Fernsprechhäuschen mit Linienverzweiger



(Abb. 30a)

**Beispiel für die Anordnung der EVs  
in einem Linienverzweiger zu 2000 DA**



(Abb. 31)

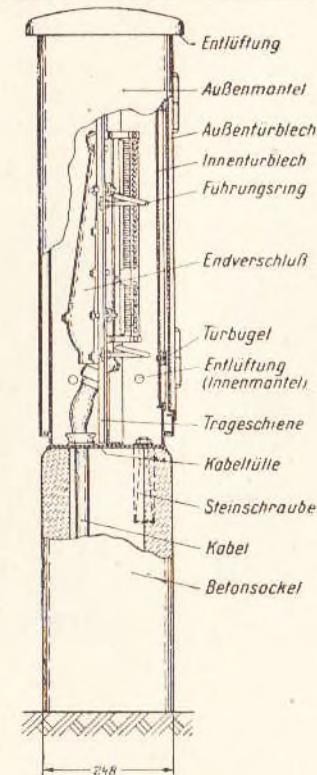
Der Kernbereich, der nach Abschnitt A. ohne LVz ist, erhält den Buchstaben A. In den LVz werden die EVs der ankommenden Hauptkabel (früher Amtskabel) mit römischen Zahlen (I, II, III usw.) und die übrigen EVs – in waagerechter Richtung reihenweise, von links oben anfangend – mit arabischen Zahlen (1, 2, 3 usw.) benannt (siehe Abb. 31).

**3. Der Kabelverzweiger**

Die Regel-KVz wurden bisher so mit EVs 32 bestückt, daß sie insgesamt in 3 Buchten 200 DA (1 EVs zu 70 DA, 2 EVs zu 50 DA, 1 EVs zu 20 DA und 1 EVs zu 10 DA; siehe Abb. 37) aufnehmen konnten. Den neuen Planungsrichtlinien folgend, sollen die Norm-KVz-Gehäuse 59, die mit den kleineren EVs 58 auszurüsten sind, im Endausbau in 4 Buchten 600 DA (4 EVs zu 100 DA und 4 EVs zu 50 DA; siehe Abb. 37) aufnehmen. Wahlweise können sie aber auch mit einem Wählsternschalter und 300 DA ausgerüstet werden. Sie sind etwas größer als die Regel-KVz und werden aus Kunststoff gefertigt.

Die Kabelverzweiger bestehen wie die LVz aus dem Gehäuse und dem Befestigungsgestell und haben rechteckige Grundform (siehe Abb. 32).

**Kabelverzweiger aus Stahlblech mit Betonsockel**



(Abb. 32)

Das Gehäuse kann aus Stahlblech, Kunststein oder Kunststoff gefertigt sein.

Das Gehäuse aus Stahlblech besteht aus einem inneren und äußeren Mantel, die miteinander verschraubt sind. Die Vorderseite wird durch eine doppelwandige Stahlblechtür, in die zwei Vorreibeschlösser eingebaut sind, verschlossen. Das Dach, ebenfalls aus Stahlblech, ist so aufgesetzt, daß die Luft über Löcher im Innenmantel des Gehäuses gut zirkulieren kann.

Die teuren und zeitraubenden Nachpflegearbeiten (Entrosten und Erneuern des Anstrichs) am KVz aus Stahlblech führten zur Entwicklung des KVz-Gehäuses aus Kunststein, das mittels Betonrüttelmaschinen hergestellt wird. Die Tür, die auch aus Kunststein besteht, und der Türrahmen sind mit Profilmessing eingefasst. Eine besondere Gummidichtung im Türrahmen verhindert das Eindringen von Schlagregen. Kleine Öffnungen an den Seiten sorgen für die notwendige Luftbewegung.

Der Kunststoff-KVz wurde entwickelt, um einen KVz zu erhalten, der weder nachgepflegt zu werden braucht noch gewichtsmäßig beim Aufstellen Schwierigkeiten und besondere Kosten bereitet.

Das KVz-Gehäuse aus Stahlblech steht auf einem Sockel aus Mauerwerk oder Beton, das Gehäuse aus Kunststein auf einem Sockel gleichen Materials, und das Gehäuse aus Kunststoff auf einem Sockel aus Beton.

KVz-Gehäuse aus Stahlblech



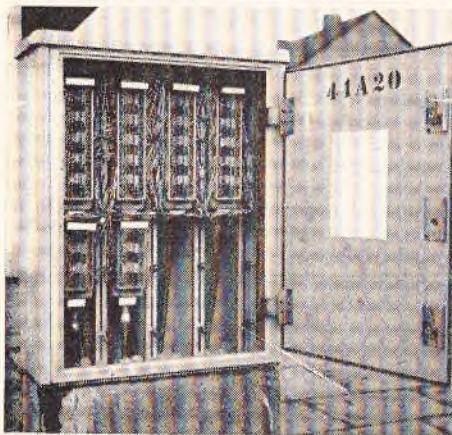
(Abb. 33)

KVz-Gehäuse aus Kunststein



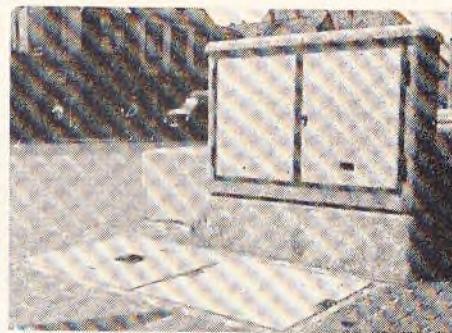
(Abb. 34)

KVz-Gehäuse 59 aus Kunststoff



(Abb. 35)

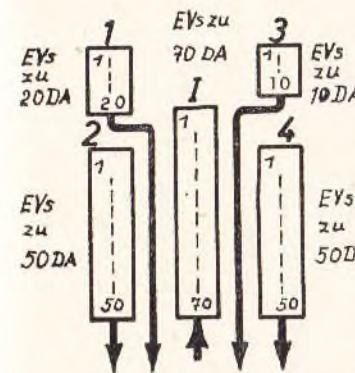
Doppel-KVz-Gehäuse



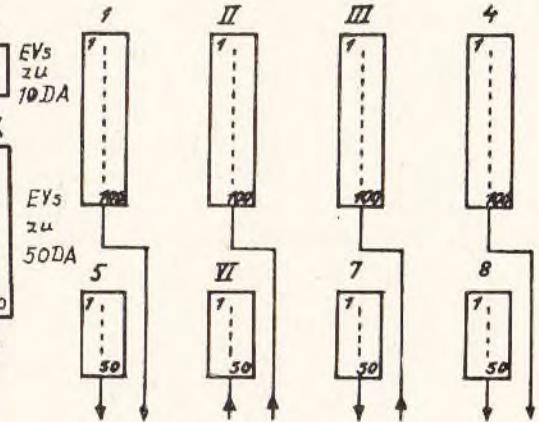
(Abb. 36)

Das Befestigungsgestell wird in der Regel für alle drei Kabelverzweiger aus Winkeleisen gefertigt; an ihm sind auch die Führungsringe für die Schaltdrähte angebracht.

Anordnung der EVs im KVz nach alter Art



Beispiel für die Anordnung der EVs 58 im KVz 59



(Abb. 37)

Die Kennzeichnung der KVz in den Schaltunterlagen geschieht fortlaufend mit einer arabischen Zahl, der der Kennbuchstabe des jeweiligen Bereichs vorangesetzt ist. Zum Beispiel bedeutet A 3 der KVz 3 im Kernbereich und B 5 der KVz 5 im LVz-Bereich B usw. Im KVz erhalten die EVs für das Hauptkabel römische Zahlen. Die EVs für die Verzweigungskabel werden mit arabischen Zahlen (1, 2, 3 usw.) gekennzeichnet. In der linken Hälfte der Abb. 37 ist die Anordnung der EVs 32 im KVz alter Art entsprechend den alten Planungsrichtlinien schematisch aufgezeigt worden. Die neuen Planungsrichtlinien schreiben nicht eindeutig vor, wie die EVs 58 im KVz 59 anzuordnen sind; es wurde daher rechts in der Abb. 37 nur eine von mehreren Möglichkeiten für die Unterbringung der EVs 58 im KVz 59 herausgewählt und schematisch dargestellt.

### III. Die Endeinrichtungen

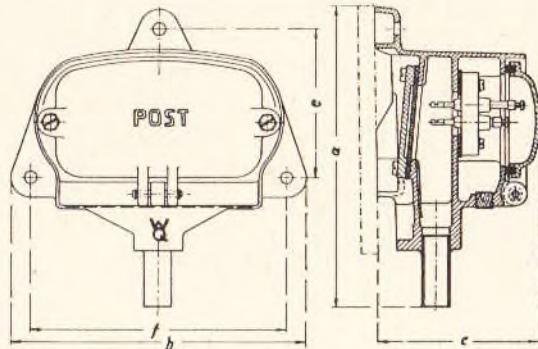
Zu den Endeinrichtungen gehören nach Kapitel C. V. die Endverzweiger für Außenbau (EVza), die Endverzweiger für Innenbau (EVzi) und die Überführungsendverschlüsse (ÜEVs).

## 1. Der Endverzweiger für Außenbau (EVza)

Der EVza 25 ist für den **Kabelabschluß im Freien** oder in **feuchten Räumen** bestimmt und wurde in zwei Größen – EVza zu 5 und 10 DA – hergestellt. Sein Gehäuse ist aus Gußeisen gefertigt.

Der EVza wird durch die Anschlußplatte in zwei Räume, den Kabelabschluß- und Schaltraum unterteilt (siehe Abb. 38). Der Abschlußraum wird durch einen flachen, losen Deckel mit Gummidichtung verschlossen. Im Boden befindet sich ein Stutzen für die Kabeleinführung. Der Schaltraum wird durch einen besonders geformten Deckel mit Gummidichtung, der mit einem Scharnier am Gehäuse befestigt ist, verschlossen. Im Gehäuseboden sind Öffnungen für die Teilnehmerzuführungsleitungen vorgesehen.

Endverzweiger 25



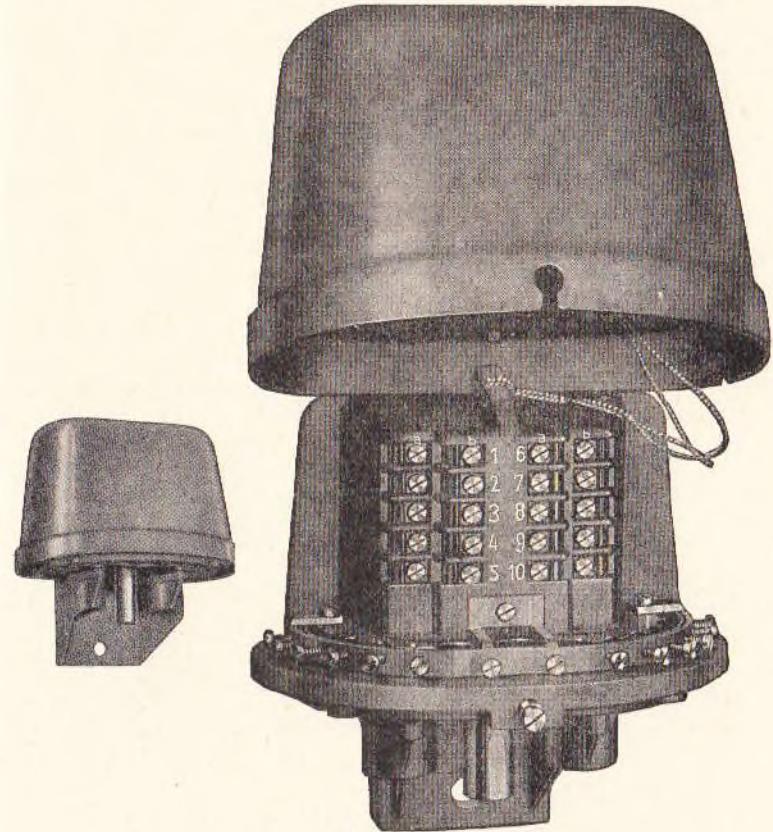
(Abb. 38)

Die Anschlußplatte besteht aus Preßstoff und enthält je nach Größe des EVza 10 oder 20 Anschlußstifte, die in zwei Reihen gegeneinander versetzt angeordnet, im Schaltraum mit Schraubklemmen und im Anschlußraum mit Löthaken versehen sind. Die Anschlußstifte sind im Schalt- raum verschieden lang. An die **langen Stifte** (obere Reihe) werden die **a-Adern** und an die **kurzen Stifte** (untere Reihe) die **b-Adern** angelegt. Gezählt wird von links nach rechts.

Der Schaltraum im EVza 25 ist sehr beengt. Die Nachpflege der EVza (Entrosten und Streichen) sollte vermieden werden. Daher wurde **im Jahre 1959 ein neuer Endverzweiger, der EVza 59 zu 10 DA** (siehe Abb. 38a), entwickelt. Er besteht aus Polyesterharz (Kunststoff) und ist mit einem Mantelverbinder ausgerüstet. Weiter besitzt er wie der EVza 25 einen Schalt- und Kabelabschlußraum und einen innen und außen **verzintten Messingstutzen** zum Einlöten von Kabeln mit Bleimänteln oder eine **Stopfbuchse** zum Festklemmen der Verzweigungskabel. Die Klem-

men sind durch erhabene Schrift gekennzeichnet. Eine Schutzhaube, die durch eine Nylonschnur mit dem EVza verbunden ist, verhindert die Korrosion der Klemmen. Der EVza kann mit der Konsole an der Wand oder unter zusätzlicher Verwendung einer Ausgleichplatte am Holzmast befestigt werden.

## Endverzweiger für Außenbau (EVza 59)



(Abb. 38a)

## 2. Der Endverzweiger für Innenbau (EVzi)

Der EVzi ist für den **Kabelabschluß in trockenen Räumen** bestimmt und wird in zwei Größen – EVzi zu 5 und 10 DA – hergestellt. Er kann entweder auf Putz mit Schutzkappe oder unter Putz ohne Schutzkappe in die passende Abzweigdose eingebaut werden.

Das Gehäuse besteht aus einem Kasten, der aus hochisolierendem Preßstoff gefertigt ist. Die Vorderseite des Kastens bildet die Anschlußplatte, der Hohlraum des Kastens den Kabelabschlußraum. Die Rückseite des Gehäuses wird durch eine Rückwand und die Vorderseite im allgemeinen durch eine Schutzkappe abgeschlossen. Rückwand und Schutzkappe bestehen ebenfalls aus Preßstoff und werden mit dem Gehäuse verschraubt (s. Abb. 39).

Am Kasten des Endverzweigers befindet sich unten ein Gewindestutzen mit Überwurfmutter aus Preßstoff. Dieser Teil ist als Stopfbuchse ausgebildet. Unter dem Stutzen ist eine Metallschelle angebracht, mit der der Mantel des Kabels abgefangen werden soll.

In den letzten Jahren wurde der EVzi 57 a zu 5 und 10 DA (siehe Abb. 40) entwickelt, der auch in feuchten Räumen und in Betonsäulen für Endverzweiger eingesetzt werden kann. Er wird für Aufputzausführung mit Schutzkappe und für Unterputzausführung ohne Schutzkappe geliefert. **Dieser EVzi ist im Gegensatz zu der bisher üblichen Bauart im Kabelabschlußraum mit Löthaken ausgestattet und kann zum Schutz gegen Feuchtigkeit ausgegossen werden.** In trockenen Räumen wird er unvergossen und in feuchten Räumen vergossen eingebaut. Er besteht auch aus hochisolierendem Preßstoff, besitzt aber einen abgeschlossenen Kabelabschlußraum. Die Schelle unter dem Einführungsstutzen dient zum Abfangen des Bleimantels und bei der Verwendung von PMbe-Kabel zum Abfangen der Bewehrung und des Bleimantels. Die Zählweise der Adern im EVzi ist besonders auf den Anschlußplatten durch erhabene Schrift kenntlich gemacht.

### 3. Der Überführungsendverschluß (ÜEVs)

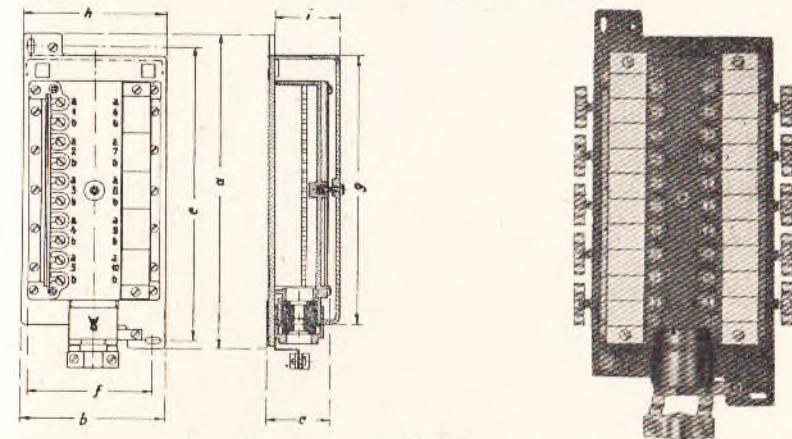
Der ÜEVs dient im ON zum Kabelabschluß und zum Überführen der Anschlußkabeladern in die Anschlußleitungen der Freileitungslinie.

In unseren Anschlußlinien finden wir vorwiegend folgende Typen von ÜEVs:

- a) der Überführungsendverschluß für Ortsleitungen Bauart 50 Ausführung I (ÜEVs-OI 50 Ausführung I) zu 5 und 10 DA (s. Abb. 41 a),
- b) der Überführungsendverschluß für Ortsleitungen Bauart 50 Ausführung II (ÜEVs-OI 50 Ausführung II) zu 5 und 10 DA (s. Abb. 41 b),
- c) der Überführungsendverschluß für Ortsleitungen Bauart 50 Ausführung IIa (ÜEVs-OI 50 Ausführung IIa) zu 5 DA (mit Kunststoffhaube) und
- d) der Überführungsendverschluß für Orts- und Fernleitungen Bauart 59 (ÜEVs 59) zu 10 DA (s. Abb. 42).

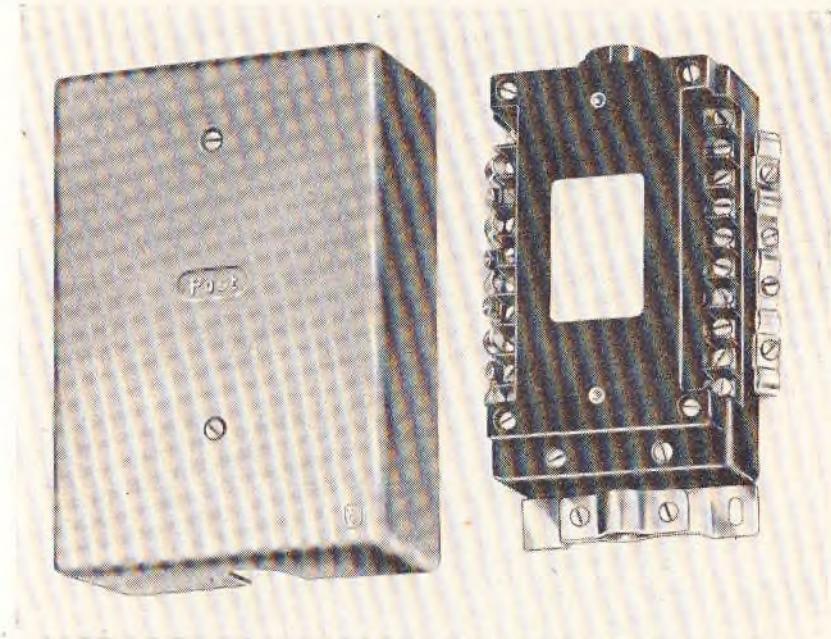
Auf die weitere Beschreibung und die Entwicklungsstufen dieser ÜEVs soll in diesem Band verzichtet werden, da dies ausführlich im **Band C 2 „Oberirdischer Linienbau“** des „Handbuchs für den Fernmeldehandwerker der DBP“ geschehen ist.

### Endverzweiger für Innenbau



(Abb. 39)

### EVzi 57 a zu 5 DA mit Schutzkappe

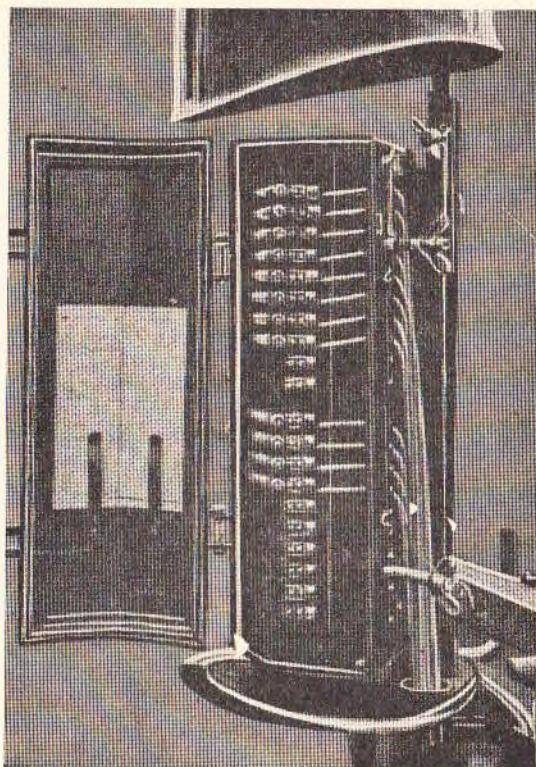


(Abb. 40)

#### 4. Die Kennzeichnung der Endeinrichtungen im Anschlußnetz

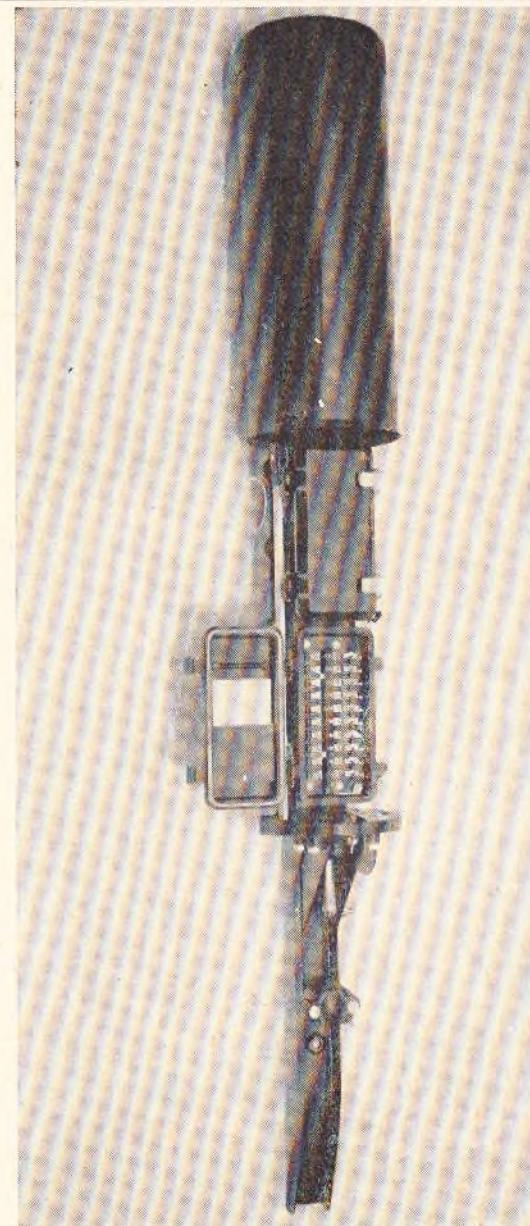
Der Endverzweiger oder Überführungsendverschluß wird in den Schaltunterlagen fortlaufend mit einer arabischen Zahl (1, 2, 3 usw.), der die Bezeichnung des jeweiligen Bereichs vorangesetzt ist, gekennzeichnet. Zum Beispiel bedeutet A 3.2 die zweite Endeinrichtung (EVz oder ÜEVs) im KVz-Bereich A 3, oder B 1.3 die dritte Endeinrichtung im KVz-Bereich B 1. Sind Endverzweiger unmittelbar an den Hauptverteiler oder Linienverzweiger herangeführt, so erhalten sie an Stelle der KVz-Bezeichnung eine 0, z. B. A 0.3 oder B 0.6. Hintereinandergeschaltete Endeinrichtungen werden nach den gleichen Regeln je für sich (ohne besondere Unterscheidungsbuchstaben) gekennzeichnet.

#### Sicherungs- und Schaltraum des ÜEVs-01 Bauart 1950, Ausführung I



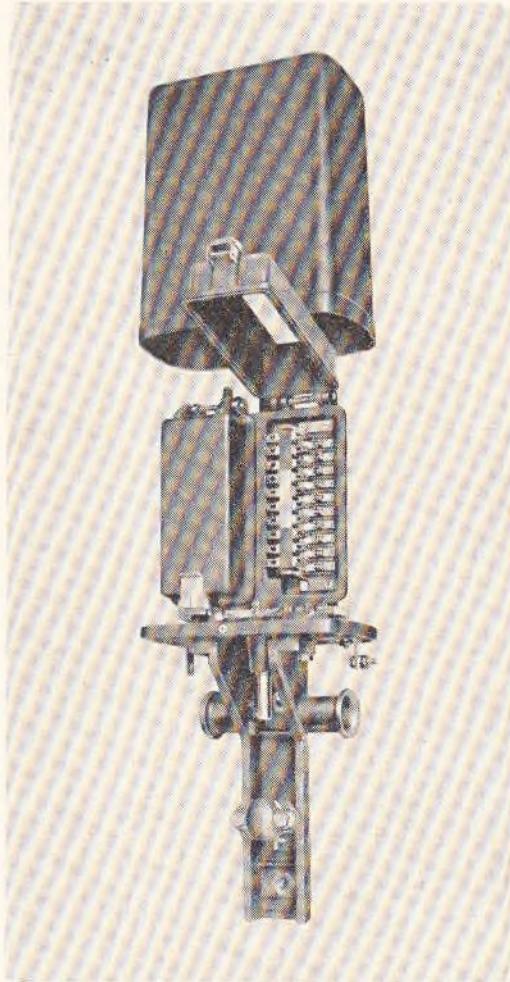
(Abb. 41 a)

#### ÜEVs-01 50, Ausführung II mit hochgeschobener Blechhaube



(Abb. 41 b)

### ÜEVs 59 mit hochgeschobener Kunststoffhaube



(Abb. 42)

#### IV. Fragen zu den Abschnitten C. und D.

1. Welche Aufgabe hat der Hauptverteiler? 2. Wozu dienen Aufteilungsmuffen und wie werden sie gelagert? 3. Was sind Verzweigungseinrichtungen und welche Aufgaben sollen sie im Anschlußnetz erfüllen? 4. Welche Endeinrichtungen kennen Sie? 5. Wann werden Kabelkanalanlagen vorgesehen? 6. Welche Kabel werden in die Kabelkanalanlage eingezogen? 7. Was ist ein Verzweigungspunkt? 8. Welche Bauteile befinden sich am Hauptverteiler alter Art und welche am

- HVt 55? 9. Welcher grundsätzliche Unterschied besteht in bezug auf die Beschaltung des HVt zwischen der waagerechten und der senkrechten Seite? 10. Warum benötigen wir heute an der senkrechten Seite des HVt keinen Sicherungsfeinschutz mehr? 11. Weshalb müssen die Anschlußkabel in den Verzweigungseinrichtungen in Endverschlüssen abgeschlossen werden? 12. Wieviel DA können die LVz aufnehmen, wenn sie mit EVs 58 ausgerüstet werden? 13. Aus welchem Material besteht der KVz 59 und was kann in ihm untergebracht werden? 14. Welche Endeinrichtungen kennen Sie und wo werden sie angebracht? 15. Welche Aufgaben kann der ÜEVs 59 übernehmen?

## E. Aufbau der Kabelkanalanlagen

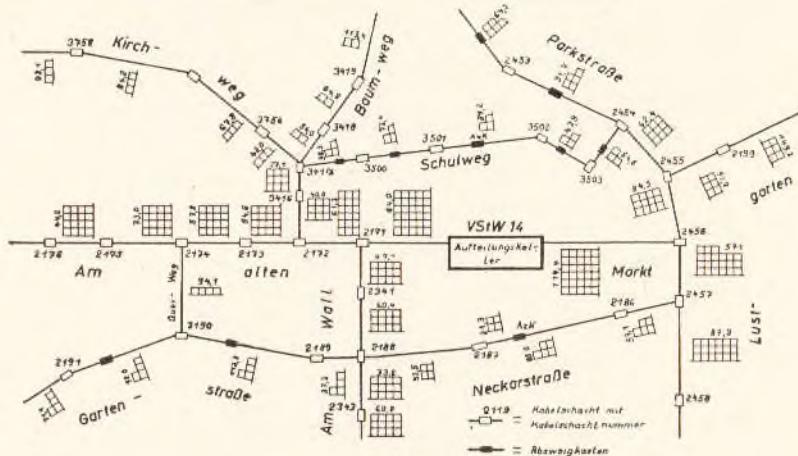
Im Abschnitt C. unter Kapitel VI. haben wir bereits einiges über die Aufgaben einer Kabelkanalanlage gehört; wir wollen hier jetzt den Aufbau einer solchen Anlage näher betrachten. Zu diesem Zweck müssen wir zunächst erfahren, wie ein Kabelkanalnetz gegliedert ist, welche Bauteile dazu gehören, aus welchen Materialien diese Teile gefertigt werden und wie sie in den Straßenkörper eingeordnet sind.

### I. Aufbau des Kanalnetzes in großen Ortsnetzen

Aus dem oben genannten Abschnitt ist uns bekannt, daß die **Kabelkanalanlage** aus dem **Kabelkanal**, den **Kabelschächten** und den **Abzweigkästen** besteht. Sie nimmt im **Kabelaufteilungsraum der OVSt** oder dem **Kabelschacht vor der OVSt** (Kabelkanalnetzschwerpunkt des Anschlußbereichs) ihren **Anfang** und **breitet sich** entsprechend der geplanten **Lage der Hauptkabel** oder **Verzweigungskabel** über das **Anschlußnetz** bis zum **Kabelschacht vor dem KVz** oder **Abzweigkasten** in unmittelbarer Nähe der **Endeinrichtung** aus, falls im Verzweigungsnetz nicht **Erdkabel** wirtschaftlicher einzusetzen sind. Die Abb. 43 zeigt diesen Verlauf in schematischer Darstellung mit entsprechenden Bildzeichen.

**Kabelkanalnetzschwerpunkte** finden wir nicht nur im **Aufteilungskeller der OVSt**, sondern auch im **Aufteilungsraum der Fern- und Verstärkerämter**, denn die **Fern- und Bezirkskabel** in mittleren und großen Städten werden gleichfalls im **Kabelkanal** geführt.

**Kabelkanalnetz eines Anschlußbereichs**



(Abb. 43)

Die Kanäle für die Hauptkabel sind durch Kabelschächte in bestimmten Abständen unterbrochen. In die Kanäle für Verzweigungskabel sind nach Bedarf Abzweiggkisten eingebaut. Von diesen führen unter Umständen noch einzügige Kanäle für unterirdische Hauseinführungen weiter. Sind die Kanäle für Hauptkabel und die für Verzweigungskabel in einem Kanalgraben untergebracht, so haben beide Kanäle einen gemeinsamen Schacht. Der Kanal für Verzweigungskabel liegt in diesem Fall auf dem Kanal für Hauptkabel, da er wegen der Abzweigungen zu den Grundstücken öfter durch Abzweiggkisten unterbrochen werden muß als der Kanal für die Hauptkabel. Aus den Kabelschächten können bei günstiger Lage zum Grundstück gleichfalls Kanäle für Hauseinführungen abgehen.

In Kabelkanälen mit 5 oder weniger Zügen sollen möglichst Kabel-Kleinschächte eingesetzt werden.

**II. Die Bauteile der Kabelkanalanlage**

**1. Die Kabelkanäle**

Die Kabelkanäle werden in der Regel aus Kabelkanalformsteinen hergestellt, die aus Beton in vier Bauformen mit 1, 2, 3 oder 4 Zügen je Formstein gefertigt werden. Können diese Formsteine wegen Raummangels oder zu geringer Deckung nicht verlegt werden, so werden hierzu nahtlose Kabelschutzrohre aus Flußstahl benutzt. Ist das Auftreten von Irr-

strömen zu befürchten, so werden für die Stahlschutzrohre schlecht leitende Baustoffe (Asbestzement- oder Kunststoffrohre) verwendet. Wenn der Kabelkanal wasserdicht sein muß, so können 4 m lange Asbestzementrohre mit gelenkigen und gegen Wasserzufluß dichten Muffen verlegt werden. Damit beschädigte Kabelformsteine ohne Betriebsstörungen ausgetauscht werden können, sind längsgeteilte, aus Ober- und Unterteil bestehende Kabelformsteine entwickelt worden.

In den Straßen erfolgt das Unterbringen der Kabelkanäle in der Regel in den Gehwegen; sie dürfen nur dann in die Fahrbahn verlegt werden, wenn der hierzu benötigte Raum in den Gehwegen fehlt. Die Einordnung der Gas-, Wasser- und Kabelleitungen in den Straßenkörper wird durch besondere Richtlinien (Raumverteilungsplan DIN 1998) geregelt, die Weiterungen mit anderen Behörden vermeiden sollen. Die Deckung der Kabelkanäle beträgt in den Gehwegen mindestens 50 cm und in den Fahrbahnen mindestens 60 cm. Werden die Gehwege durch Querstraßen oder Toreinfahrten gekreuzt, so muß die Deckung für diese Strecke 60 cm zuzüglich der Bordsteinhöhe betragen.

Die Kanäle müssen zwischen zwei Kabelschächten gradlinig verlaufen, damit der Bleimantel beim Einziehen der Röhrenkabel nicht beschädigt wird. Um das Einziehen und Lagern der Kabel oder der Lötstellen zu erleichtern, sollen die Kabelkanäle in den Schächten möglichst in beiden Richtungen in gleicher Höhe liegen.

In der nachstehenden Übersicht sind die Maße und Gewichte der Kabelkanalformsteine angegeben.

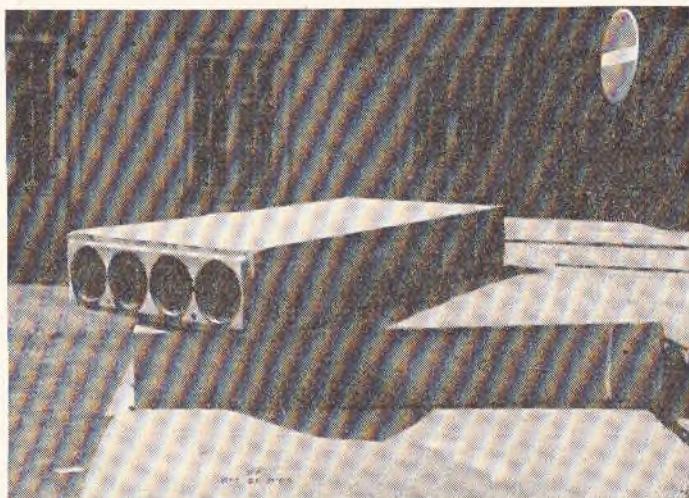
**Maße und Gewichte der Kabelkanalformsteine**

Kabelkanalzüge . . . . .	1	2	3	4
Länge in cm . . . . .	100	100	100	100
Breite in cm . . . . .	15	27	38	50
Höhe in cm . . . . .	15	15	15	15
Durchmesser der Züge in cm . .	10	10	10	10
Gewicht in kg . . . . .	30	50	71	93

Die Kabelkanalformsteine für Hauseinführungen – sie sind nicht in der vorstehenden Tabelle aufgeführt – sind 75 cm lang, 8 cm breit und hoch und haben eine Öffnung von 4 cm Durchmesser.

Die Abb. 44 läßt die äußere Form der Kabelkanalformsteine erkennen. Jeder Formstein ist auf der einen Stirnseite mit einem Falz und auf der anderen mit einer Nute ausgestattet; Falz und Nute fassen beim Auslegen ineinander. Außerdem enthalten die Stirnseiten je zwei Löcher von

### Kabelkanalformsteine mit 4 Zügen



(Abb. 44)

10 mm Durchmesser und 50 mm Tiefe, in die beim Verlegen der Steine Stahldorne gesteckt werden. Um die Bleimäntel der Röhrenkabel beim Einziehen nicht der rauhen Zementoberfläche auszusetzen, sind die Züge zum Schutz mit einer Bitumenschicht versehen.

Seit einiger Zeit werden versuchsweise auch Kunststoffrohre als Rohrzüge verlegt, und zwar Rohre aus Werkstoff Hart-Polyvinylchlorid (Hart-PVC) und Hart-Polyäthylen (Hart-PE). Hart-PVC-Rohre mit einem Außendurchmesser von 110 mm und einer Wanddicke von 5,3 mm werden in 1 m, 6 m und 12 m Längen geliefert. Zwischenlängen werden durch Zersägen der Normlängen gewonnen. Jedes Hart-PVC-Rohr ist am Ende mit einer Muffe versehen, in die das nächste Rohr eingeschoben und verklebt werden kann. Hart-PE-Rohre haben größere Wanddicken als Hart-PVC-Rohre, sind aber deshalb nicht schwerer, da ihr spezifisches Gewicht erheblich kleiner ist. Sie werden meistens in Ringen oder bei größeren Längen aufgetrommelt geliefert.

Hart-PVC-Rohre müssen nicht geradlinig verlegt werden, sie werden daher immer dann eingesetzt, wenn Hindernisse das Auslegen von Kabelkanalformsteinen verbieten und die Verlegung der Hindernisse entweder zu kostspielig oder unmöglich ist. Außerdem können bei dieser Bauweise Kabelschächte eingespart werden.

Hart-PE-Rohre eignen sich besonders zum Kreuzen von Flüssen, Kanälen, Bächen und für Sonderzwecke, da sie in großen Längen geliefert und gut gebogen werden können. Sie sind aber wesentlich teurer als die PVC-Rohre und werden daher nur für diese besonderen Maßnahmen verwendet.

### 2. Die Kabelschächte

Die Schächte werden benötigt, um Kabelteillängen einziehen, Spleißstellen herstellen und Löt muffen lagern zu können. Sie sind an allen Gabel- und Winkelpunkten in der Nähe der Linien- und Kabelverzweiger und auch oft vor und hinter Brücken und Toreinfahrten erforderlich. Der Abstand der Schächte voneinander ist von der Lieferlänge hochpaariger Kabel und den örtlichen Gegebenheiten (Verlauf der Straßen) abhängig. Der größte Abstand beträgt 150 m (Lieferlänge hochpaariger Kabel); im allgemeinen sind es 80 bis 120 m.

Kabelschächte (KSch), die zum Lagern der Löt muffen bestimmt sind, werden Löt schächte und die in Winkelpunkten gesetzten Schächte – soweit sie keine oder nur kleine Löt muffen enthalten – Durchziehschächte genannt. Die letzteren dienen in der Regel beim Einziehen der Kabel als Hilfsschächte.

Die Zahl der Kabelschächte und ihre Größe soll möglichst klein gehalten werden, weil die Herstellungs- und Instandhaltungskosten sehr groß sind.

Die Größe der Schächte, die allen arbeitstechnischen Anforderungen entsprechen müssen, hängt von der Anzahl der einzumündenden Kanalzüge ab. Die nachstehende Tabelle gibt die lichten Maße einiger Norm-KSch wieder.

Norm-Kabelschächte (lichte Maße in cm)

Länge		Breite		Tiefe
160	×	120	×	165
200	×	120	×	165
250	×	150	×	165
310	×	150	×	165

Kabel-Kleinschächte (lichte Maße in cm)

Länge		Breite		Tiefe
70	×	70	×	100
140	×	70	×	105

Die Kabelschächte bestehen aus

- dem Schachtunterbau (Boden und Wände),
- der Sachtdecke und
- der Kabelschachtdeckung.

Nach der Bauweise werden sie unterteilt in

- KSch aus Mauerwerk,
- KSch aus Ortbeton und
- KSch aus Stahlbeton-Fertigbauteilen.

Wir wissen, daß die Kabelkanalanlage nach Möglichkeit in den Gehwegen untergebracht werden soll; ist dies nicht möglich, so bleibt im allgemeinen nur noch die Fahrbahn zur Einordnung übrig. Je nach Art der Einordnung unterliegen die Kabelschächte unterschiedlichen Belastungen. Sie müssen daher entsprechend ihrer Lage und der damit verbundenen Verkehrslast gebaut werden und lassen sich in **drei Belastungsgruppen** einteilen:

- a) **KSch in Gehwegen**, mindestens 2 m von der Fahrbahnkante entfernt,  
Verkehrslast: 800 kg/qm,
- b) **KSch in Gehwegen**, auf denen mit einem gelegentlichen Befahren durch Fahrzeuge zu rechnen ist (z. B. Gehwegrandstreifen oder Parkstreifen),  
Verkehrslast nach **Brückenklasse 12**, und
- c) **KSch in Fahrbahnen**,  
Verkehrslast nach **Brückenklasse 60**.

Unter Brückenklasse 12 beziehungsweise 60 ist die Gesamtlast von Lastkraftwagen (12 t) beziehungsweise Schwerlastwagen (60 t) mit einer bestimmten Radlast, die die Brücken und unsere KSch befahren, zu verstehen. Diese Brückenklassen sind bei der statischen Berechnung unserer KSch zu berücksichtigen.

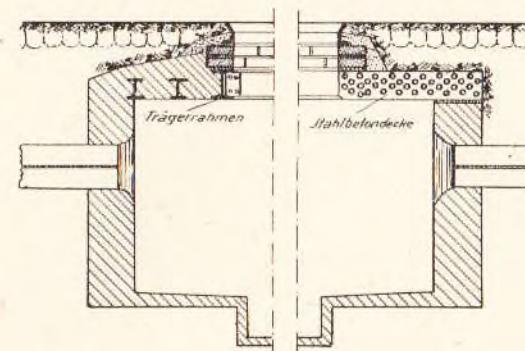
Für die KSch unter b) sind noch unterschiedliche Lastannahmen für den Schachtunterbau, die Schachtdecke und die Kabelschachtdeckung erforderlich. Dies kann hier aber nicht näher erörtert werden.

Die Decke der KSch kann nach der Bauweise des Schachtunterbaus und der Lage des Schachtes aus **Betondielen**, **Profilstahlträgern** oder **Stahlbeton als Fertigdecke** bestehen. Von der Profilträgerdecke wird heute nur noch wenig Gebrauch gemacht, da die Träger laufend entrostet und gestrichen werden müssen. Die Stahlbeton-Fertigdecke erfüllt den gleichen Zweck und hat den Vorteil, daß sie schneller verlegt werden kann und nicht nachgepflegt zu werden braucht.

Die Länge und Breite der Decken hängt von den äußeren Maßen der KSch und die Dicke von der jeweiligen Belastungsklasse ab. **Die Einstiegsöffnung in der Decke beträgt 70 × 70 oder 70 × 140 cm.** Die Decken der Lötshächte werden zumeist mit der großen Öffnung und die der Durchziehschächte mit der kleinen Öffnung hergestellt. In der Abb. 45 ist ein Kabelschacht im Schnitt dargestellt; die linke Hälfte ist wegen der besseren Anschauung mit einer Decke aus Profilstahlträgern und die rechte Hälfte mit einer Stahlbeton-Fertigdecke gezeichnet worden.

### Gehweg-KSch im Schnitt dargestellt,

links Trägerrahmendecke, rechts Stahlbetondecke



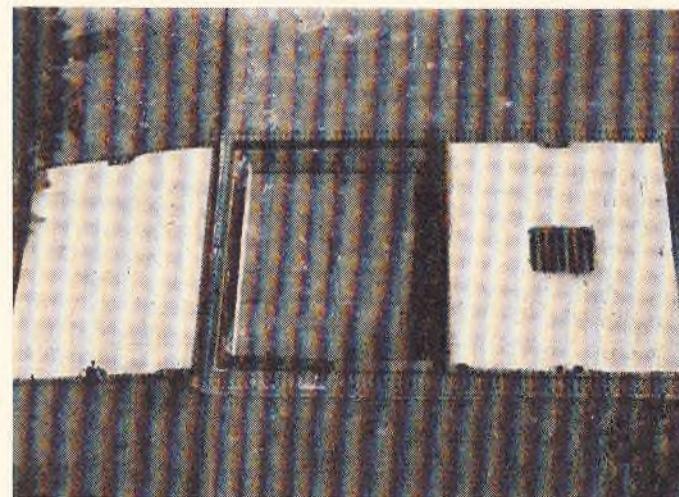
(Abb. 45)

Die Kabelschachtdeckung besteht aus dem Rahmen und einem Deckel oder aus zwei Deckeln (s. Abb. 46). Die Deckel sind mit Aushebeöffnungen und zur Entlüftung der KSch mit **Entlüftungsschlitzen** versehen.

Wir kennen

- **einteilige** Kabelschachtdeckungen mit **Entlüftung** und
- **zweiteilige** Kabelschachtdeckungen mit **Entlüftung**.

### Kabelschachtdeckung, zweiteilig mit Entlüftung



(Abb. 46)

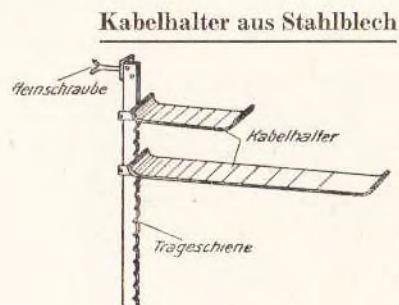
Sie werden weiter nach den schon genannten drei Belastungsklassen eingeteilt und entsprechend gebaut.

Rahmen und Deckel der Kabelschachtabdeckung sind im allgemeinen aus Stahlbeton gefertigt. Die Kanten sind zum Schutz mit einer profilierten Graugußzarge oder Flachstahlzarge oder einem Stahlband eingefaßt.

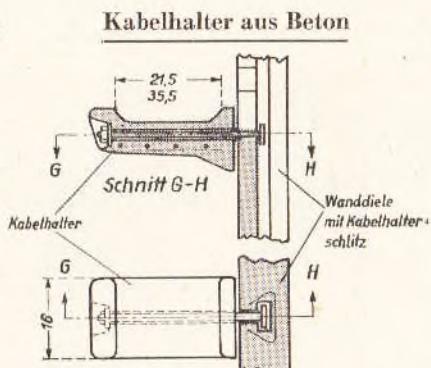
Einteilige Kabelschachtabdeckungen haben eine lichte Weite von  $70 \times 70$  cm und zweiteilige eine lichte Weite von  $70 \times 140$  cm. Neben diesen quadratischen und rechteckigen Kabelschachtabdeckungen sowie den viereckigen Deckeln werden z. Z. Versuche mit rautenförmigen ( $\diamond$ ) Kabelschachtabdeckungen mit dreieckigen ( $\triangleleft$ ) und annähernd dreieckigen ( $\nabla$ ) Deckeln durchgeführt. Sie sind aber nur für den Bereich der Brückenklasse 60, also in Fahrbahnen und Toreinfahrten, vorgesehen. Mit dieser Deckelform soll das unangenehme Klappern der Deckel - verursacht durch den Straßenverkehr - verhindert werden, denn sie liegen nur an drei und nicht an vier Punkten auf.

Durch die Entlüftungsschlitze der Kabelschachtabdeckungen kann Regenwasser und Straßenschmutz in den Schacht eindringen. Um dies zu verhindern, werden unterhalb der Entlüftungsschlitze im Rahmen der Kabelschachtabdeckungen Schmutzfänger angebracht, die aus einem zylinderförmigen Topf mit Bügel und einer Tragegestange aus Rundeisen bestehen.

Um die Kabel- und Löt muffen ordnungsgemäß lagern zu können, werden sogenannte Kabelhalter in die KSch eingebaut. Sie bestanden früher aus



(Abb. 47)



(Abb. 48)

Stahlblech und wurden an den senkrecht in der Schachtwand angeordneten Trageschienen (s. Abb. 47) angebracht. Diese Halter bedurften laufender Nachpflegearbeiten und waren dadurch unwirtschaftlich; neuerdings werden die Beton-Kabelhalter benutzt, die mit einem Messinganker im senkrecht angeordneten Kabelhalterpfosten oder Schlitz der Wanddiele (s. Abb. 48) zu befestigen sind.

### 3. Die Abzweigkästen

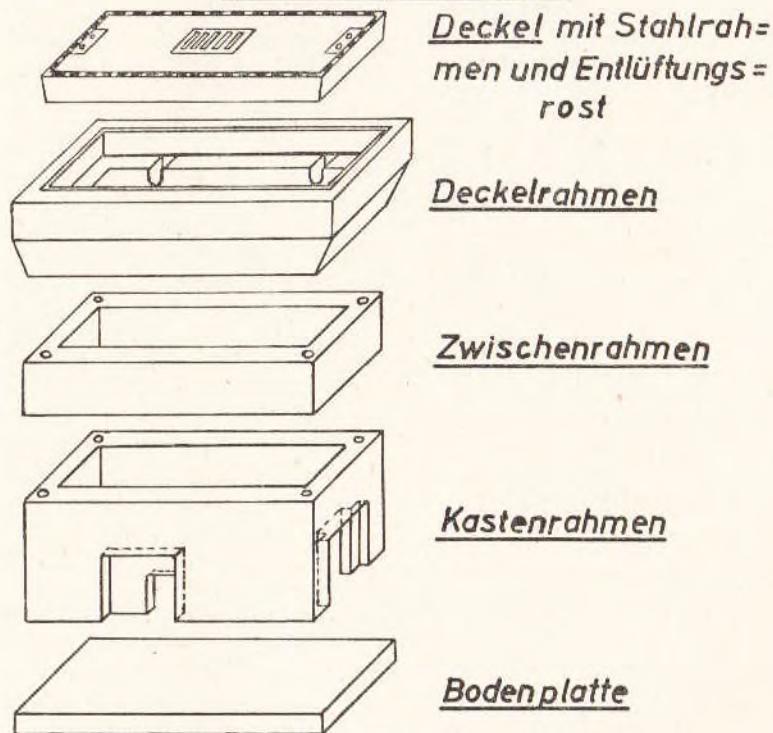
Die AzK werden im allgemeinen im Kabelkanal für Verzweigungskabel eingeordnet, damit sie die Löt muffen aufnehmen können und das Einziehen der Kabelteillängen ermöglichen. Der Abstand der AzK voneinander richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und der Lage der Grundstücke; er soll allgemein 50 m nicht überschreiten, da das Einziehen der Kabel sonst unnötig erschwert wird.

Die neuen AzK bestehen aus Stahlbeton-Fertigbauteilen und sind aus fünf Einzelteilen zusammengesetzt, und zwar:

- der Bodenplatte,
- dem Kastenrahmen,
- dem Zwischenrahmen,
- dem Deckelrahmen und
- dem Deckel (s. Abb. 49).

Die Deckel und Deckelrahmen sind mit Flachstahl oder mit einer Graugußzarge eingefaßt; der Entlüftungsrost im Deckel ist aus Grauguß ge-

#### Einzelteile des Abzweigkastens



(Abb. 49)

fertigt. Die AzK werden für Gehwege (Belastung: 800 kg/qm) und gelegentlich befahrene Gehwege (Belastung: Brückenklasse 12) hergestellt. Die lichte Weite beträgt  $650 \times 400 \times 590$  mm. Die Wände des Kastenstücks enthalten Aussparungen für die Kabelkanäle. Für Straßenkreuzungen können Kabel-Kleinschächte  $70 \times 70$  cm oder  $140 \times 70$  cm verwendet werden; dies ist erforderlich, da der Kabelkanal in der Fahrbahn – wie bereits erwähnt – mindestens 60 cm Deckung erhalten muß. Eine rechteckige Schmutzschale, die unterhalb des Deckels im Deckelrahmen aufgehängt wird, nimmt das durchsickernde Regenwasser und den eindringenden Straßenschmutz auf.

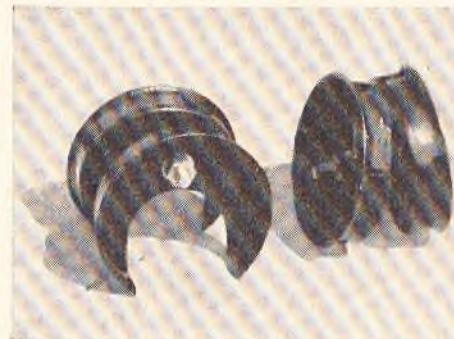
### III. Entlüften und Abdichten der Kabelkanäle

Die Kabelkanalanlage, die aus Kabelkanalformsteinen hergestellt ist, ist nicht vor Gas- und Wassereinbruch geschützt, da sie nicht gas- und wasserdicht verlegt werden kann. Sie birgt daher eine Gefahr für den Straßenverkehr und die mit unserer Anlage verbundenen Häuser in sich, wenn nicht nach dem Bau der Anlage noch besondere Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, die später auch laufend auf ihre Wirksamkeit hin überprüft werden. Aus diesen Gründen sind bei derartigen Arbeiten folgende Sicherheitsmaßnahmen zu beachten:

1. Jeder dritte KSch soll im Kanalnetz eine Abdeckung mit Entlüftung erhalten, darunter vor allem jeder Endschacht, jeder Schacht mit Kanalverzweigungen und alle höchst gelegenen Schächte in Kanalanlagen mit Höhenunterschieden. Als Regelabstand der Entlüftungsstellen gelten etwa 300 m. **Kabelschacht-abdeckungen ohne Entlüftungsschlitze werden neuerdings nicht mehr hergestellt.** Die genannte Vorschrift ist daher nur für Kabelkanalanlagen von Bedeutung, in der noch Deckel ohne Entlüftungsschlitze enthalten sind.
2. In Kabelkanälen, die nur durch AzK unterbrochen sind, müssen Entlüftungsabdeckungen in Abständen von 200 m vorgesehen sein. **Heute werden die AzK nur noch mit Entlüftungsabdeckungen hergestellt.**
3. In Kabelkanälen, die Hauptkabel führen, sind grundsätzlich abzudichten:
  - a) alle Kanalzüge der Einführungsschächte vor den Ämtern, die im Gebäude einmündenden Kanalzüge außerdem auch in den Einführungskellern und
  - b) bei Kanalverzweigungen alle Kanalöffnungen der abzweigenden Strecke, um den Übertritt von Gas und Wasser aus dem einen in den anderen Kanal zu verhüten.

4. In Kanalzügen mit Höhenunterschieden sind die Öffnungen derjenigen Schachtwand abzudichten, die dem tieferen Kanalzug gegenüberliegt, um die aus diesem ausströmenden leichten Gase zum Entweichen durch die Entlüftungsschlitze der Schacht-abdeckung zu zwingen.
5. Im Kabelkanal, die Verzweigungskabel führen, sind alle aus den AzK in die Häuser eingeführten Kanäle sowohl in den AzK als auch in den Einführungskellern abzudichten.

#### Abdichtschalen



(Abb. 50)

Zum Abdichten der Kanalöffnungen dienen zweiteilige Abdichtschalen (s. Abb. 50). Sie wurden bisher aus Stahlblech, neuerdings jedoch aus Kunststoff gefertigt. Eine Schraube verbindet die beiden Teile miteinander. Für unbesetzte Öffnungen werden **Vollschalen** und für besetzte Öffnungen **Schalen mit entsprechenden Durchlaßöffnungen** verwendet. Drei Regelgrößen aus Kunststoff ersetzen die sieben alten aus Stahlblech. Äußerlich unterscheiden sich die Kunststoffschalen nur wenig von denen aus Stahlblech. Bei den neuen Schalen lassen sich die Durchlaßöffnungen durch Entfernen dazu vorbereiteter Wandteile mit dem Seitenschneider verändern; nur so war die Typenbegrenzung von sieben auf drei möglich (s. nachstehende Tabelle).

Bezeichnung	Für Züge mit der lichten Weite mm	Größe der veränderlichen Durchlaßöffnung mm
AdS 1	40	0, 20
AdS 2	100	0, 20, 38
AdS 3	100	55, 70

Wirksam werden die Abdichtschalen dadurch, daß man **Abdichtmasse** zwischen die beiden Schalentteile streicht, die Ränder mit **Abdichtwickeln** umgibt und die Mutter der Schraube mit einem Steckschlüssel andreht.

#### IV. Der Richtdorn

Die **Kabelkanäle**, die fast ausnahmslos vom Unternehmer gebaut werden, dürfen nur unter Verwendung des **Richtdorns**, der von der DBP beigestellt wird, hergestellt werden. Der **Richtdorn** dient dabei als **Lehre** und sorgt dafür, daß der **Kabelkanal** den Vorschriften entsprechend **gradlinig verlegt** wird; er besteht aus Stahlrohr oder Hartholz und ist mit einem Lederriber und einer Bürste ausgerüstet. Er hat eine Länge von 1,50 m und ist im Durchmesser etwa 3 mm kleiner als der Kanalzug. Die **Lederscheibe**, die den beim Verstreichen der Formsteine eindringenden Mörtel mitnehmen soll, ist im Durchmesser etwas größer als der Kanalzug. Die Bürste soll den Kanalzug reinigen (siehe Abb. 51).

Richtdorn mit Lederscheibe und Bürste



(Abb. 51)

#### V. Der Bau einer Kabelkanalanlage

##### 1. Planverfahren und Auskundung

Das aus dem Jahre 1900 stammende **Telegraphenwegegesetz** (siehe auch Band A 1 des „Handbuchs für den Fernmeldehandwerker der DBP“) räumt der DBP das Recht ein, **Fernmeldelinien in öffentlichen Wegen, Plätzen, Brücken und Straßen einzuordnen**; es besagt weiter, daß dem Bau ein sogenanntes **Planfeststellungsverfahren** (abgekürzt **Planverfahren** genannt) voranzugehen hat. Dieses gesetzlich vorgeschriebene Verfahren ist sehr umständlich und zeitraubend. Es wurde daher im Jahre 1935 durch das „Gesetz zur Vereinfachung des Planverfahrens für Fernmeldelinien“ vereinfacht und neu geregelt. Nach diesem Gesetz ist die DBP verpflichtet, den **Wegeunterhaltungspflichtigen und sonst Beteiligten am Verkehrsweg** (Gas- und Wasserwerke, Stadtplanungsämter, Polizei, Feuerwehr usw.) **vor Inanspruchnahme eines Weges** zur Wahrung der Interessen aller Beteiligten die Einzelheiten des geplanten **Bauvorhabens bekanntzugeben**. Das kann schriftlich oder mündlich geschehen. Damit in dieser Frage möglichst einfach und zweckmäßig verfahren werden kann,

werden alle Beteiligten vom zuständigen Fernmeldeamt oder Fernmeldebauamt vielfach zu einer sogenannten **Begehung** gebeten. An Ort und Stelle wird ihnen dann das Bauvorhaben erläutert. Die Beteiligten bringen dazu ihre Lagepläne mit und untersuchen, ob auf Grund vorhandener oder in abschbarer Zeit geplanter Anlagen Einspruch gegen das geplante Vorhaben der DBP erhoben werden muß.

Bei einer ordnungsmäßig durchdachten und vorher ausgekundeten Planung ist nur selten mit einem Einspruch zu rechnen, da etwaige Schwierigkeiten in der Regel durch die vorangegangene Auskundung oder in Vorverhandlung mit den verschiedenen Beteiligten geklärt werden können. Die Auskundung erfolgt im allgemeinen durch den Planungsbeamten, Bezirksbauführer und den Bautruppführer. Sie erstreckt sich nicht nur auf das Einsehen der Lagepläne bei den beteiligten Leitungsverwaltungen, es müssen vielmehr bei unklaren Verhältnissen im Straßenkörper und unvollständig geführten oder im Kriege vernichteten Lageplänen der Beteiligten **Probeaufgrabungen** gemacht werden, um festzustellen, ob für unsere geplante Anlage noch genügend Raum vorhanden ist. Probeaufgrabungen werden zweckmäßig dort gemacht, wo später ein Kabelschacht gesetzt werden soll, da diese den größten Raum einnehmen.

Mit der Planung einer Kabelkanalanlage oder einer sonstigen Fernmeldeanlage auf öffentlichen Wegen sind somit ganz erhebliche Vorarbeiten verbunden, bevor der von der DBP beauftragte Unternehmer mit dem eigentlichen Bau der Anlage beginnen kann.

##### 2. Verlegen eines Kabelkanals aus Kabelkanalformsteinen

Nachdem der Bauunternehmer die **Baustelle für den Verkehr genügend kenntlich gemacht und abgesichert hat**, kann mit dem Bau der Kabelkanalanlage begonnen werden. In der Regel wird zunächst die befestigte Wegeoberfläche aufgebrochen und das eingebaute Befestigungsmaterial, soweit es später zur Wiederherstellung der Wegeoberfläche dienen kann, besonders gesichert und gelagert. Danach erfolgt der Bodenaushub entsprechend der einzubauenden Anlage zuzüglich des notwendigen Arbeitsraums.

Die **Breite der Kabelkanalgräben hängt nicht nur von der Breite, sondern auch von der Anzahl der übereinanderliegenden Kabelkanalformsteine ab**.

Die Breiten wurden neu festgelegt und betragen nunmehr:

1 Zug breit und bis 3 Zug hoch	45 cm
1 Zug breit und über 3 Zug hoch	55 cm
2 Zug breit und bis 3 Zug hoch	60 cm
2 Zug breit und über 3 Zug hoch	70 cm
3 Zug breit und beliebig hoch	80 cm
4 Zug breit und beliebig hoch	90 cm
6 Zug breit und beliebig hoch	120 cm
8 Zug breit und beliebig hoch	140 cm

Bei diesen Maßen ist man davon ausgegangen, daß der Boden steht, d. h., nicht besonders mit Bohlen usw. abgestützt werden muß.

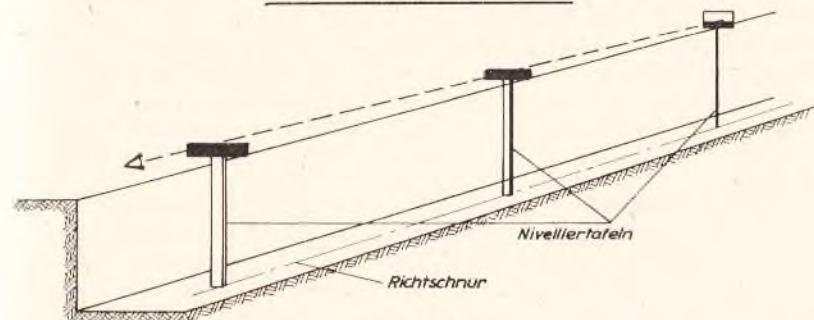
Die Tiefe des Grabens hängt einmal von der Deckung, die der Kanal erhalten soll, und zum anderen von der Anzahl der Formsteinlagen ab. Soll z. B. ein Kabelkanal von  $3 \times 4$  Zügen verlegt werden, so kommen drei Formsteine zu je 4 Zügen übereinander. Zwischen den einzelnen Lagen muß eine 1 cm dicke Zementmörtelschicht beim Verlegen eingebracht und bei der Berechnung der Tiefe berücksichtigt werden. Der Graben müßte demnach, Kabelkanal im Gehweg vorausgesetzt, 97 cm ( $50 + 3 \times 15 + 2 \times 1 = 97$  cm) tief ausgeschachtet werden. Ist die Sohle des Grabens nicht steinfrei, so sind noch 5 cm auszuschachten, da vor dem Verlegen der Formsteine steinfreier Boden eingefüllt werden muß.

Ist der Kanalgraben soweit ausgeschachtet, daß die Rohsohle erreicht ist, muß – bevor die letzten Unebenheiten ausgeglichen werden – darauf geachtet werden, daß der Kanalgraben im Tafelschnitt liegt, d. h., der Kanal zwischen zwei Schächten weder nach oben oder unten, noch nach der einen oder anderen Seite abknickt. Zu diesem Zweck wird der Kanalgraben durchgetafelt. Die Abb. 52 zeigt das Ausrichten der Grabensohle. Auf der Grabensohle werden drei Holztafeln (sogenannte Nivelliertafeln), die aus einem waagerechten und einem senkrechten Teil bestehen, aufgestellt. Die Holztafeln werden so über ihren waagerechten Teil einvisiert, daß sie eine gerade Linie bilden. Es ist dabei ohne Bedeutung, ob diese Visierlinie oder der nach dieser Linie zu legende Kanal von einem Schacht zum anderen steigt, fällt oder waagrecht verläuft. Selbstverständlich muß die Mindestdeckung eingehalten werden. Erzwingen Hindernisse im Kabelgraben, die nicht beseitigt werden können, einen steigenden oder fallenden Verlauf des Kabelgrabens, so ist darauf zu achten, daß der Kabelkanal nicht zu hoch oder zu tief in die Schächte einläuft. Die Unterkante des untersten Kabelformsteins soll 40 cm über der Schachtsohle in den Schacht einlaufen. Andere Hindernisse müssen im Benehmen mit den Eigentümern verlegt oder beseitigt werden.

Steht zu befürchten, daß sich die Grabensohle später, nachdem der Kabelkanal fertiggestellt ist, senkt (Bergwerks- oder Moorgebiete) so muß die Grabensohle besonders befestigt werden. Hierzu wird eine Lage Stampfbeton (1 Teil Zement, 2 Teile Sand, 4 Teile Kies), die durch Moniereisen gegen Senkungen zusätzlich gesichert werden kann, in die Grabensohle eingebracht (Eisenbeton-Bauweise). Um zu vermeiden, daß der Kanal beim Verlegen etwa nach rechts oder links ausbiegt, wird der Kanalgraben auf einer Seite der Sohle mit Fluchtstäben durchgefluchtet und entlang dieser Fluchtlinie eine Schnur gespannt.

Die Kabelformsteine werden vor dem letzten Überarbeiten der Grabensohle so an den Grabenrand gelegt, wie sie auf der Grabensohle, Nute zu Falz, zu liegen kommen. Verläuft die Sohle nicht waagrecht, so ist darauf

### Ausrichten der Grabensohle

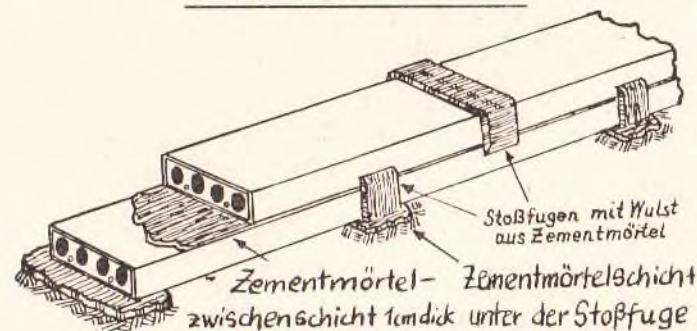


(Abb. 52)

zu achten, daß die Nute stets bergab zeigt, damit entlangfließendes Wasser nicht in die Kabelformsteine eindringen kann.

Beim Auslegen der Kabelformsteine wird die Grabensohle unter der Stoßstelle je zur Hälfte etwa 10 cm breit und 2 cm tief ausgehoben; diese Vertiefung wird mit Zementmörtel ausgefüllt und in den Zementmörtel mit der Mischung 1 : 2 (1 Teil Zement, 2 Teile Sand) die erste Stoßstelle eingebettet. Wird ein Kabelkanal mit mehreren aufeinanderliegenden Kabelformsteinen gebaut, so müssen sie im Mauerverband (s. Abb. 53) verlegt werden.

### Kabelkanal im Mauerverband



(Abb. 53)

Die zweite Lage beginnt dann mit einem halbierten Kabelformstein, die Stoßstellen der einzelnen Lagen werden so um eine halbe Formsteinlänge versetzt. Zwischen die einzelnen Lagen kommt eine 1 cm dicke Zementmörtelschicht der Mischung 1 : 2. Beim Verlegen der Kabelformsteine muß darauf geachtet werden, daß die kleinen Öffnungen in den Stirnseiten, in die in Zementmilch getauchte Haltedorne gesteckt werden, unten liegen. Es darf auch nicht vergessen werden, in jeden Kanalzug der Form-

steine **den** schon erwähnten **Richtdorn einzuschieben und durch alle neu hinzuzulegenden Kabelformsteine mit durchzuziehen**. Nach dem Verlegen dürfen die Kabelformsteine unter keinen Umständen wippen oder hohl liegen. Die Stoßstellen der Kabelformsteine müssen mit einem Wulst aus Zementmörtel 1 : 2 von 2 cm Stärke und 10 cm Breite oben und an den Seiten versehen werden, damit in den Kabelkanal kein Sand, Schmutz oder Ungeziefer eindringen kann.

Sind die Kabelformsteine ordnungsgemäß ausgelegt, so kann der Kabelgraben wieder verfüllt werden, wobei die Wegeoberfläche wieder einwandfrei hergestellt werden muß. Zu diesem Zweck wird zunächst eine **5 cm dicke Schicht steinfreie Erde** aufgebracht und dann der übrige Boden lagenweise eingeschauft und sorgfältig verstampft.

Um Hindernisse zu umgehen, können neuerdings auch die bereits erwähnten **Hart-PVC-Rohre ausgelegt werden**. Sie werden im allgemeinen mit einer **Erdüberdeckung** (einschl. Straßendeckschicht) von

**0,6 m in Fahrbahnen und**  
**0,5 m in Gehwegen** ausgelegt.

Die Sohlenbreite des Rohrgrabens richtet sich nach der Nennweite und der Anzahl der Rohre sowie dem zusätzlich erforderlichen Arbeitsraum. Die Grabensohle muß so beschaffen sein, daß sich an den Rohren keine Luftsäcke bilden können, sie dürfen auch **nicht punktwise gelagert** werden. In trockenem, tragfähigem und steinfreiem Untergrund sind für die Rohrbettung keine besonderen Maßnahmen erforderlich. Bei felsigem und steinigem Untergrund ist eine festzustampfende steinfreie Schicht aus Sand, Feinkies oder Feinerde vor dem Verlegen der Rohre einzubringen. Das Auslegen der PVC-Rohre in Lieferlängen bis zu 12 m ist einfach und schnell zu bewerkstelligen. Im allgemeinen kann auf besondere Rohrbögen verzichtet werden, denn die Rohre lassen sich bei Temperaturen um 20 °C ohne besondere Maßnahmen in Bögen mit Radien zwischen 6 und 10 m auslegen.

**PVC-Rohre lassen sich schneiden, kleben und aufschumpfen**. Zum Schneiden eignet sich ein feinzahniger Fuchsschwanz. Die vorteilhafteste Verbindungsart ist die Klebverbindung. Erforderlich sind hierfür ein Reinigungsmittel zum Entfetten und ein Kleber. **Vorsicht! sie sind feuergefährlich**. Die zu klebenden Flächen werden gereinigt, mit dem Kleber bestrichen und sogleich zusammengedrückt. Die Verbindungen müssen fachgerecht und sorgfältig hergestellt werden. Das sorgfältige Verkleben ist unerläßlich, denn nicht gut verklebte Rohrverbindungen können bei Temperaturschwankungen auseinanderreißen. Bei 25 °C Unterschied zwischen Sommer und Winter verkürzt sich z. B. ein im Sommer ausgelegter Rohrstrang von 300 m Länge um 0,6 m im Winter. Die genaue Herstellung von Rohrverbindungen ist in einer Arbeitsanweisung beschrieben, die hier nicht im einzelnen erwähnt werden kann. Glatte Rohr-

enden werden mit Überschiebmuffen verbunden. Es gibt aber auch Rohre mit angeformten Muffen. Eine weitere Verbindungsart ist das Aufschumpfen. Durch das Weiten eines Rohrendes mit einem Kaliber unter Erwärmung und durch anschließendes Abkühlen wird eine Muffe geformt. In diese kann dann ein anderes Rohrende – oder ein geeignetes Metallrohr – eingesetzt werden. Nach erneutem Erwärmen schrumpft das geweitete Rohrende fest auf.

Beim Verfüllen der Gräben nach dem ordnungsgemäßen Verlegen der Hart-PVC-Rohre muß besonders darauf geachtet werden, daß die Schüttlagen aus Sand, **insbesondere die seitlichen Lagen, gut verdichtet werden**. Bei einem sachgemäß verlegten elastischen Rohr ist anzunehmen, daß der Druck an allen Punkten des Rohrumfanges allmählich gleich groß sein wird und somit keine Rohrverformungen auftreten werden.

### 3. Herstellen eines Kabelschachtes aus Mauerwerk

Die **Baugrube für den KSch richtet sich nach den lichten Maßen** (Breite und Länge) des Schachtunterbaus zuzüglich der Wandstärken und des äußeren Arbeitsraums. Bei der Berechnung der Tiefe sind die Sohle, die lichte Tiefe des KSch, die Decke, die Ausgleichsschicht und die Kabelschachtdeckung zu berücksichtigen. Die Baugrube wird im Zuge der Erdarbeiten für den Kabelkanalgraben sofort mit ausgehoben. Das ist besonders dann erforderlich, wenn noch Zweifel über u. U. doch vorhandene fremde Anlagen, z. B. Hauseinlaß für Gas- oder Wasseranschluß, Schmutzwasserkanalanschluß usw., in der Baugrube des geplanten KSch bestehen.

**Neue technische Vorschriften** über den Bau von KSch aus Mauerwerk erfordern **eine statische Berechnung für die Schachtwände und -decken**, die von einem behördlich zugelassenen Prüfenieur für Baustatik anerkannt werden muß. Nur für Kabelschächte bestimmter Norm-Größen kann diese besondere Berechnung entfallen, da die Maße und Ausführungsart in diesen Fällen bereits ermittelt und in einem FTZ-Normblatt festgelegt und zusammengestellt worden sind.

Wir wollen uns im Rahmen dieses Bandes nicht näher mit der Herstellung dieser KSch aus Mauerwerk befassen. Die Arbeiten sind sehr kompliziert und die Beaufsichtigung des Bauunternehmers kann nur besonders geschultem Personal der DBP überlassen werden. Es soll aber erwähnt werden, daß die Schachtwände je nach Größe und Belastung mindestens 24 cm und höchstens 36,5 cm dick sind und in bestimmten Abständen innerhalb der Mauerfugen besonders geformte Rundstahldrähte eingelegt werden müssen. Zum Schutz der Rundstahleinlagen gegen Feuchtigkeit wird die Außenwand der Mauer mit einem Zementglattstrich und später mit einem Schutzanstrich versehen.

Die Sohle des Schachtes wird ebenfalls aus Mauerwerk hergestellt und erhält an geeigneter Stelle ein Sickerloch oder einen sogenannten **Pumpensumpf** zum restlosen Ausschöpfen des etwa in den Kabelschacht eingedrungenen Wassers.

Die Decke kann aus **Stahlbeton** (Fertigdecke), **örtlich eingebrachten Stahlbeton**, **Stahl-Trägerrahmen in Verbindung mit Mauerwerk** oder **Deckenplatten aus Stahlbeton** (nur für Gehwegschächte geeignet) gefertigt werden. Auf ihr muß eine sogenannte **Ausgleichsschicht** aufgebracht werden, um die Kabelschachtabdeckung jederzeit an die Wegeoberfläche anpassen zu können. Die Ausgleichsschicht kann bei **Gehwegschächten** aus **Mauerziegel** oder **Betonausgleichsplatten** aufgemauert werden. KSch-Ausgleichsschichten in **Fahrbahnen** müssen wegen der besonderen Belastung durch den rollenden Verkehr aus **bewehrtem Ortbeton genügender Festigkeit** oder aus **Stahlbetonfertigrahmen** aufgebaut werden. Die Kabelschachtabdeckung schließt den KSch ab.

Die Kabelkanalformsteine werden in die Wände des KSch eingeführt und trichterförmig zur inneren Wand hin angeputzt, um scharfe Kanten zu vermeiden und die Gefahr der Beschädigung der Kabel beim Einziehen zu verringern. Die Baustelle darf erst freigegeben werden, wenn der Kabelschacht genügend erhärtet ist. Wir weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, daß in der Abb. 45 bereits ein Kabelschacht aus Mauerwerk mit zwei verschiedenen Deckenarten schematisch im Schnitt dargestellt wurde.

#### 4. Herstellen eines Kabelschachtes aus Ortbeton

Für das Herstellen von KSch aus Ortbeton sind ähnliche neue Vorschriften erlassen worden. Auch hier ist eine statische Berechnung der Schachtwände und -decken erforderlich oder müssen für bestimmte Norm-Größen die Vorschriften eines besonderen FTZ-Normblatts beachtet werden.

Wir wollen nur ganz allgemein auf seine Bauweise eingehen. Ein solcher KSch wird an Ort und Stelle aus Beton (daher der Ausdruck „Ortbeton“) hergestellt. Der Beton wird in eine vorher in die ausgehobene Baugrube eingebaute zweiseitige Verschalung aus Stahlblech oder Holz eingebracht. Dabei sind in ganz bestimmten Abständen und Tiefen Rundstahldrähte eingelegt oder sogenannte Bewehrungsmatten aus Stahl über die ganze Tiefe eingehängt. Die Schachtsoble wird gleichfalls aus Beton in bestimmter Dicke mit 2 cm dickem Glattstrich aus Zementmörtel hergestellt und erhält ebenfalls ein Sickerloch oder einen Pumpensumpf. Decke, Ausgleichsschicht, Schachtabdeckung und Einmündung der Kabelformsteine in den KSch unterscheiden sich nicht von dem KSch aus Mauerwerk.

Die Baustelle darf erst freigegeben werden, wenn die Schachtwände genügend erhärtet sind; bei Fahrbahnschächten in der Regel nach 28 Tagen.

#### 5. Aufbau der Stahlbeton-Fertigschächte

Die unter 3. und 4. genannten KSch wurden in den letzten Jahren immer mehr von den KSch aus **Stahlbeton-Fertigbauteilen** verdrängt, da sie infolge der dünnen Wände (10 bis 12 cm) einen geringeren Raum im Straßenkörper benötigen, schneller einzubauen und vor allem auch billiger sind. Die Abbindezeit des Betons oder Zementmörtels entfällt hier. Die

KSch aus Mauerwerk oder Ortbeton werden im allgemeinen nur noch dann gebaut, wenn besondere Umstände, z. B. komplizierter Einlauf der Formsteine in den KSch, fremde Anlagen usw. dies erfordern.

Die KSch aus Stahlbeton-Fertigbauteilen werden in **rechteckiger** oder annähernd **ovaler Form** gefertigt; der ovalen Form ist laut Mitteilung des FTZ infolge der nachstehend genannten Vorteile der Vorzug zu geben:

1. Möglichkeit des An- und Ablaufs der Kabelkanalformsteine in allen Richtungen,
2. verbesserte Kabellagerung,
3. geringerer Platzbedarf im Straßenkörper,
4. leichteres Gewicht, dadurch geringere Transportkosten und
5. günstigerer Preis im Verhältnis zum rechteckigen KSch gleicher Größe.

In den Abb. 54 bis 59 sind die beiden Formen der Stahlbeton-Fertigschächte der Übersichtlichkeit halber aufbaumäßig dargestellt und die Einzelteile näher bezeichnet worden.

Die Fertigbauteile werden in einem Betonwerk im sogenannten **Rüttelverfahren aus Stahlbeton** hergestellt, wobei der Beton durch das maschinelle Rütteln eine sehr hohe Dichte und Festigkeit erhält. Die Wandstärken lassen sich daher besonders klein halten. Die wesentlichen **Bauteile des rechteckigen KSch** sind:

- die Bodenwanne mit Pumpensumpf,
- die Stirnwandrahmen,
- die Wanddielen mit Kabelhalterschlitzen und
- die Decke.

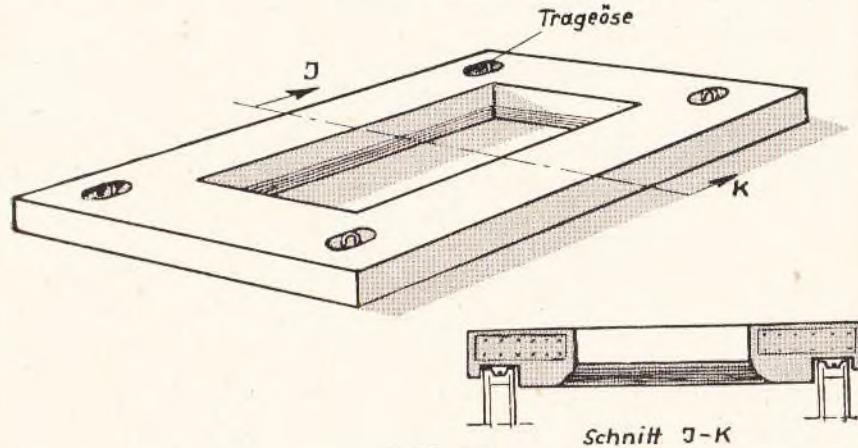
Fülldielen, Füllsteine, Sturzbalken und Backensteine dienen als Mündungstrichter für die Kabelkanalformsteine und zum Abdichten des KSch oberhalb und unterhalb des Mündungstrichters.

Die wesentlichen **Bauteile des ovalen KSch** sind:

- die Bodenwanne mit Pumpensumpf,
- die Bogenstücke,
- die Kabelfenster,
- die Wanddielen und Segmente mit Kabelhalterschlitzen und
- die Decke.

Fülldielen, Füllsteine, Sturzbalken und Backensteine dienen beim ovalen KSch nur als Mündungstrichter für seitlich abgehende Kabelformsteine. Die in die Stirnseiten einlaufenden Kabelformsteine werden von den sogenannten Kabelfenstern aufgenommen, die gleichzeitig den nutzbaren Raum der KSch vergrößern, da die Kabelformsteine im Vergleich zum rechteckigen KSch von Mündung zu Mündung gemessen weiter auseinanderliegen. Die in den Wandschlitzen zu befestigenden Kabelhalter aus Beton (siehe Abb. 48, Seite 74) können in beiden Schachtförmigen gleichermaßen verwendet werden.

### Stahlbeton-Fertigdecke (rechteckige Form)



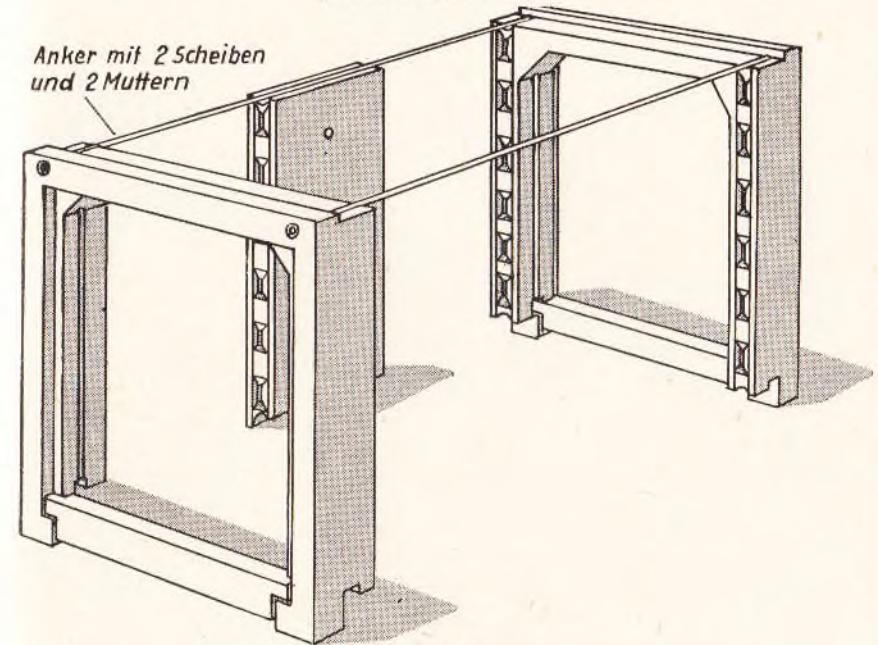
(Abb. 54)

Die Baugrube für einen Fertigschacht kann in ihren Abmessungen kleiner gehalten werden als die eines gemauerten Schachtes. Zu den lichten Maßen des KSch müssen die Wanddicken, die zusätzliche Dicke des Stirwandrahmens beim rechteckigen KSch oder die Dicke der Halbrundringe beim ovalen KSch und ein allseitiger Raum von 20 cm zwischen Außenwand des Schachtes und der Baugrubenwand als Arbeitsraum hinzugerechnet werden. Die Berechnung der Baugrubentiefe unterscheidet sich nicht von den übrigen Schachtarten.

Der Einbau der Stahlbeton-Fertigbauteile wird zweckmäßig mit einem Kranwagen vorgenommen. Steht dieser nicht zur Verfügung, kann auch ein zerlegbarer Portal-kran mit Laufkatze als Einbaugerät dienen. Bei dem Einbau wird die Bodenwanne zunächst in die vorbereitete und abgestampfte Baugrube eingelassen, dann folgen die Stirwandrahmen und Wänddielen beim rechteckigen Kabelschacht oder Wänddielen, Segmente und Bogenstücke beim ovalen Kabelschacht. Zuletzt wird die Stahlbeton-Fertigdecke aufgelegt. Die Fugenflächen aller Einzelteile müssen vor dem Einbau gereinigt, angefeuchtet und die waagerechten Fugen mit Zementmörtel 1:3 (1 Teil Zement, 3 Teile Sand) so bestrichen werden, daß sie ausgefüllt sind, wenn die Bauteile eingepaßt sind. Die senkrechten Fugen müssen gleichfalls mit Zementmörtel gleicher Mischung verfüllt werden, das geschieht teils durch Vergießen mit anschließendem Nachstopfen und teils durch Verstreichen der Fugen. Die Mündungstrichter und Kabelfenster werden erst dann eingesetzt, wenn ihre genaue Lage (Höhe und Seite) festliegt.

Auf die Decke werden die Ausgleichsschicht und darauf die Kabelschacht-abdeckung gelegt und mit Zementmörtel mit der Decke sowie der Ausgleichsschicht fest verbunden. Die Bedeutung der Ausgleichsschicht und ihr Aufbau wurde bereits beim Herstellen eines Kabelschachtes aus Mauerwerk (siehe S. 84) erwähnt.

### Stirwandrahmen eines Fertigschachtes (rechteckige Form)



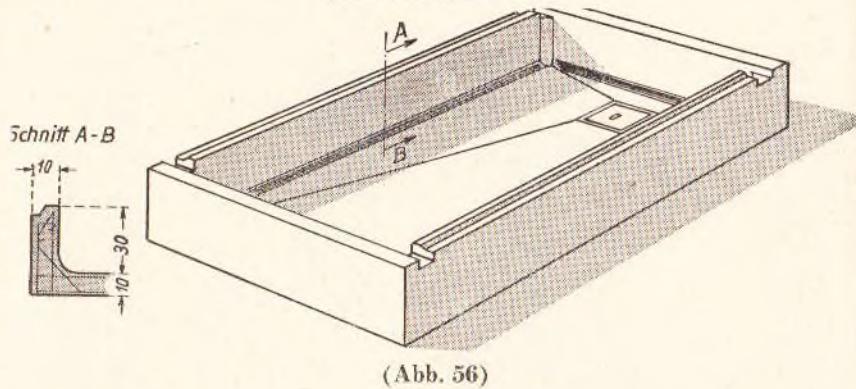
(Abb. 55)

Nach Einführen der Kabelformsteine in den KSch wird die Baugrube sofort verfüllt, die Wegeoberfläche wiederhergestellt und die Baustelle für den Verkehr freigegeben. Bei Fahrbahnschächten bestimmt jedoch die Art der Ausgleichsschicht die Freigabe der Baustelle an den rollenden Verkehr.

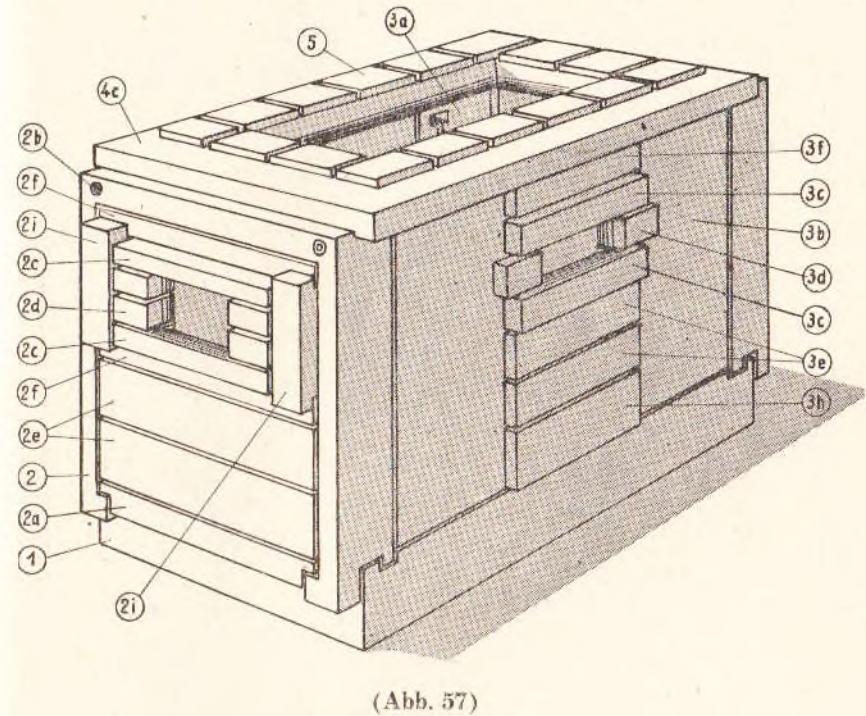
## 6. Aufbau der Abzweigkästen

Der Abzweigkasten aus Stahlbeton kann beim Neubau des ein- oder zwei-zügigen Kabelkanals eingesetzt oder bei Bedarf später eingebaut werden. Die Baugrube muß entsprechend ihren äußeren Abmessungen ausgehoben und die Bodenplatte im allgemeinen so verlegt werden, daß die einlaufenden Kabelformsteine auf der Bodenplatte ruhen. Der Kastenrahmen wird vor dem Einbau so hergerichtet, daß seine Öffnungen zu den Kanalabgängen passen; erst dann setzen wir den Kasten auf die Bodenplatte. Die Lage des Kastenteils auf der Bodenplatte ist durch 4 Löcher in den Ecken des Kastenrahmens und der Bodenplatte, in die Rundstahlstäbe von 10 mm Durchmesser gesteckt werden, festgelegt. Zwischen- und Deckelrahmen enthalten in den Ecken die gleichen Löcher. Vor dem Aufsetzen

**Bodenwanne eines Fertigschachtes**  
(rechteckige Form)



**Der Fertigschacht**  
(rechteckige Form)



des Deckelrahmens werden die 4 Rundstahlstäbe in die Ecklöcher eingeschoben; sie ragen aus dem Zwischenrahmen so weit hervor, daß sie den Deckelrahmen noch gegen Verschieben sichern können. Die Fugen der einzelnen Teile müssen vor dem Zusammenbau gereinigt, angefeuchtet und im Verhältnis 1:3 mit Zementmörtel angefüllt werden. Die aufeinandergesetzten Teile des AzK werden durch die Rundstahlstäbe verbunden und können auch beim Einfüllen und Feststampfen des Erdbodens nicht mehr verschoben werden.

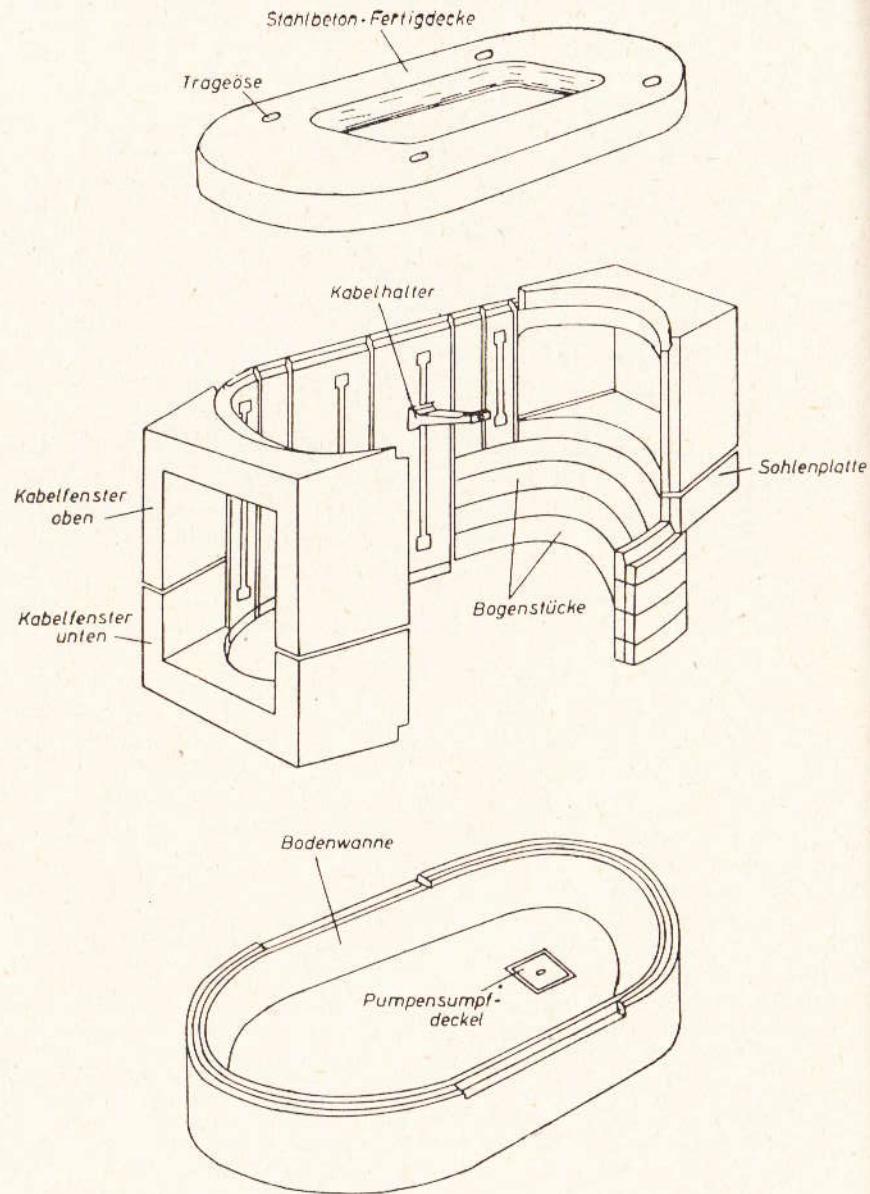
Eine besondere Abbindezeit ist für den AzK nicht erforderlich, so daß der Verkehr nach der Wiederherstellung der Wegeoberfläche sofort über die Baustelle hinweggehen kann.

**VI. Fragen zum Abschnitt E.**

1. Wo beginnt im allgemeinen die Kabelkanalanlage? 2. Woraus besteht eine Kabelkanalanlage und wo wird sie in der Regel in den Straßen angeordnet? 3. Welche Kabelformsteine gibt es und wie lauten ihre Abmessungen? 4. Warum werden Kabelschächte in die Kabelkanalanlage eingebaut? 5. Wie sind die Kabelschächte aufgebaut und wie werden sie entsprechend ihrer Bauweise eingeteilt? 6. Nach welchen Belastungsgruppen teilt man die Kabelschächte ein und wo sind sie im Straßenkörper anzuordnen? 7. Was gibt es für Kabelschachtabdeckungen und aus welchen Einzelteilen bestehen sie? 8. Aus welchen Einzelteilen bestehen die Abzweigkästen? 9. Womit sind die Kabelkanäle abzudichten? 10. Was hat zu geschehen, bevor ein geplanter Kabelkanal gebaut wird? 11. Welche Mindestdeckung muß ein Kabelkanal im Gehweg und welche in der Fahrbahn erhalten? 12. Wie muß ein Kabelkanal aus Kabelkanalformsteinen zwischen zwei KSch verlaufen und wie lang darf dieses Feld höchstens sein? 13. Welche Aufgabe hat der Richtdorn beim Verlegen eines Kabelkanales zu erfüllen? 14. Warum wird dem Einbau von ovalen Stahlbetonfertigschächten heute der Vorzug gegeben? 15. Nenne die Einzelteile des ovalen Stahlbeton-Fertigschachtes! 16. Wann verwenden wir: a) Hart-PVC-Rohre und b) Hart-PE-Rohre?

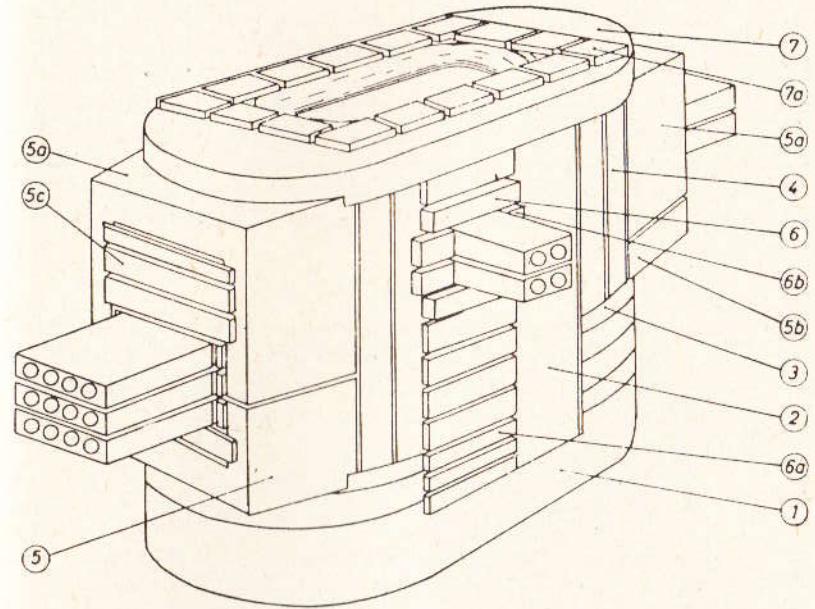
- 1 Wanne
- 2 Stirnwandrahmen
- 2a Einlegebalken
- 2b Anker mit 2 Scheiben und 2 Muttern
- 2c Sohlen- bzw. Sturzbalken
- 2d Backensteine
- 2e/2f Fülldielen (Stirnwand) waagrecht
- 2i Fülldielen (Stirnwand) lotrecht
- 3a/3b Wänddiele (Längswand) mit Kabelhalter Schlitz
- 3c Sohlen- bzw. Sturzbalken
-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

**Einzelteile des Stahlbeton-Fertigschachtes (ovale Form)**



(Abb. 58)

**Stahlbeton-Fertigschacht (ovale Form)**



- ① Bodenwanne
- ② Wanddiele
- ③ Bogenstück
- ④ Segment
- ⑤ Kabelfenster unten
- 5a Kabelfenster oben
- 5b Sohlenplatte für Kabelfenster
- 5c Fülldiele für Kabelfenster
- ⑥ Sohlen- und Sturzbalken
- 6a Fülldiele
- 6b Backstein
- ⑦ Stahlbeton-Fertigdecke
- 7a Ausgleichplatten für Gehwegschächte

(Abb. 59)

## F. Einziehen von Röhrenkabeln

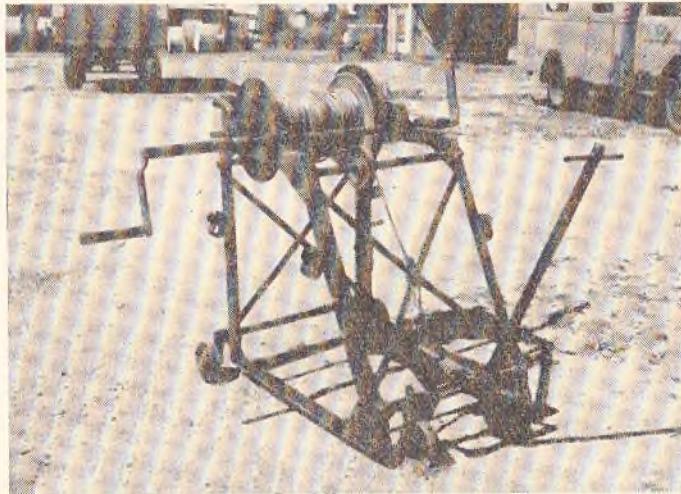
### I. Die Kabelwinden

Die Röhrenkabel ziehen wir im allgemeinen mit Kabelwinden in die Züge des Kabelkanals ein; nur niederpaarige Kabel werden auf kurzen Strecken von Hand eingezogen. Zur Erleichterung der hiermit verbundenen Arbeiten sind eine Reihe von Kabelwinden entwickelt worden, so z. B. die kleine Kabelhandwinde, die große Kabelhandwinde und die fahrbare Kabelkraftwinde.

#### 1. Die kleine Kabelhandwinde

Diese Handwinde ist sehr einfach und besteht aus einem auf vier kleine Eisenräder gestellten Bock aus Flach- oder Winkelseisen, der eine Welle trägt, über die die Zugseiltrommel geschoben wird. Diese Winde hat ein geringes Gewicht und kann an zwei seitlich angebrachten Rohrholmen getragen werden. Sie wird benutzt, wenn Kabel bis zu 100 DA einzuziehen sind.

Kleine Kabelhandwinde (Rohrholme fehlen)



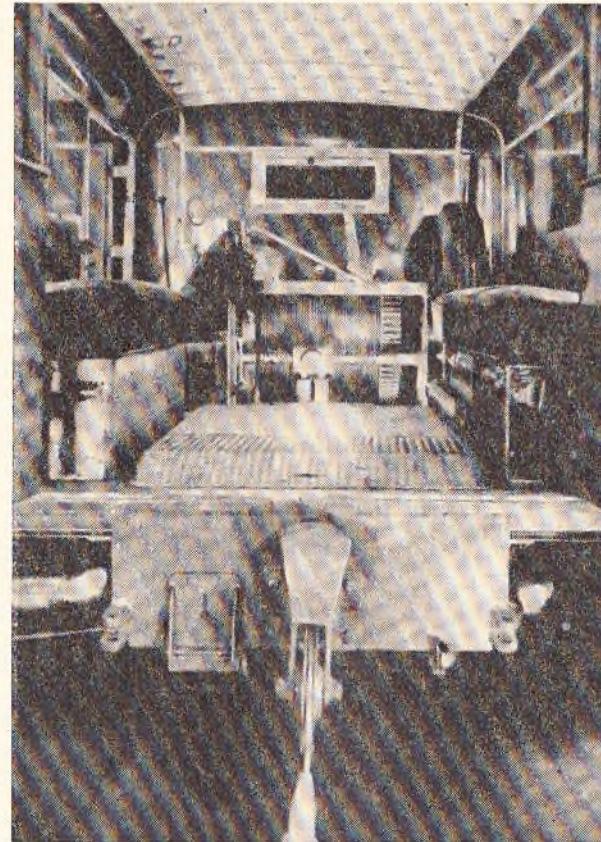
(Abb. 60)

#### 2. Die große Kabelhandwinde

Sie hat verschiedene Entwicklungsstufen durchlaufen. Die neuen Konstruktionen bestehen aus einem zweiseitig geschlossenen, fahrbaren Eisenrahmen, der oben mit einem Stahlblechdeckel abgeschlossen ist, um

die Winde vor Witterungsunbilden zu schützen. In den senkrechten Stahlplatten sind die Achsen der Zugseiltrommel und der Zahnräder gelagert. Durch Umlegen der Hebel oder Umsetzen der Handkurbeln auf eine andere Vorlegewelle lassen sich mit 3 oder 4 fein abgestuften Übersetzungen Einziehggeschwindigkeiten von 2 bis 18 m je Minute einschalten. Die größte Zugleistung beträgt 4000 kg, sie läßt sich jedoch nur bei der kleinsten Einziehggeschwindigkeit erreichen. Das Zugseil wird so durch eine selbsttätige Gleitvorrichtung geführt, daß es sich geordnet aufwickelt. Mit dieser Kabelwinde kann jede Kabeltype eingezogen werden, es ist jedoch sehr mühsam, dicke Kabel mit dieser Winde über lange Strecken einzuziehen.

Fahrbare Kabelkraftwinde (Innenansicht)



(Abb. 61)

Da die große Kabelhandwinde verhältnismäßig schwer zu bedienen ist, gehört zu ihrer Ausrüstung eine leichte Zugseilwinde, die nur zum Einziehen des Zugseils benutzt wird. Sie besteht aus einem leichten Eisengestell, der Welle und der Trommel.

### 3. Die fahrbare Kabelkraftwinde

Die fahrbare Kabelkraftwinde stellt auf diesem Gebiet die letzte Entwicklungsstufe dar und wird von allen Fernmeldeämtern oder Fernmeldebauämtern verwendet, die über große Röhrenkabelnetze verfügen. Die Konstruktion gleicht im Prinzip der großen Kabelhandwinde, nur daß sie mit Motorkraft betrieben wird. Diese Winde ist in einen Spezial-Diesellokswagen mit geschlossenem Aufbau eingebaut (s. Abb. 61), dessen Fahrmotor nach Umschaltung über einen Nebenbetrieb auch die Kabelwinde antreibt.

Vier Vorwärtsgänge ermöglichen bei dieser Winde Einziehgesehwindigkeiten von 2 bis 10 m je Minute. Mit einem Rückwärtsgang kann das Zugseil abgospult werden. Wird die zulässige Höchstbelastung überschritten, trennt eine Kupplung selbsttätig Motor und Winde. Die Zugleistung wird durch einen Zugmesser angezeigt und kann gleichzeitig auf einem Diagramm aufgezeichnet werden. Das Kraftfahrzeug ist so eingerichtet, daß auch die für den gesamten Arbeitsgang erforderlichen Arbeitskräfte in dem Wagen Platz finden können.

## II. Das Fernmeldebaugerät

Für das Einziehen der Röhrenkabel werden neben der Winde noch nachstehende Geräte benötigt:

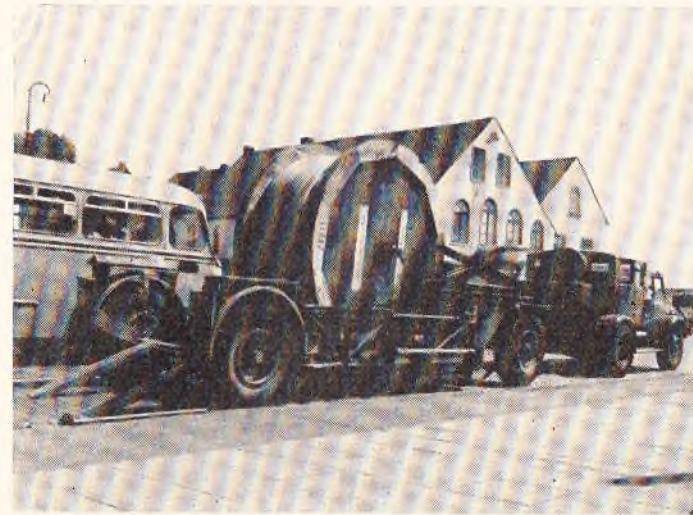
**Kabeltransportanhänger,  
Kabeltrommelwinden und Setzeisen,  
Einschiebegeräte,  
Gleitrollen, Kabelschleifbögen und Kanaltüllen,  
Kabelziehstrümpfe und Nachziehstrümpfe,  
Schmutzgreifer und Kanalbürste,  
Deckelhebergeräte sowie  
Absperrgeräte und Warnzeichen.**

### 1. Der Kabeltransportanhänger

Zum Transport großer Kabeltrommeln wird im allgemeinen ein **Kabeltransportanhänger** (s. Abb. 62) benutzt. Er ist so konstruiert, daß die Kabeltrommel mit Hilfe von Ladewinden unfallsicher heraufgezogen und herabgelassen werden kann; er ist weiter mit Hubwinden ausgestattet, die das Aufbocken der Trommel auf dem Anhänger gestatten. Das Kabel kann somit an der Arbeitsstelle unmittelbar vom Anhänger aus in den Kanalzug eingezogen oder in den Kabelgraben abgerollt werden. Zur Ver-

meidung von Unfällen müssen die Kabeltrommeln während des Transports ausreichend festgelegt und gesichert werden.

### Kabeltransportanhänger



(Abb. 62)

### 2. Die Kabeltrommelwinden und das Setzeisen

Ist das Abrollen des Kabels vom Kabeltransportanhänger aus räumlichen oder anderen Gründen nicht möglich, so muß die **Trommel mit Kabeltrommelwinden an der Arbeitsstelle aufgebockt werden**. Die in der Abb. 64



dargestellten Kabeltrommelwinden lassen sich leicht transportieren, sind stabil gebaut und für Trommeln mit einem Scheibendurchmesser von 0,9 bis 3 m verwendbar. Zu einem Trommelwindensatz gehören zwei Winden und eine Stahlachse mit eingedrehten Lagerstellen und zwei Schellen. Zum Lenken der Kabeltrommeln beim Rollen müssen, um Unfälle zu vermeiden, sogenannte **Setzeisen** mit Handgriff (siehe Abb. 63) verwendet werden. Sie sind an der Trommelnahe anzusetzen.

### Setzeisen an der Trommelnahe

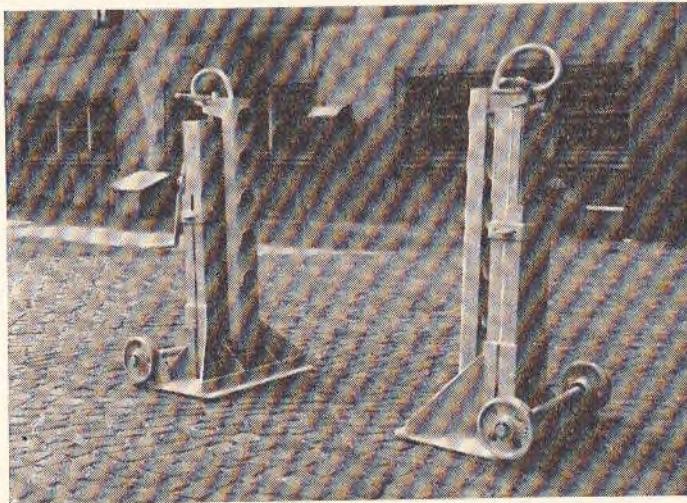
(Abb. 63)

### 3. Die Einschiebegeräte

Die Einschiebegeräte dienen zum Einziehen des Kabelzugseils. Es werden vorwiegend **Einschiebegerüste** aus Holz oder Metall – auch kurz Schiebegerüste genannt – von 0,5 m, 1 m oder 1,25 m Länge verwendet, die an den Enden beim Einschieben in den Kanalzug ineinander gehakt oder miteinander verschraubt werden (s. Abb. 65 a und 65 b).

Auf den ersten Stab wird ein birnenförmiges Kopfstück gesetzt, um Unebenheiten im Kanalzug leichter überwinden zu können. Das Ende des letzten Stabes trägt eine Öse zum Befestigen des Zugseils.

#### Kabeltrommelwinden

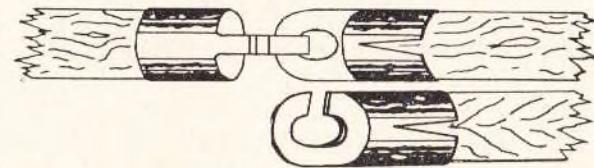


(Abb. 64)

Im allgemeinen wird das Gestänge von einem Schacht zum anderen durchgeschoben. Ist der Kanalzug stark verschlammte, so muß das Gestänge von beiden Seiten eingeschoben werden. Auf die beiden ersten Stäbe setzen wir zunächst Kupplungsstücke (s. Abb. 66), die so geformt sind, daß sie beim Zusammentreffen im Kanalzug ineinanderhaken und den Schlamm nicht vor sich herschieben, sondern liegen lassen.

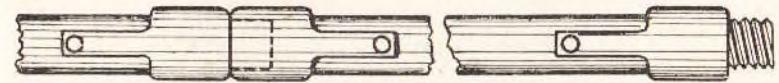
Neben dem Einschiebegerüste finden heute beim Einziehen des Zugseils immer mehr 14 mm breite und 3 mm starke **Stahlbänder** Verwendung, die in Längen von 20 bis 100 mm lieferbar sind. Sie können mittels Kupplungs-

#### Schiebegerüste mit Hakenöse



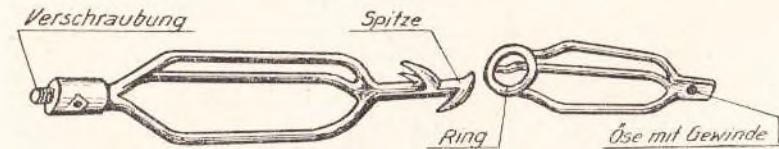
(Abb. 65 a)

#### Verbrauchbares Schiebegerüste



(Abb. 65 b)

#### Kupplungsstück



(Abb. 66)

#### Packrolle mit Winkelfuß



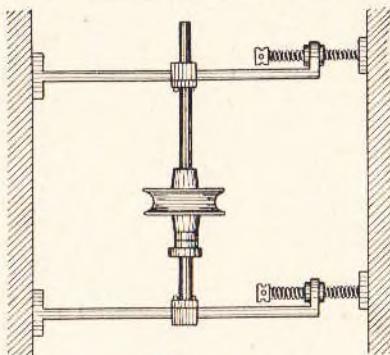
(Abb. 67)

stücke verlängert werden. Der Kanal muß bei großen Längen völlig sauber sein. Das Stahlband wird besonders gern bei kurzen und durch AzK unterbrochenen Kanalstrecken eingesetzt. Es erspart Arbeitszeit, läßt sich zu einem Ring von 1 m Durchmesser aufrollen und leicht transportieren.

#### 4. Die Gleitrollen, Kabelschleifbögen und Kanaltüllen

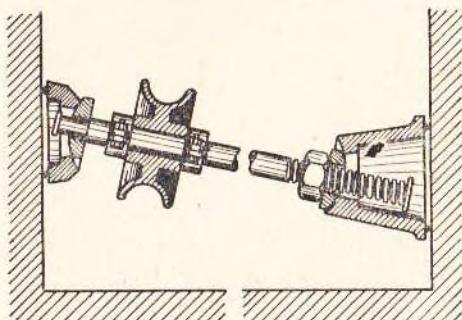
Diese Geräte haben die Aufgabe, Kabel und Zugseile beim Einziehvorgang vor Beschädigung zu schützen. Die einfachste Art der Gleitrollen sind die sogenannten Packrollen (s. Abb. 67). Mit Winkelfuß versehen, können sie an den Rand der Kabelschachtöffnung aufgestellt werden und als Umlenkrolle für das Zugseil dienen.

Gleitrolle mit starrer Welle



(Abb. 68a)

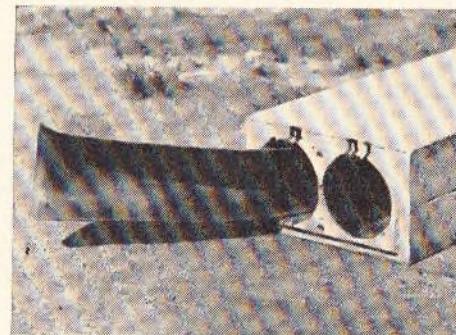
Gleitrolle mit Spannstock



(Abb. 68b)

**Gleitrollen mit starrer Welle** (s. Abb. 68a) oder **Gleitrollen mit Spannstock** (s. Abb. 68b) werden in KSch nur dann zum Umlenken der Kabel eingebaut, wenn die benutzten Züge im Ziehschacht (Hilfsschacht) nicht in der gleichen Richtung und Höhe weiter verlaufen, sondern versetzt oder im Winkel weiterführen.

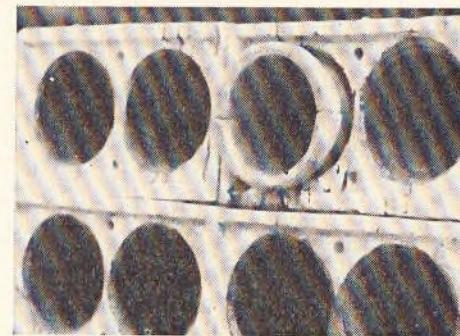
Kabelschleifbogen



(Abb. 69)

Die Gleitrollen sind so einzusetzen, daß das Zugseil oder Kabel möglichst genau in Richtung des Kanalzugs gleitet. Bei größeren Höhenunterschieden sind zur Vermeidung von Knickungen des Kabelmantels oder zu starkem Reibungsdruck zwei Gleitrollen erforderlich.

Kanaltülle



(Abb. 70)

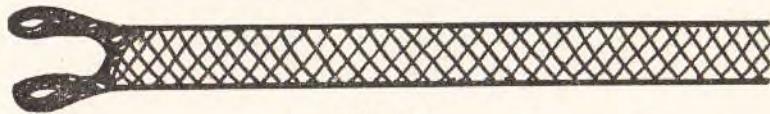
Bei geringfügigen Abweichungen genügt ein in den Kanalzug eingesetzter **Kabelschleifbogen** (s. Abb. 69). Die **Kanaltülle** (s. Abb. 70) schützt die Kante der Kanalöffnung vor dem Einsägen des Zugseils, wenn es nicht genau in Richtung des Kanalzugs verläuft.

### 5. Der Kabelziehstrumpf und Nachziehstrumpf

Der **Kabelziehstrumpf** (s. Abb. 71) verbindet das Zugseil mit dem **Röhrenkabel**. Der Strumpf wird in den Schäkel des Zugseils eingehakt und über den Anfang des Kabels geschoben.

Er besteht aus Stahlлитzen, die maschenförmig so geflochten sind, daß sich die Maschen beim Ziehen 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 Stahlлитzen enden vorn in einer Öse oder zwei Ösen, die den Kabelziehstrumpf mit dem Zugseil verhindern.

Kabelziehstrumpf



(Abb. 71)

Das Kabel kann erforderlichenfalls mit einem **Kabelnachziehstrumpf** nachgezogen werden, der zu diesem Zweck an beliebiger Stelle um das Kabel herumgelegt wird. Der Nachziehstrumpf ist in der Längsrichtung offen, sonst aber wie der Kabelziehstrumpf maschenartig gefertigt und mit 2 Zugösen versehen. Das Geflecht wird in der Längsrichtung um das Kabel gelegt und mit einer abwechselnd durch die Randmaschen gezogenen Stahlлитze geschlossen.

### 6. Der Schmutzgreifer und die Kanalbürste

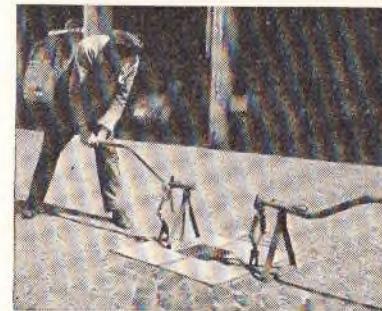
**Verschmutzte Kanalzüge** werden mit dem **Schmutzgreifer** und der **Kanalbürste** gereinigt. Der Schmutzgreifer besteht aus einer dreiteiligen **Stahldrahtspirale**, deren Windungen sich beim Hin- und Herziehen im Kanalzug dehnen, den Schmutz dadurch aufnehmen und festhalten. Die **Kanalbürste** besteht aus einer **Walze mit Borsten**.

### 7. Die Deckelhebegeräte

Den verschiedenen Arten der Aushebeöffnungen in den **Kabelschachtdeckungen** und **Abzweigkastendeckeln** entsprechend, sind verschiedene **Deckelhebegeräte** entwickelt worden, die hier jedoch nicht sämtlich beschrieben werden können. Die Abb. 72 und 73 zeigen den am häufigsten benutzten **Universaldeckelheber** und die **Deckelhebezange**.

Der **Universaldeckelheber** und die **Deckelhebezange** sind zum Heben der **Gehbahnschachtdeckel** sowie für die **Abzweigkastendeckel** der **Stahlbeton-AzK** geeignet. Für **schwere und feststehende Deckel** ist die Einführung eines **3teiligen fahrbaren Deckelhebers** beabsichtigt.

Universaldeckelheber



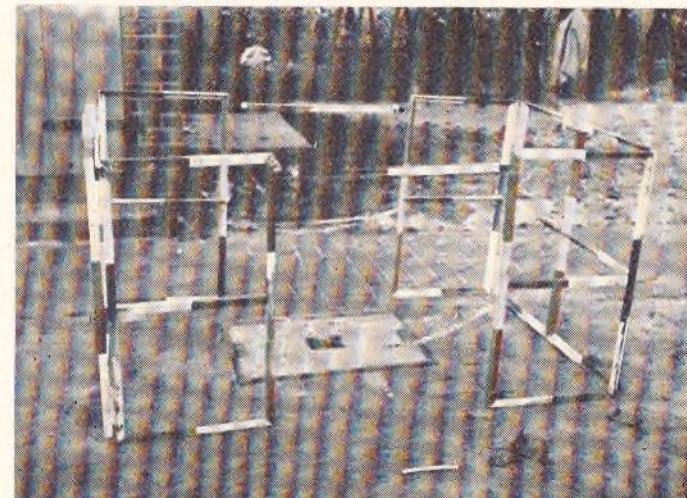
(Abb. 72)

Deckelhebezange



(Abb. 73)

Einheits-Absperrgerät für KSch und AzK



(Abb. 74)

## 8. Die Absperrgeräte und Warnzeichen

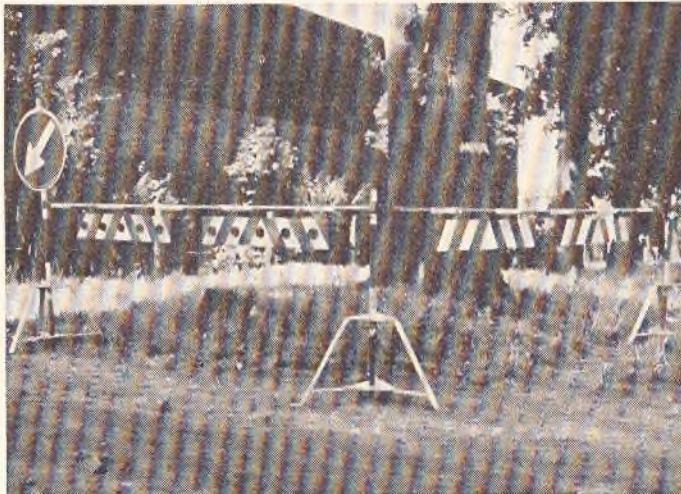
Bevor ein KSch geöffnet wird, ist das **Einheits-Absperrgerät für KSch oder AzK** und – falls der KSch in der Fahrbahn liegt – zusätzlich das vorgeschriebene Warnzeichen aufzustellen. Das Einheits-Absperrgerät (s. Abb. 74) besteht aus zwei zusammenklappbaren Hälften, ist rot-weiß lackiert und umschließt die Kabelschachtöffnung vollständig.

Die Kabelwinde, das Zugseil und die Kabeltrommel sind neben den KSch besonders zu sichern. Diesen Zwecken dienen **Sperrgeräte, bestehend aus Schrankenrohren, Schrankenschildern und Aufstellböcken** (s. Abb. 75), oder **ausziehbare Scherengitter** (s. Abb. 76).

Alle Teile sind rot-weiß lackiert; sie lassen sich verlängern und bieten zum Anbringen von Warn- oder Verkehrszeichen Befestigungsmöglichkeiten für zusätzliche Einsteckrohre.

Zu den Warnzeichen gehören auch **Sturmlaternen** und neuerdings **Blinkleuchten**. Blinkleuchten sind besonders dann einzusetzen, wenn es der Verkehr verlangt, z. B. Straßen mit starkem Verkehr, unübersichtliches Gelände, Baustellen mitten in der Fahrbahn.

### Schrankenrohr mit Schrankenschild



(Abb. 75)

## III. Arbeitsablauf des Einziehvorgangs

Das Einziehen von Röhrenkabeln ist eine **Gemeinschaftsarbeit**, die nur dann gut und schnell erledigt werden kann, wenn alle Beteiligten gut aufeinander eingearbeitet sind und den Anweisungen des Bautrufführers (BTrf) sofort Folge leisten. Die geringste Unachtsamkeit beim Ziehvorgang kann bereits schwere Unfälle oder Beschädigung des Kabels zur Folge haben und Menschen sowie der DBP erhebliche Schäden zufügen. Dies gilt insbesondere für das Arbeiten mit der Kabelkraftwinde. **Es ist besonders zu beachten, daß PM- oder PMz-Kabel unter 0° C nur noch eingezogen werden dürfen, wenn sie gut von der Trommel ablaufen und nicht angefroren sind. Kabel mit PVC-Mäntel (Kurzzeichen = Y) dürfen nur bis 5° C eingezogen werden. Diese Beschränkung gibt es nicht für Kabel mit PE-Mäntel (Kurzzeichen = 2Y).** Sie können bei allen in der Bundesrepublik auftretenden Kältegraden in Kabelkanäle eingezogen werden.

### Scherengitter



(Abb. 76)

Damit die Arbeitsgänge beim Einziehen eines hochpaarigen Röhrenkabels (PM-Kabels) mit der fahrbaren Kabelkraftwinde dem Leser vollkommen klar werden, sollen diese nachstehend, dem Ablauf des Vorgangs entsprechend, im einzelnen erläutert werden.

### I. Das Sichern der Baustelle

Die Baustelle wird zunächst abgesperrt und gesichert. Zu diesem Zweck sind die Einheits-Absperrgeräte für KSch um die KSch herum aufgestellt und die Verkehrsteilnehmer durch vorschriftsmäßige Warnzeichen (siehe

auch UV F Bau. § 3) auf die Baustelle aufmerksam gemacht worden. Die Winde, das Zugseil und die Kabeltrommel werden durch die vorstehend bereits beschriebenen Sperrgeräte oder Scherengitter besonders gesichert.

## 2. Das Öffnen der Kabelschächte

Die KSch werden mit dem passenden Deckelhebegerät geöffnet. Da die Gefahr der Funkenbildung und der Explosion besteht, wenn sich Gas in der Kanalanlage angesammelt hat, dürfen zum Lösen der Deckel nur schwere Holzstücke oder funkenfreie Werkzeuge aus Nichteisenmetallen (Platthacke, Schraubenzieher, Hammer und Flachmeißel) niemals jedoch Eisenteile benutzt werden. Sind die Deckel eingefroren, können sie mit heißem Wasser oder besser noch mit einem besonderen Dampfauftaugerät gelöst werden; unter keinen Umständen darf hierzu eine offene Flamme benutzt werden.

## 3. Das Prüfen der Kabelkanalanlage auf Gasfreiheit

Vor dem Einsteigen in den KSch muß der Schmutzfänger entfernt und die Kanalanlage mit dem Gasspürgerät auf Gasfreiheit (s. auch UV FBau) geprüft werden. Die Prüfung mit dem Gasspürgerät hat abweichend von der UV FBau sofort nach Öffnen des KSch zu erfolgen. Die Anwendung des Gasspürgerätes „Dräger 19/31“ ist in der Anlage 8 genau beschrieben worden.

## 4. Das Einziehen des Zugseils

Das Einschleppgerät wird in den zu belegenden Kanalzug eingeführt, im fernen KSch mit dem Einführseil der Zugseilwinde verbunden und zurückgezogen. Um festzustellen, ob Ablagerungen oder Fremdkörper im Kanalzug sind, wird die Kanallehre (Stahl- oder Holzzylinder von 30 cm Länge), die Kanalbürste und das Zugseil der inzwischen aufgestellten Kabelkraftwinde am Ende des Einführseils angehängt und mit der Zugseilwinde durch den Kanal gezogen. Falls ein Ziehdraht vorhanden ist und der Kanal bereits vorher geprüft und gereinigt wurde, kann das Zugseil der Kabelkraftwinde unmittelbar am Ziehdraht befestigt und bis zum KSch der Kabeltrommel von Hand durch den Kanal gezogen werden.

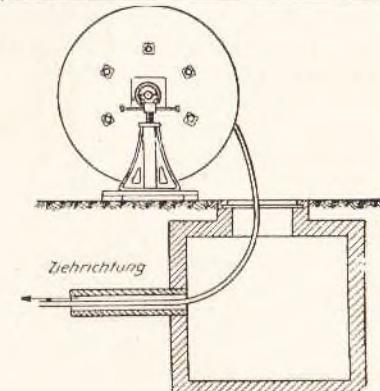
## 5. Das Aufstellen der Kabeltrommel und Kabelkraftwinde

Die Kabeltrommel und die fahrbare Kabelkraftwinde sind inzwischen eingetroffen und nach Angabe des Bautruppführers aufgestellt worden. Wenn es der Verkehr zuläßt, wird die Kabeltrommel nicht erst vom

Kabeltransportanhänger abgeladen und besonders aufgebockt, sondern der Anhänger wird so neben dem Lötschacht aufgestellt, daß das Kabel unmittelbar nach dem Hochbocken der Trommel in den KSch ablaufen kann. Die zweckmäßigste Stellung der Trommel zur Zugrichtung und der Ablauf des Kabels ist in Abb. 77 dargestellt worden. Hier wurde die Trommel jedoch vom Anhänger abgerollt und mit Kabeltrommelwinden aufgebockt. Die Schalbretter der Trommel werden im allgemeinen bereits beim Kabellager abgenommen.

Soll zum Einziehen eine Handwinde verwendet werden, so muß sie in verlängerter Zugrichtung aufgestellt werden. Fahrbare Kraftwinden können dagegen auch im Winkel zur Zugrichtung angeordnet sein.

## Einführen des Kabels in den Kanalzug



(Abb. 77)

## 6. Das Befestigen des Ziehstrumpfes und das Einbauen der Gleitrollen

Der Kabelziehstrumpf wird über das Kabelende geschoben, nach hinten straffgezogen und in dieser Lage mit einem Drahtwinkel als Endbund festgehalten. Das Zugseil kann nunmehr mittels Schäkels mit dem Ziehstrumpf verbunden werden.

In den Durchziehschächten (Hilfsschächte) sind – falls erforderlich – die Gleitrollen und Kabelschleifbogen nach genauer Anweisung des BTrf einzubauen. Die Zahl der zu verwendenden Gleitrollen richtet sich nach der Lage und den Winkeln der betreffenden Kanalzüge zueinander. Am Rande der Einstiegsöffnung in den Lötschacht, neben dem Standort der Winde, muß die Packrolle mit Winkelfuß zwecks schonender Führung des Zugseils aufgestellt (s. auch Abb. 76) und in den Kanalzug dieses

Schachtes eine Kanaltülle eingesetzt werden. Im Löttschacht neben dem Standort der Kabeltrommel, wird zweckmäßig ein Kabelschleifbogen in den Kanalzug eingeschoben.

### 7. Letzte Ziehvorbereitungen

Bevor der Ziehvorgang beginnen kann, muß – falls erforderlich – in dem Löttschacht neben der Trommel und in den Durchziehschächten sogenanntes **Kabelgleitfett** bereitgestellt werden, das ein möglichst reibungsloses Gleiten des Kabels bewirken soll. Ferner sind zwischen dem BTrf, dem Windenführer und den Arbeitskräften an den besetzten KSch sowie der Kabeltrommel noch besondere Verständigungszeichen zu verabreden. Ist das Kabel mit Druckluft gefüllt, so befindet sich an seinem Ende, das an der einen Innenseite der Trommel herausgeführt ist, das Druckluftventil, das während des Einziehvorgangs besonders schonend behandelt werden muß. **Der Luftdruck, der an der Baustelle vor und nach dem Einziehen mit einem gewöhnlichen Reifendruckmeßgerät (Handmanometer) gemessen wird, darf nicht unter 0,3 atü abfallen.**

### 8. Das Einziehen des Kabels

Der Windenführer beginnt auf Anordnung des BTrf, das Kabel mit der geringsten Zuggeschwindigkeit der Winde anzuziehen; die Arbeitskräfte im KSch führen das Kabel dem Zugseil folgend in die Kanalöffnung unter gleichzeitigem Einreiben des Kabels mit Kabelgleitfett ein soweit dies erforderlich ist. Die Bautruppagehörigen an der Kabeltrommel, die **Lederhandschuhe zum Schutz gegen Handverletzungen durch Holzsplitter tragen**, sorgen für den gleichmäßigen Ablauf des Kabels von der Trommel und drehen die Trommel entsprechend der Zuggeschwindigkeit weiter. Dieses Tempo kann nach und nach vom Windenführer erhöht werden, wenn es die Zugleistung zuläßt und keine Schwierigkeiten beim Einziehen mehr zu erwarten sind.

Die Arbeitskräfte in den Durchziehschächten müssen besonders achten, wenn das Kabel in ihrem Schacht ankommt und es vorsichtig in den weiterführenden Kanalzug leiten. Unter Umständen muß hier **nachgefettet** werden, wenn das Kabel nicht mehr genügend Fett mit sich führt. Die Zuggeschwindigkeit ist zu vermindern, wenn Gleitrollen zwecks Richtungsänderung eingebaut sind; sie kann erst wieder erhöht werden, wenn das Kabel einwandfrei über die Gleitrollen weiterrollt.

Kommt das Kabel im Löttschacht vor der Winde an, muß kurz vorher die Kanaltülle herausgenommen und die Zuggeschwindigkeit gedrosselt werden. Das Kabel wird dann langsam so weit in den Löttschacht gezogen, bis genügend Länge für die Fertigung der Lötstelle und der Lagerung des Kabels in allen beteiligten Schächten einschließlich der Durchziehschächte vorhanden ist.

### 9. Restarbeiten nach dem Ziehvorgang

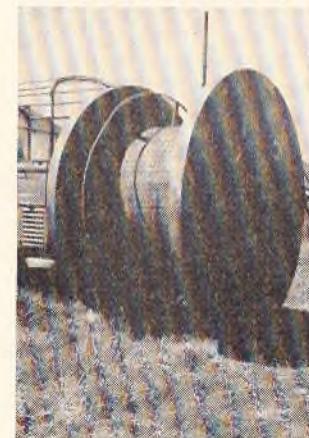
Das Kabel muß nach dem Einziehen in den Durchziehschächten so weit ausgebogen werden, daß es auf den Kabelhaltern ordnungsgemäß ruhen kann. Erst dann wird der Ziehstrumpf vom Kabel entfernt und der **Luftdruck nachgemessen**. Der Druck darf erst abgelassen werden, wenn die Spleißarbeiten beginnen. Das Kabel darf daher auch nicht vorher auf Maß geschnitten, die überschießende Länge muß vielmehr im großen Bogen aufgerollt werden und bis zum Spleißen so verbleiben. Die Baustelle ist anschließend abzuräumen, und die Kabelschächte sind ordnungsmäßig zu verschließen.

## IV. Ausziehen von Röhrenkabeln

**Vor dem Ausziehen der Röhrenkabel aus dem Kabelkanal ist genau zu prüfen, ob das richtige Kabel gefunden wurde.** Ist das sichergestellt, trennt man die Lötstellen heraus und verschließt die Kabelenden. Dazu werden besondere Bleikappen benutzt, die mit dem Bleimantel zu verlöten sind. Falls keine Kappen zur Verfügung stehen, müssen die Kabeladern in das Bleirohr hineingestaucht werden. Der Bleimantel kann dann umgebördelt und, nachdem eine kleine Bleischeibe die gestauchten Adern verdeckt, zugelötet werden.

Dünne Kabel lassen sich von Hand herausziehen; dicke Kabel müssen mit der Winde herausgezogen werden. Zu diesem Zweck wird die Kabelwinde, wenn es der Verkehr zuläßt, so weit vom KSch entfernt aufgestellt wie das Kabel lang ist. Als Gleitvorrichtung sind auf der Straße in ge-

Kabelziehtrommel



(Abb. 78)

nügender Anzahl passende Packrollen aufzustellen und in den Schächten Gleitrollen oder Kabelschleifbögen vorzusehen. Läßt der Verkehr eine so ausgedehnte Baustelle nicht zu, so kann das Kabel mit dem Nachziehstrumpf streckenweise herausgezogen und aufgetrommelt werden.

Eine weitere Möglichkeit des Ausziehens von Röhrenkabeln bei kurzzuhaltender Baustelle wäre der Einsatz einer besonderen Ziehtrommel. Diese Trommel hat auf der üblichen Lagenfläche einen breiten und einen schmalen durch hochstehende Winkel abgeteilten Wickelraum. Der breite Wickelraum ist für die Aufnahme des herauszuziehenden Kabels und der schmale Raum für das Zugseil der Kabelwinde bestimmt (s. Abb. 78).

Die Ziehtrommel wird beim Ausziehvorgang auf dem Kabeltransportanhänger aufgebockt und zwischen der fahrbaren Kabelkraftwinde und dem KSch aufgestellt. Der Kabeltransportanhänger sichert sie vor dem Umwerfen oder dem Verdrehen, da die Zugkräfte beim Ziehen seitlich auftreten. Das Kabel wird zunächst in der üblichen Art bis zur Ziehtrommel aus dem Kanal herausgezogen. Das Zugseil, das inzwischen vom Ziehstrumpf gelöst wurde, muß nun im schmalen Wickelraum der Ziehtrommel befestigt und durch Drehen der Trommel soweit aufgespult werden, bis mindestens die Länge des herauszuziehenden Kabels erreicht ist. Das Kabel, das darauf im breiten Wickelraum befestigt wird, kann durch Anziehen der Winde, die die Ziehtrommel in Zugrichtung dreht, aus dem Kanal weiter herausgezogen und gleichzeitig aufgetrommelt werden.

## V. Fragen zum Abschnitt F.

1. Welches FBG verwenden wir beim Einziehen hochpaariger Röhrenkabel?
2. Womit werden Kabeltrommeln beim Rollen gelenkt und wie geschieht dies?
3. Bis zu welcher Temperatur unter dem Gefrierpunkt dürfen Kabel eingezogen werden und welchen Sinn hat diese Vorschrift?
4. Geben Sie die Reihenfolge der Arbeitsvorgänge beim Einziehen eines hochpaarigen Röhrenkabels in einen Kabelkanal für Hauptkabel an!
5. Wie und womit werden Kabelschachtdeckel geöffnet und welche Gefahr besteht bei der Verwendung falscher Werkzeuge?
6. Was hat vor dem Betreten der Kabelschächte zu geschehen?
7. Was muß geschehen, wenn das einzuziehende Kabel mit einem Druckluftventil ausgerüstet ist?
8. Womit und wann wird das Röhrenkabel beim Einziehen eingefettet?
9. Welche Restarbeiten sind nach dem Ziehvorgang zu erledigen?
10. Wie werden Röhrenkabel aus dem Kabelkanal herausgezogen?

## G. Auslegen von Erdkabeln

Erdkabel werden heute fast ausnahmslos, abgesehen von kleinen Längen, vom Unternehmer ausgelegt. Der Fernmeldehandwerker muß aber wissen, wie und mit welchen Geräten diese Arbeiten ausgeführt werden, da er jederzeit einem Baubeobachter als Hilfskraft bei Unternehmerarbeiten beigegeben werden kann. Wir wollen uns deshalb zunächst einmal das Baugerät und Bauzeug ansehen und uns anschließend mit der Bauausführung befassen.

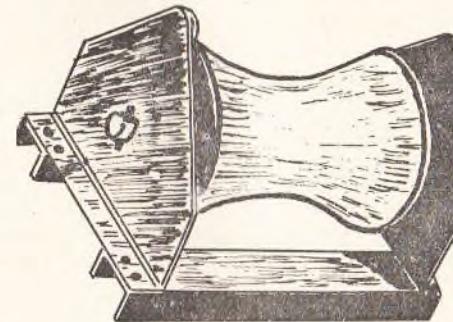
### I. Das Fernmeldebaugerät

Neben der Kabelwinde, dem Kabeltransportanhänger, den Kabeltrommelwinden, dem Setzstock und dem Ziehstrumpf werden im allgemeinen nur **Erdkabelrollen** und **Kabeltrommelzangen** beim Auslegen von Erdkabeln als Baugerät benutzt. Diese Geräte sind uns bis auf die Erdkabelrollen und Kabeltrommelzangen bereits aus dem Abschnitt F. bekannt.

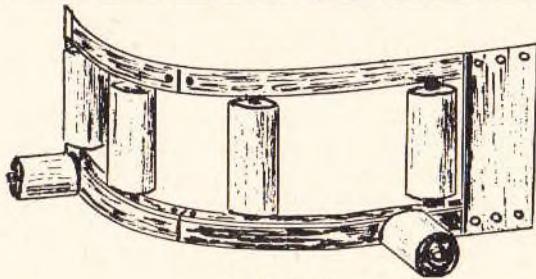
Die **Erdkabelrolle** ist in der Abb. 79 dargestellt. Sie wird beim Auslegen des Erdkabels in den Kabelgraben gestellt, um das Schleifen des Kabels auf der Grabensohle zu verhindern. Kugellager sorgen für leichten Lauf der Rollen und erleichtern die Auslegearbeit.

Sind Erdkabel im Kabelgraben um Ecken zu ziehen, so kann eine **verstellbare Rollenführung** in den Kabelgraben eingesetzt werden (s. Abb. 80). Die genannten **Kabeltrommelzangen** (s. Abb. 81), die die Trommel gleichmäßig und entsprechend der Auslegegeschwindigkeit des Kabels fortbe-

Erdkabelrolle mit Kugellager

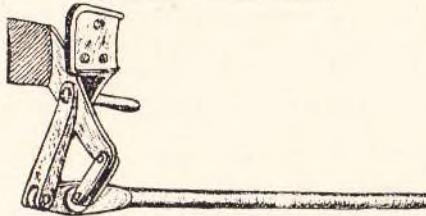


(Abb. 79)

Verstellbare Rollenführung mit Mittelscharnier

(Abb. 80)

wegen sollen, werden auf dem Trommelscheibenrand so aufgesetzt, daß die Backen der Zange den Rand umfassen. Die Führung der Trommel ist so infolge der Hebelwirkung des Geräts einfacher und leichter.

Kabeltrommelzange

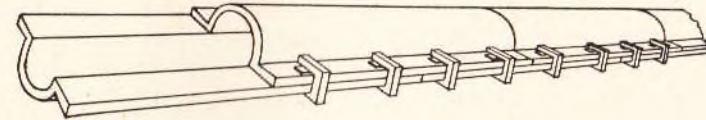
(Abb. 81)

**II. Das Fernmeldebauzeug (FBZ)**

Die Erdkabel müssen gegen äußere Beschädigungen und Gefahren chemischer und elektrischer Art geschützt werden. Dies geschieht im allgemeinen nur dann, wenn in nächster Nähe fremde Anlagen vorhanden bzw. chemische oder elektrische Angriffe auf unser Kabel zu befürchten sind. In diesen Fällen wird entweder ein **äußerer Schutz** oder nur ein **Warnungsschutz** eingebaut. Die zu beachtenden Starkstromschutzmaßnahmen sind am Schluß dieses Bandes (Seite 155) besonders zusammengestellt worden.

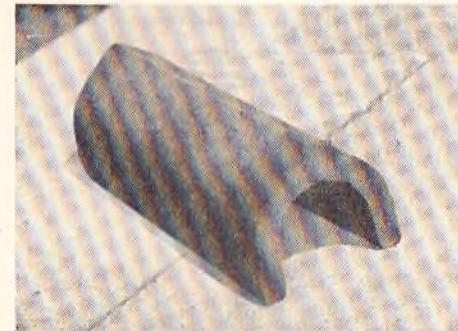
Den besten äußeren Schutz bieten sogenannte **Kabelschutzrohre** aus Stahl oder **Kabelschutzseisen** (s. Abb. 82), die einzeln verlegt oder zu einer starren Rohrleitung zusammengesetzt werden können. **Besteht die Gefahr, daß diese Rohre** – infolge Fehler benachbart liegender fremder Anlagen – unter Starkstrom geraten können, so sind nichtleitende Rohre zu verwenden,

z. B. Asbestzementrohre, einzügige Kabelformsteine oder PVC-Rohre. Die Kabelschutzrohre und Kabelschutzseisen kommen nur für kurze Strecken in Betracht, da sie sehr teuer sind. Für lange gefährdete Strecken sind daher Kabelkanalformsteine oder PVC-Rohre auszulegen.

Starre Rohrleitung aus Kabelschutzseisen

(Abb. 82)

Der **Warnungsschutz**, der vor mechanischer Beschädigung schützen und auf unsere Fernmeldekabel hinweisen soll, besteht aus **Kabelschutzhauben** (s. Abb. 83), die aus hartgebranntem Ton gefertigt sind, oder aus festgebrannten **Ziegelsteinen** bzw. kleinen **Betonplatten**. **Kalksandsteine dürfen nicht zum Abdecken von Fernmeldekabeln benutzt werden, da Kalk Blei angreift und zersetzt.** Die Schutzhauben, deren Hohlraum etwa dem äußeren Durchmesser des Kabels entspricht (Nennweite 50 mm, 75 mm oder 100 mm), werden **unmittelbar auf das Erdkabel gedeckt**. Ihre dachartige Form läßt Pickenhiebe leicht abgleiten. **Besteht die Gefahr, daß sich im Hohlraum – zwischen Kabel und Innenfläche der Schutzhauben – Gas ansammelt oder Wasser zusammenläuft und abfließt, so müssen in Abständen von 10 bis 20 m Stopfstellen von 1 bis 2 m Länge aus Lehm oder tonhaltiger Erde eingebaut werden.**

Kabelschutzhaube

(Abb. 83)

Die Ziegelsteine oder die Betonplatten dürfen nicht unmittelbar auf das Kabel gesetzt werden; es muß vorher mit einer 10 cm hohen Schicht steinfreier Erde oder Sand bedeckt, diese leicht festgedrückt und abgeglichen werden.

Über diesen Warnungsschutz hinaus ist künftig ein sogenanntes Trassenband über dem Erdkabel auszulegen. Das Band ist ein PVC Band 0,15 × 40 mm, gelb mit beiderseitiger Aufschrift „Achtung Postkabel“ und wird in Rollen zu 250 m geliefert. Das Trassenband ist künftig bei allen als Erdkabel geführten TFFk, Fk und Bzk vorzusehen. Bei Ortskabeln soll das Trassenband vorerst nur versuchsweise verwendet werden, und zwar für OVK und Hk. Vzk sollen nur dann mit dem Band geschützt werden, wenn dadurch die Abdeckung eingespart werden kann. Das Trassenband soll bei Kabeln des Ferndienstes etwa 30 – 40 cm über dem Kabel liegen, bei Ortskabeln genügen 30 cm. Sind in ein und demselben Kabelgraben mehrere Erdkabel auszulegen, so sind die Trassenbänder wie folgt einzubetten:

bei bis zu 3 Kabeln	1 Trassenband in Grabenmitte,
bei 4 – 6 Kabeln	2 Trassenbänder an den Seiten des Grabens,
bei 7 und mehr Kabeln	3 Trassenbänder, und zwar 1 Band in Grabenmitte und je 1 Band an den Grabenseiten.

### III. Das Planverfahren

Die Erdkabel können selbstverständlich erst dann verlegt werden, wenn, wie im Abschnitt E. beschrieben, das Bauvorhaben ordnungsgemäß vorbereitet, d. h. geplant, ausgedeutet und das Planverfahren durchgeführt wurde. Das Planverfahren ist allerdings nur dann durchzuführen, wenn das Kabel auf öffentlichem Grund ausgelegt werden soll. Für besonders wichtige Fernkabel sucht man in letzter Zeit immer mehr nach Kabelwegen (fachmännisch Kabeltrasse genannt) abseits der Hauptverkehrsstraßen und scheut sich auch nicht, sie in privaten Grund und Boden zu betten. Das kann aber erst geschehen, wenn zwischen den Eigentümern und der DBP besondere Gestattungsverträge abgeschlossen worden sind. Die DBP verpflichtet sich in diesem Vertrag unter anderem, dem Eigentümer eine angemessene Entschädigung zu zahlen und die Kosten für etwa entstehende Flurschäden zu übernehmen. Sie will mit dieser Maßnahme ihre hochwertigen Kabel vor den laufenden Verbreiterungen der Hauptverkehrsstraßen und den damit verbundenen Kabelumlegungen schützen und ein Zersetzen des Materials (interkristalline Brüchigkeit), verursacht durch die dauernden Bodenschwingungen in unmittelbarer Nähe der stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen, verhindern.

### IV. Arbeitsablauf der Erdkabelverlegung

Nachdem der Bauunternehmer die Baustelle für den Verkehr genügend kenntlich gemacht und gesichert hat, kann mit dem Ausheben des Kabelgrabens begonnen werden. Die Strecke muß zunächst ausgefluchtet und das in die Wegeoberfläche eingebaute Befestigungsmaterial einschließlich der Grassoden gesondert gelagert werden, da es später wieder einzubauen ist.

#### Die Breite des Kabelgrabens hängt ab

- von der Zahl der auszulegenden Kabel und
- von der Grabentiefe

Die Grabenbreite ist möglichst gering zu halten. Der Bauunternehmer, der den Graben entweder von Hand oder mit besonderen Maschinen, z. B. Grabenbagger oder Grabenpflug, herstellen läßt, muß eine bestimmte Sohlenbreite einhalten, um die Kabel ordnungsmäßig lagern zu können. Neben der Sohlenbreite wurde noch die sogenannte „Verrechnungsbreite“ festgelegt. Sie kann etwas größer sein als die Sohlenbreite (s. Tabelle). Nach dieser Verrechnungsbreite und der Grabentiefe wird der Aushub berechnet. Die Sohlen- und Verrechnungsbreite sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Zahl der auszulegenden Kabel	Sohlenbreite m	Verrechnungsbreite des Kabelgrabens bei einer Grabentiefe bis einschl.		
		0,7 m	0,9 m	über 0,9 m
1	2	3	4	5
1 bis 2	0,15 – 0,25	0,30	0,30	0,35
3	0,30	0,30	0,35	0,40
4	0,35	0,35	0,35	0,40
5	0,40	0,40	0,40	0,40
6	0,45	0,45	0,45	0,45
für jedes weitere Kabel	0,05 mehr	0,05 mehr	0,05 mehr	0,05 mehr

#### Die Tiefe des Kabelgrabens richtet sich nach

- der Art des Geländes,
- der Kabelart,
- besonderen örtlichen Bedingungen.

Die **Regeltiefe** des Kabelgrabens beträgt:

Art des Geländes	Regeltiefe des Kabelgrabens für	
	Ortskabel	Bezirks- u. Fernkabel u. Ortskabel im Beilauf
Gehwege und Grabenböschungen außerhalb eines Schutzstreifens von 1 m Breite neben Fahrbahnen mit starker Verkehrsbelastung Wohnstraßen Fahrbahnen mit geringer Verkehrsbelastung	60 cm	80 cm
Fahrbahnen mit starker Verkehrsbelastung einschließlich eines Schutzstreifens von 1 m Breite	80 cm	80 cm
Privatgelände	100 cm	100 cm

Das Auslegen von Erdkabeln in der Längsrichtung unter Fahrbahndecken mit starker Verkehrsbelastung ist nur in Ausnahmefällen zulässig. Bei Kreuzungen dieser Fahrbahnen sind die Erdkabel besonders zu schützen.

**Zur Einführung in Gebäude sind die Ortskabel auch auf Privatgelände in der Regel in einer Tiefe von 60 cm auszulegen.**

Die Regeltiefe des Kabelgrabens kann örtlich unterschritten werden, wenn Hindernisse, Fremdanlagen oder die Bodenbedingungen (Fels o. ä.) unverhältnismäßig hohe Verlegekosten verursachen würden. Die Erdkabel sind dann durch Kabelschutzrohre o. ä. besonders zu schützen.

Die ausgehobenen Erdmassen sind so zu lagern, daß an einer Grabenseite ein Streifen von etwa 50 cm frei bleibt. Lose und vorspringende Steine sind aus der Grabensohle zu entfernen. Sollte steiniger oder felsiger Untergrund vorgefunden werden, so ist auf die Sohle eine 5 cm dicke Schicht steinfreie Erde aufzubringen, abzugleichen und festzustampfen.

Hindernisse im Graben müssen vorsichtig freigelegt werden. Starke Baumwurzeln sind schonend zu behandeln und dürfen nicht gekappt werden, wenn die Möglichkeit besteht, das Kabel unter ihnen durchzuziehen. Behindern vorgefundene fremde Anlagen, wie Gas-, Wasser-, Kanalrohre, Starkstromkabel usw., den Fortgang der Arbeiten und die Verlegung des Kabels, so müssen sie im Benehmen mit den Eigentümern möglichst bald beseitigt werden. **Polygonpunkte und andere amtliche Vermessungen dürfen in ihrer Lage nicht verändert und auch vorübergehend nicht entfernt werden.**

Die Art des Kabelauslegens hängt wesentlich von der Beschaffenheit des Kabelgrabens ab. Ist der Graben frei von Hindernissen, so fährt man mit dem Kabeltransportanhänger an dem Graben entlang, rollt dabei das Kabel von der auf dem Spezialfahrzeug aufgebockten Trommel ab und läßt es vorsichtig in den Graben hinab. Erdkabelrollen erübrigen sich bei dieser Verlegungsart.

Ist der Graben nicht frei, sondern von Wasser- oder Gasleitungsrohren, Kanälen usw. durchsetzt oder kann ein Fahrzeug neben dem Kabelgraben nicht fortbewegt werden, so wird der Kabeltransportanhänger mit der Trommel am Anfang des Grabens aufgestellt. Sollte für den Kabeltransportanhänger am Grabenanfang kein Platz sein, muß die Trommel vom Fahrzeug abgeladen und unter Benutzung eines Kabeltrommelwindenpaares aufgebockt werden. **Die Trommel darf bei diesen Arbeiten nur mit dem Setzeisen geschwenkt werden, um Unfälle zu verhüten (UV FBau § 25).**

Das langsam von der Trommel abzurollende Kabel wird von den Arbeitern im Graben fortgetragen und unter die Hindernisse nach Möglichkeit durchgezogen. Es ist dabei unbedingt zu verhüten, daß das Kabel auf dem Boden oder an der Grabenwandung schleift. Der Kabelmantel ist sehr empfindlich, er muß daher vorsichtig behandelt werden. Durch Aufstellen von Erdkabelrollen mit Kugellager im Kabelgraben kann das Ziehen des Kabels wesentlich erleichtert und mit weniger Arbeitskräften ausgeführt werden.

Es ist manchmal zweckmäßig, die Kabeltrommel zwischen zwei Teilstrecken auf einem Kabeltransportanhänger aufzustellen und das Kabel zunächst in die mit Hindernissen versehene Strecke einzufädeln, sodann auf der anderen freien Strecke mit dem Anhänger langsam am Graben entlangzufahren und das Kabel, wie bereits beschrieben, vorsichtig von der Trommel in den Graben abzurollen. Muß aber auch die zweite Kabelhälfte im Graben eingezogen werden, so darf dies von der Mitte der Kabelstrecke aus ohne Abschneiden vom ersten Halbstück nur geschehen, wenn das Kabel von der Trommel abgenommen und ohne Beschädigung auf dem Boden ausgelegt werden kann. Das Kabel ist hierbei in einem breiten Bogen oder in breiter Schlangenlinie, die nötigenfalls in S-Form mit genügend breiten Bogen übereinander gereiht werden kann, derart auszulegen, daß sich das Kabel beim Einführen seines Endes in den Graben nicht verdreht. Diese Art der Verlegung ist aber möglichst nicht für Kabel des Ferndienstes anzuwenden, da hierbei Adernverlagerungen und damit elektrische Wertänderungen eintreten können.

**Ist eine fahrbare Kabelkraftwinde vorhanden, so wird am Anfang des Grabens die aufgebockte Kabeltrommel und am Grabenende oder, wenn dieser länger als das Zugseil ist, im Abstand der Zugseillänge die Winde aufgestellt.** Im Graben sind Erdkabelrollen mit Kugellagerung in solcher Anzahl zu verteilen, daß das Kabel nicht auf der Grabensohle schleift. Über die Rollen wird das Zugseil gezogen, auf den Kabelanfang ein Ziehstrumpf aufgebracht und mit dem Zugseil verbunden. Beim Kabelziehen begleitet ein Arbeiter, der mit einer Signalpfeife ausgerüstet ist oder sich durch verabredete Zeichen mit der Winde verständlich machen kann, den Anfang des Kabels und hebt Schäkel und Kabelspitze über die Rol-

len oder, soweit möglich, unter die Hindernisse hindurch. Nach dem Ausziehen des Kabels werden die Rollen aus dem Graben herausgenommen und das Kabel straffgezogen.

**Zugmaschinen oder Lastkraftwagen sind zum Ausziehen von Erdkabeln auf freier Strecke nur dann zu verwenden, wenn dabei kein starker Zug auf das Kabel ausgeübt wird.** Hierbei ist größte Aufmerksamkeit erforderlich, da infolge der fehlenden selbsttätigen Auslösevorrichtung das Kabel leicht zu sehr gezerrt oder gerissen werden kann. Stromlose Adern oder Mantelrisse unterhalb der Bewehrung können die Folge sein.

**Besonders zu beachten ist noch, daß PM bc-Kabel nicht bei Temperaturen unter 0° C ausgelegt werden dürfen. Für Kabel mit Kunststoffaußenhülle (Kurzzeichen = Y oder 2Y) gelten beim Auslegen dieser Kabel die gleichen Vorschriften wie beim Einziehen in Kabelkanäle (s. Seite 103).**

Ist das Erdkabel ausgelegt und genügend Vorrat für die Spleißstelle vorhanden, so muß, wenn nicht schon geschehen, der notwendige äußere Schutz eingebaut oder das Kabel, falls erforderlich, mit Kabelschutzhäuben abgedeckt werden. Sollen Ziegelsteine oder Betonplatten für die Abdeckung genommen werden, so sind zunächst 10 cm steinfreier Boden auf das Kabel zu bringen; hiernach können die Steine dann verlegt werden. **Dabei ist darauf zu achten, daß die Steine das Kabel auch wirklich gleichmäßig überdecken.**

Nach dem Auslegen, Abdecken und Einmessen des Kabels ist der Graben sogleich zu verfüllen. Kann das Kabel nicht nach festen Punkten, z. B. Gebäudekanten usw., eingemessen werden, so sind sogenannte **Kabelmerksteine** an geeigneter Stelle zu setzen und die Lage des Kabels mit Hilfe dieser Steine für das zu fertigende Planzeug festzulegen. **Beim Verfüllen sind auch die eventuell sonst noch freigelegten Anlagen wieder ordnungsmäßig einzubetten und wie vorher abzudecken.** Muß ein Trassenband eingelegt werden, hat dies an der richtigen Stelle vor dem endgültigen Verfüllen des Grabens zu geschehen. Beim Verfüllen muß der Unternehmer besonders von der Forschungsgesellschaft über das Straßenwesen herausgegebene Richtlinien und Merkblätter beachten. Die Wegeoberfläche ist richtig wiederherzustellen und die Baustelle nach Abräumen für den Verkehr freizugeben.

## V. Fragen zum Abschnitt G.

1. Welches Fernmeldebaugerät benötigen wir zum Auslegen von Erdkabeln?
2. Wann sind Erdkabel besonders zu schützen?
3. Welches FBZ wird zum Schutz der Erdkabel verwendet?
4. Was hat zu geschehen, wenn die DBP ihre Erdkabel im privaten Grund und Boden legen möchte?
5. Wie tief werden Ortskabel im öffentlichen und wie tief im privaten Grund verlegt?
6. Was muß geschehen, wenn starke Baumwurzeln als Hindernisse in Kabelgräben vorgefunden werden?
7. Wann dürfen Erdkabel mit Zugmaschinen und Lastkraftwagen ausgezogen werden?
8. Worauf muß beim Abdecken der Erdkabel mit Ziegelsteinen besonders geachtet werden?

## H. Die Kabellöt- und Kabelspleißarbeiten

An den Verbindungspunkten der verlegten, betriebsfertig herzustellenden Kabel müssen die Adern fachgerecht durchverbunden, einwandfrei isoliert und die Kabelmäntel luft- und wasserdicht miteinander verlötet werden. Bevor wir uns jedoch dem eigentlichen Arbeitsvorgang zuwenden, ist es notwendig, das hierbei benötigte Fernmeldebauzeug und Fernmeldebaugerät kennenzulernen.

### I. Das Fernmeldebauzeug

Für Kabellöt- und -Spleißstellen werden in unterirdischen Fernmelde-netzen **Kabelmuffen, Kondensatormuffen, Spulenkästen, Lötzinn, Füll- und Abbrümmassen, Mischwachs und Lötzubehör** benötigt.

#### 1. Die Kabelmuffen

Die Kabelmuffen werden fabrikmäßig aus Hüttenwalzblei hergestellt; sie können aber ausnahmsweise vom Lötter selbst aus Walzblei angefertigt werden. Nach ihrem Verwendungszweck unterscheiden wir:

- **Aufteilungsmuffen mit runder Grundform,**
- Aufteilungsmuffen mit rechteckiger Grundform,**
- Verbindungs-muffen, längsgeschlitzt,**
- Abzweigmuffen mit zweifacher Verzweigung und**
- Abzweigmuffen mit dreifacher Verzweigung.**

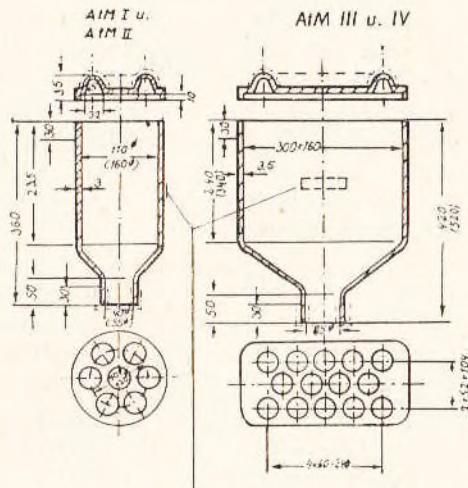
Die Aufteilungsmuffen dienen zum Abschließen und Aufteilen hochpaariger Kabel im Kabelaufteilungsraum und Kabelschacht unter oder vor dem Linienverzweiger, während die Verbindungs- und Abzweigmuffen die Kabelteillängen miteinander verbinden.

Die Aufteilungsmuffen (AtM) wurden neu genormt. Sie werden in vier Größen – AtM I, II, III und IV – hergestellt. Die Grundformen der AtM I und II sind rund; die Grundformen der AtM III und IV sind rechteckig. Die AtM I kann bis zu 3, die AtM II bis zu 7 und die AtM III und IV können bis zu 14 Aufteilungskabel aufnehmen. Die Anzahl der Aufteilungskabel ist also entscheidend für die zu verwendende Muffengröße. In der Abb. 84 sind die Aufteilungsmuffen im Schnitt dargestellt. Die eingeklammerten Durchmesserzahlen beziehen sich auf die Größe der AtM II beziehungsweise AtM IV. Wie wir auf Seite 34 erfahren haben, gibt es nunmehr neben den LPMh-Kabeln die kunststoffisolierten PVC-Aufteilungsorts-kabel (AtOk). Die LPMh-Kabel müssen in den aus Hüttenweichblei bestehenden Deckel der AtM eingelötet werden. Die PVC-Aufteilungsorts-kabel sind dagegen in einem Messingdeckel, der mit Stopfbuchsenverschraubungen versehen ist, befestigt. Es gibt daher neuerdings für die AtM zwei verschiedene Deckel, entweder einen aus Blei oder einen aus Messing.

Die Aufteilungsmuffen alter Art hatten neben der Außenmuffe noch eine trichterförmige Innenmuffe, die mit heller Füllmasse ausgegossen wurde. Dies geschah, um zu verhindern, daß die Druckluft bei der Druckluftprüfung oder ständiger Luftfüllung der Kabel entweichen konnte. Versuche haben ergeben, daß dieses Verfahren keine ausreichende Luftdichtigkeit gewährleistet. Die Innenmuffe fiel daher bei den neuen Muffen fort. Um das Hauptkabel luftdicht vor der neuen AtM abzuschließen, muß im Hauptkabel an geeigneter Stelle eine sogenannte Stopfstelle eingebaut werden.

Die Verbindungsmuffen wurden ebenfalls neu genormt. Es gibt nur noch längsgeschlitzte Muffen in 8 verschiedenen Größen. In Abb. 85 ist eine Verbindungsmuffe im Schnitt dargestellt. Abb. 86 zeigt die wirkliche Form. Aus der Tabelle in der Abb. 85 lassen sich alle Maße entnehmen.

**Aufteilungsmuffen**



Kurzzeichen, Name oder eingetragenes Warenzeichen des Herstellers vertieft, erhaben eingepreßt

eingeklammerte Maße betreffen AtM II u. IV.

Werkstoff: Hüttenweichblei  
 - - - - = feuerverzinkt

(Abb. 84)

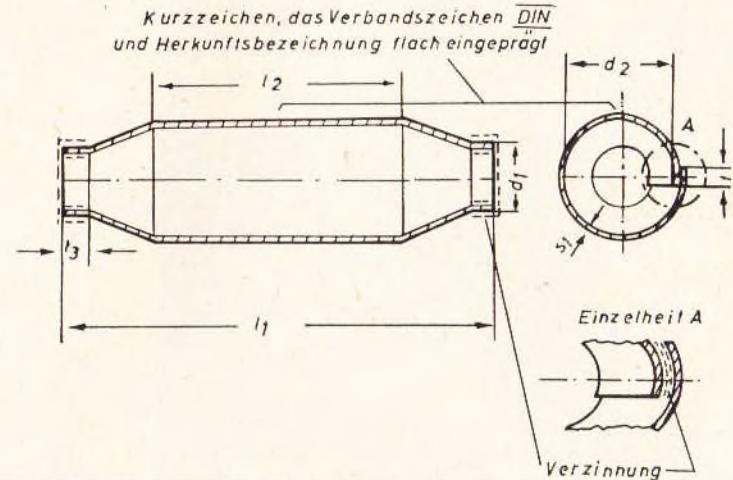
Die Zahl im Kurzzeichen gibt den Bleimanteldurchmesser der zu verbindenden Kabel an.

Die Abzweigmuffen wurden auch neu genormt. Es gibt nur noch 3 Größen Zweifach-Abzweig-Bleimuffen und 6 Größen Dreifach-Abzweig-Bleimuffen.

fen. Alle Abzweigmuffen sind einteilig und längsgeschlitzt. Aus der Abb. 87 und der Tabelle können alle Einzelheiten entnommen werden. Die Kurzzeichen geben an, welche Kabel in der Muffe abgezweigt werden können. Zum Beispiel ist die Muffe F 2 A 15 für zweifache Abzweigung vorgesehen, wobei das zu verzweigende Kabel nur einen Durchmesser von

**Verbindungsmuffen**

Maße in mm



Kurzzeichen	d1	d2	l1	l2	l3	s1	l
FV 12	12	30	190	125	15	1.5	10
FV 20	20	45	240	150		2.0	12
FV 30	30	65	290	175	20	2.5	15
FV 40	40	85	350	200			
FV 50	50	105	440	225	30	3.0	20
FV 60	60	120	500	250			
FV 70	70	135	550	275	40	3.5	25
FV 80	80	150	600	300			

Werkstoff:

Hüttenweichblei

Ausführung:

Halslänge l3 innen und außen

Überlappung innerer Muffenrand t=+15mm außen

äußerer Muffenrand l=innen und außen

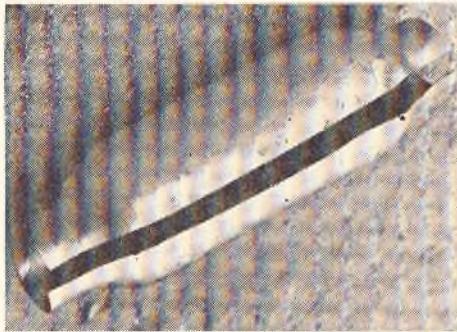
feuerverzinkt auf Anforderung auch unverzinkt

(Abb. 85)

15 mm über dem Bleimantel haben darf. Die erste Zahl im Kennzeichen gibt also die Anzahl der Verzweigungen und die letzte Zahl den Durchmesser des zu verzweigenden Kabels an.

Müssen ausnahmsweise Verbindungs- und Abzweigmuffen vom Kabellöter an Ort und Stelle selbst gefertigt werden, so ist Walzblei (Hüttenweichbleche von 1, 1,5, 2, 2,5 oder 3 mm Dicke) zu verwenden. Nach Art und Größe der herzustellenden Muffe wird zu diesem Zweck ein entsprechend großes Stück Walzblei zugeschnitten und mit Hilfe eines Holzhammers in die passende längsgeschlitzte Muffenform gebracht. Dabei ist zu beachten, daß die Längsnaht mindestens 2 cm überlappt und die Ränder innen und außen in genügender Breite verzinkt werden.

**Verbindungs-muffe**



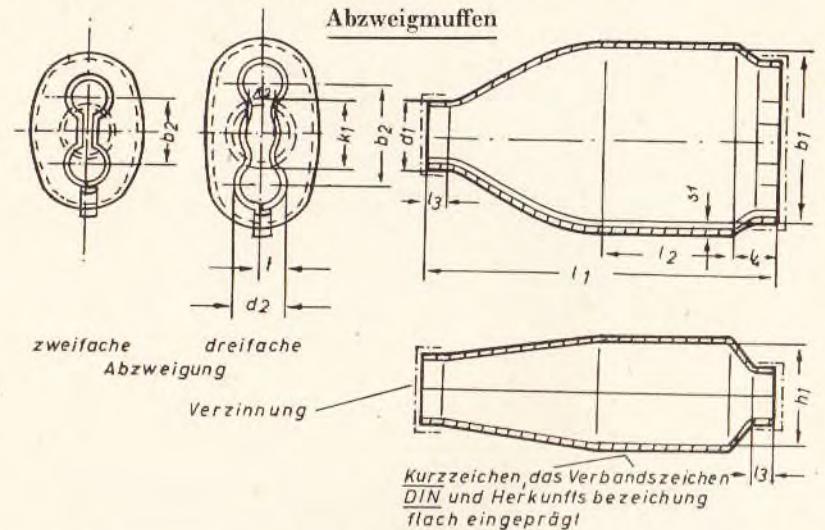
(Abb. 86)

Neben den Muffen aus Walzblei gibt es noch die Verbindungs-muffen und Abzweigmuffen für Fernmeldekabel aus Gußeisen. Sie werden im allgemeinen als Schutz-muffen für die Lötstellen der bewehrten Bezirks- und Fernkabel verwendet. Wir kennen weiter die Flußkabelmuffen aus Gußeisen (s. Abb. 83) in den Formen I und II. Beide Muffenarten sind zweiteilig. Die Verbindungs-muffen für Fernkabel sollen die Lötstellen und die Flußkabelmuffen das Flußkabel vor mechanischer Beschädigung schützen.

**2. Die Kondensatormuffen**

Damit die unterschiedlich vorhandenen Kapazitäten der Kabeladern untereinander ausgeglichen werden können, müssen in die Adern der Fern- und Bezirkskabel an bestimmten Punkten künstliche Kapazitäten in Form von kleinen Kondensatoren eingebaut werden. Hierdurch wird das Neben- und Übersprechen erheblich vermindert. Die Kondensatoren, deren Größe vor dem Einbau zu ermitteln ist, werden in der sogenannten Kondensatormuffe – auch Ko-Muffe genannt –, die besonders weitbauchig ist (siehe Abb. 89), in die Adern einzeln eingeschaltet. Für Röhrenkabel ist sie aus Kupferblech und für Erdkabel aus Hüttenwalzblei gefertigt; sie ist längs-

geteilt. Zum Schutz gegen mechanische Beschädigung wird die Bleimuffe in einer gußeisernen Schutzmuffe, die mit Füllmasse (Normale Masse, Kennbuchstaben SN, s. Seite 125) auszugießen ist, gelagert.



Form	Kurzzeichen	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	h <sub>1</sub>	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	s <sub>1</sub>	t
zweifach	F2 A15	70	45	15	15	30	—	—	200	75	15	30	1,5	5
	F2 A25	85	50	25	20	45	—	—	230	80	20	40	2	5
	F2 A35	100	55	35	25	65	—	—	280	120	20	40	2,5	10
drei- oder auch zweifach	F3 A15	100	80	15	10	30	20	10	200	75	15	30	2	5
	F3 A25	120	90	25	15	45	30	15	230	80	20	40	2	5
	F3 A35	140	100	35	30	65	40	20	280	120	20	40	2,5	10
	F3 A50	170	115	50	40	75	45	25	400	180	30	60	2,5	10
	F3 A65	200	135	65	50	90	50	35	490	240	35	70	3	15
F3 A80	240	160	80	60	110	60	45	580	290	40	80	3	15	

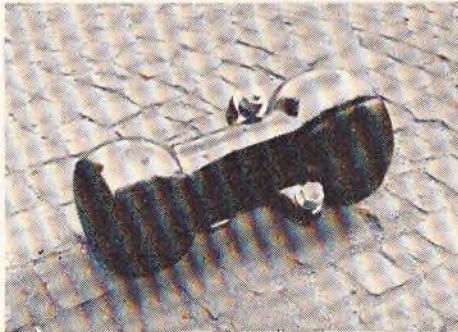
Werkstoff: Hüttenweichblei

Maße in mm

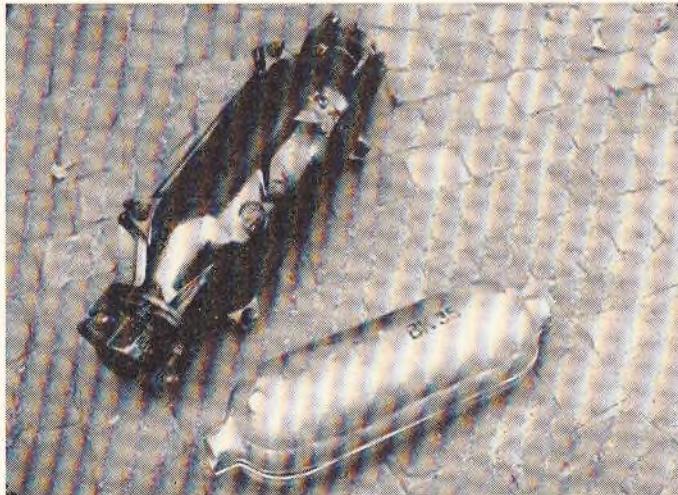
Ausführung: Die Muffen F3A50, F3A65 und F3A80 sind auch für zweifache Aufteilung vorgesehen. In diesem Falle wird die mittlere Öffnung beseitigt und die beiden äußeren Ausgänge können bis auf d<sub>1</sub> vergrößert werden, wodurch das Maß b<sub>2</sub> kleiner wird.

Halslänge l<sub>3</sub> innen und außen

Überlappung innerer Muffenrand +15mm außen } wischverzinkt  
äußerer Muffenrand tinnen und außen } auf Anforderung  
(Abb. 87) auch unverzinkt!

Flußkabelmuffe

(Abb. 88)

Kondensatormuffe und Schutzmuffe

(Abb. 89)

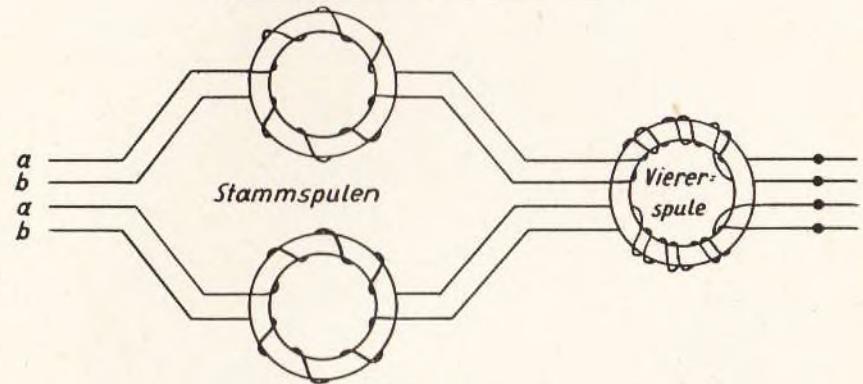
**3. Die Spulenkästen**

Die Spulenkästen enthalten die sogenannten Pupinspulen, die in die Kabeladern der nicht trägerfrequent ausgenutzten Fern- und Bezirkskabel – in Ausnahmefällen auch der Ortsverbindungskabel – eingesetzt werden, um

die Dämpfung für einen bestimmten Frequenzbereich kleinzuhalten. Sie werden entsprechend einem besonderen Bepulungssystem im Abstand von 1,7 km in die genannten Kabel eingeschleift. Nur die Anlaufängen (vom Amt bis zur ersten Spule) betragen die Hälfte der normalen Spulendfeldlängen, nämlich 850 m.

Zu jeder Doppelader gehört eine sogenannte Stammspule. Um die Symmetrie der Leitungen zu erhalten, wird die Spule je zur Hälfte in die a- und in die b-Ader eingeschaltet (s. Abb. 90).

Sollen die Stammleitungen zu einer Viererleitung (Phantomkreis) zusammengeschaltet werden, so ist in beiden Leitungen zusätzlich eine Viererspule einzuschalten.

Spulensatz im DM-verseilten Kabel

(Abb. 90)

Die Pupinspule (Pupin war der Erfinder dieses Verfahrens) besitzt einen Spulenkern, auch Massekern genannt, der mit feinem Kupferdraht umwickelt ist. Der Massekern besteht aus feinkörnigem Eisenpulver, das mit einer Isoliermasse unter sehr hohem Druck zu einem festen Körper zusammengepreßt ist. Die Stammspulen sind einzeln in Metallkappen eingebaut und mit Isoliermasse ausgegossen. Die zu einem Spulensatz gehörenden Stammspulen und die Viererspule können auch in einer gemeinsamen Metallkappe untergebracht sein.

Die Pupinspulen werden in einem Pupin-Spulenkasten eingebaut (s. Abb. 91). Dieser besteht aus einem inneren Kasten, der verlötet wird und meist aus Messingblech besteht, sowie einem äußeren Kasten aus Gußeisen, der dem mechanischen Schutz dient. Zum Schutz gegen Feuchtigkeit ist der Pupin-Spulenkasten mit Füllmasse (Normale Masse, Kennbuchstaben SN, s. Seite 125) ausgegossen.

**4. Das Lötzinn**

Bei Kabelarbeiten werden als Weichlote Zinnlegierungen verwendet. Aus dem Schaubild (Abb. 91a) erschen wir, daß reines Blei (Pb) bei 327 °C – links im Bild – und reines Zinn (Sn) bei 232 °C – rechts im Bild –

schmilzt. Beide Metalle gehen bei diesen Temperaturen **unmittelbar vom festen in den flüssigen Zustand über**. Im Mittelteil des Schaubildes sind die **Zinnlegierungen** mit verschiedenen Zinn- und Bleianteilen dargestellt. Das Verhalten der einzelnen Legierungen in Abhängigkeit der Temperatur ist deutlich erkennbar. Nur das Lötzinn SnL 65 (65 Teile Zinn und 35 Teile Blei) geht **unmittelbar vom festen in den flüssigen Zustand über**. Alle anderen **Legierungen** dieser Art bleiben **bis 182 °C fest**, werden dann **zunächst breiig** und bei weiterer Erwärmung erst **flüssig**.

**Pupin-Spulenkasten (geschlossen)**



(Abb. 91)

Die Bundespost verwendet zum Verlöten der blanken Kabelmäntel mit den Muffen **Stangenlötzinn** von dreikantiger Form und 400 mm Länge mit einem **Zinngehalt von 35%** (SnL 35), da es **im breiigen Zustand** (siehe Schaubild) **verarbeitet werden muß**.

Zum Verlöten der Kupferadern sowie zu Lötungen an Sicherungs- und Trennleisten, Lötösenstreifen und Kabelendverschlüssen verwenden wir **Röhrenlötzinn** mit einem **Zinngehalt von 60%** (SnL 60) in Stärken von 1, 1,5, 2 und 4 mm. Der Zinngehalt wurde deshalb so hoch gewählt, weil die **Verarbeitungszeitspanne** sehr klein und das **Lötzinn schnell** – aber wiederum nicht zu schnell – **vom festen in den flüssigen Zustand übergehen muß**. Im Röhrenlötzinn befindet sich auch noch **Kolophonium**. Es fließt

**Füll- und Abbrühmassen für Kabelzubehör**  
(Einteilung, Kennzeichnung, Verarbeitungstemperatur und Verwendung der Massen)

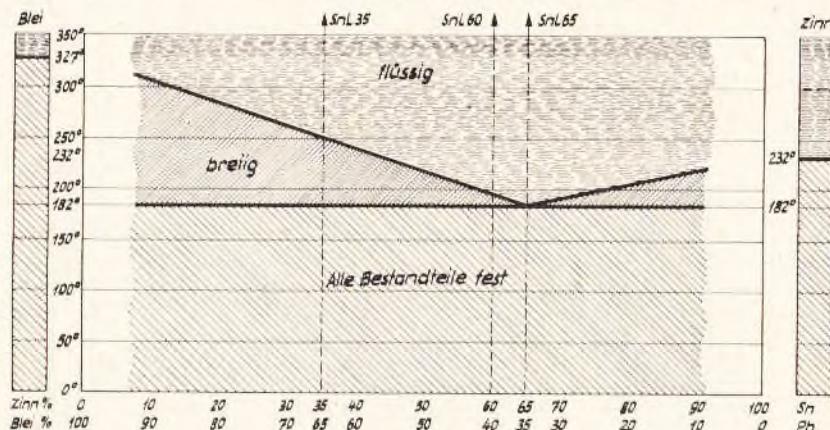
1	2	3	4	5	6
Lfd. Nr.	Masseart	Kennbuchstabe <sup>1)</sup>	Farbkennzeichnung der Behälter	Verarbeitungstemperatur <sup>2)</sup>	Verwendungsbeispiele
1	Normale Masse	SN	blau	150 °C	a) zum Füllen von Kabelzubehörteilen für Starkstromkabel mit einer Nennspannung bis 10 kV b) zum Füllen des Raumes zwischen Innenmuffe und Schutzmuffe und dgl. für Fernmeldekabel mit Bleimantel
2	Masse erhöhter Haftfestigkeit und Elastizität	SP	rot	150 °C  120 °C	a) zum Füllen von Kabelzubehörteilen für Starkstromkabel mit einer Nennspannung bis 10 kV bei erhöhten Sicherheitsforderungen, z. B. bei hoher Feuchtigkeit der Umgebung und/oder starker mechanischer Beanspruchung b) zum Füllen des Raumes zwischen Innenmuffe und Schutzmuffe für Starkstromkabel c) zum Füllen des Raumes zwischen Innen- und Außenmuffe und dgl. für Fernmeldekabel mit Aluminium- oder Stahlwellmantel
3	Helle Füllmasse	FH	gelb	135 °C	zum Füllen des Innenraumes von Zubehörteilen (Muffen, Endverschlüssen, Spulenkästen und dgl.) für Fernmeldekabel
4	Abbrühmasse	FA	weiß	120 °C	zum Abbrühen von Kabelenden

<sup>1)</sup> Die Masse SP entspricht etwa der Masse A nach VDE 0351/XII, 44.  
Die Masse FH entspricht etwa der Masse C nach VDE 0351/XII, 44.  
Die Masse FA entspricht etwa der Masse D nach VDE 0351/XII, 44.  
An Stelle der Masse B nach VDE 0351/XII, 44 kann je nach Sachlage die Masse SN oder SP verwendet werden.  
<sup>2)</sup> Bei Kabeln mit Isolierung und/oder Mantel aus temperaturunempfindlichen Werkstoffen, z. B. PVC, PE oder dgl., ist die Verarbeitungstemperatur gemäß den Angaben der Kabelhersteller zu wählen.

infolge seines niedrigen Schmelzpunktes vor dem Lötzinn auf die Lötfläche und verhindert dort den Luftzutritt und damit eine Oxydation während der Erhitzung. Es dient also als Flußmittel.

### Zinnbleilot

Die für den Lötvorgang wichtigen Eigenschaften der verschiedenen Legierungen



(Abb. 91a)

### 5. Die Füll- und Abbrümmassen

**Füllmassen** (entsprechen etwa den früheren Vergußmassen) sind **isolierende Massen**, die dazu dienen, Endverschlüsse, Endverzweiger, Kabelmuffen und Pupin-Spulenkästen zu füllen. Die **Füllmasse** soll das **Eindringen von Feuchtigkeit** verhindern. Sie wird durch Wärmezufuhr zum Schmelzen gebracht und darf nur bei einer bestimmten Temperatur verarbeitet werden. Die genaue Verwendung der einzelnen Klassen ist in der Übersicht Seite 125 unter Lfd. Nr. 1, 2 und 3 angegeben.

**Abbrümmassen** sind **hochisolierende Massen**, die zur Verarbeitung auf eine bestimmte Temperatur (siehe Übersicht unter Lfd. Nr. 4) gebracht werden müssen und **offene Kabelenden für einige Zeit gegen Feuchtigkeit schützen** sollen.

### 6. Das Mischwachs

Die Kabeladern der LPM-Kabel beziehungsweise LPMh-Kabel werden, wenn sie ausgebunden – z. B. an der senkrechten Seite des HVt – **verlegt** werden müssen, mit **Mischwachs getränkt**, um die **Papierisolierung vor Feuchtigkeit zu schützen**. Mischwachs ist also eine isolierende Masse. Sie wird in einem Schmelzwachsgerät geschmolzen und bei einer Temperatur

von **120 °C** verarbeitet. Dieses Wachs darf nicht über **180 °C** erhitzt werden, weil bei weiterer Erwärmung die Gefahr besteht, daß sich die dann entwickelnden Dämpfe an offener Flamme entzünden.

### 7. Das Lötzubehör

Zu dem Lötzubehör rechnen **Flußmittel, Kupferröhrchen, Isolierhülsen, Gruppenringe, Nesselband oder Glasgewebeband, Isolierband, Blaugel oder Siegel und Korrosionsschutzbinden**.

**Flußmittel** dienen dazu, die gereinigte Lötstelle während der Erwärmung vor **Luftzutritt** und damit vor **Oxydationen** zu schützen und die Verschmelzung der zu verbindenden Metalle zu beschleunigen. **Rindertalg** eignet sich am besten als Flußmittel, wenn zum Löten Stangenlötzinn verarbeitet wird. Bei der Verwendung von Röhrenlötzinn erübrigt sich ein besonderes Flußmittel, da es – wie bereits erwähnt – in Form von Kolophonium im Hohlraum des Lötzinns enthalten ist und beim Löten zufließt. Außer dem Rindertalg kann das vom **FTZ** zugelassene **Lötöl** und **Löt- und Glättwachs** gebraucht werden. **Sonstige Flußmittel** (Lötöl, Lötöl, Salmiak usw.) dürfen bei der **DBP** nicht verwendet werden, da sie beim Erhitzen Säuren abspalten und die zu verbindenden Metalle zersetzen.

Die dicken Kupferadern der Fernkabel sind mitunter schlecht zu verwürfen. Um diese Arbeit zu erleichtern, verbinden wir die Adern zweckmäßigerweise mit 25 mm langen, **längsgeschlitzten, verzinnnten Verbindungs-Löthülsen**, die dann nach dem Überschieben verlötet werden. Verschieden starke Kabeladern werden in Übergangsröhren von 25 mm Länge verbunden, die ebenfalls längsgeschlitzt und verzinkt sind.

Damit sich die Kabeladern an den blanken Würgestellen in der Spleißstelle nicht berühren, schieben wir **Isolierhülsen**, die aus **paraffingetränktem Papier** oder aus **Kunststoff** hergestellt sind, über die Würgestellen. Diese Hülsen haben entsprechend den Durchmessern der gebräuchlichsten Kabeladern verschiedene Innenweiten; sie wurden früher benummert hergestellt, während sie heute nur unbenummert geliefert werden. Die **Gruppenringe** fassen die zu einem Vierer gehörenden Adern zusammen; sie sind kürzer und haben einen größeren Innendurchmesser als die eben beschriebenen Isolierhülsen.

Die fertigen Spleißstellen werden mit **Nesselband** oder **Glasgewebeband** umwickelt. Das Nesselband ist aus Baumwolle oder Zellwolle mit fester Kante gewebt und wird bei der **DBP** in 10, 20 und 50 mm Breite gebraucht. Die Glasgewebebänder werden in Bandbreiten zu 15, 30 und 50 mm geliefert und bestehen aus alkalifreiem Textülgas mit fester Kante. Sie haben gegenüber Nesselband den Vorteil, daß sie nicht brennbar sind, keine Feuchtigkeit aufnehmen und nicht verrotten können. Als

Nachteil ist zu erwähnen, daß sie nicht gerissen werden können, sondern im allgemeinen mit der Schere geschnitten werden müssen.

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 sinkt stark herab, wenn die Tränkstoffe ausgetrocknet sind.** Heute wird fast ausschließlich **Isolierband**, bestehend aus dehnbarem, weichem PVC, benutzt. Es ist einseitig mit einer druckhaftenden Klebeschicht versehen und hat einen grauen oder roten Farbton.

Vor dem Schließen der Ortskabeltötstellen ist sogenanntes **Blaugel** oder **Siogel** (chemische Quarzprodukte), das in Beuteln zu je 10 Gramm verpackt ist, in die Lötstelle einzulegen, um die notwendige Isolation der papierisolierten Adern sicher, schnell und einfach zu erreichen. **Für 50 DA sind 10 Gramm erforderlich.** Bei einer Lötstelle von 300 DA sind also z. B. 6 Beutel Blaugel oder Siogel, auf den Umfang verteilt und zweckmäßig mit Nesselband oder Glasgewebband befestigt, einzulegen. Das Blaugel/Siogel hat die Eigenschaft, Feuchtigkeit aufzunehmen. Es saugt vorhandene Feuchtigkeit auf und verändert seine Farbe mit zunehmendem Feuchtigkeitsgrad von kobaltblau bis zu hellrosa. **Die Beutel müssen trocken in Dosen verschlossen werden,** damit ihr Inhalt nicht schon vor dem Verbrauch Feuchtigkeit aufnimmt. Sollte dies einmal vorkommen und die vorgenannten Quarzprodukte die blaue Farbe verloren haben, so können sie durch Erwärmen (über 120°C) schnell wieder brauchbar gemacht werden.

**Korrosionsschutzbinden** sollen die Lötstellen in Erdkabeln vor Korrosion schützen und werden in Breiten von 20, 30 und 50 mm verwendet (siehe auch Seite 150).

## II. Das Fernmeldebaugerät

Neben den Deckelhebeggeräten, Absperrgeräten und Warnzeichen sind bei Ausführung von Lötarbeiten wahlweise, entsprechend der Art der herzustellenden Kabellöt- und Spleißstellen, nachstehende Geräte erforderlich:

**Kabellötterzelt,  
Kabellöt- und Trockenöfen,  
Kabelschachtbeleuchtung und  
Lötgeräte.**

### 1. Das Kabellötterzelt

Das **Kabellötterzelt** soll die **Spleißstelle während der Spleiß- und Lötarbeiten schützen.** Es besteht aus dem Zeltgestell und der Zeltplane (s. Abb. 92).

Das Zeltgestell besteht aus dem Tragrohr und den Kopfstäben. Die Kopfstäbe beider Seiten sind durch zwei Diagonalstangen und zwei Fußstangen miteinander verbunden. Kopfstäbe, Diagonal- und Fußstangen sind beim alten Zeltgestänge aus

Normal-T-Eisen gefertigt. Die neuen Zeltgestänge bestehen nur aus Rohrmaterial, und zwar gibt es eine ungeteilte und eine geteilte Ausführung. Bei der geteilten Ausführung sind Tragrohr, Diagonal- und Fußstangen zweiteilig und zusammensteckbar. Sie werden durch Federsehnappverschlüsse miteinander verbunden. Zu diesem Zeltgestänge gehört eine 4 m lange Verankerungskette, die die Standsicherheit des Zeltes bei starkem Wind vergrößern soll. Sie wird an einer Öse in der Mitte des Tragrohres über dem geöffneten Schacht und im Schacht an einem Kabelhalter befestigt.

Die Zeltplane ist aus Segeltuch hergestellt und in ihrer Größe dem Zeltgestell angepaßt: sie wird mit Ledersehnallen am Zeltgestell befestigt. Die beiden Stirnseiten der Plane sind in der Mitte geteilt und können durch Ledersehnallen verschlossen werden. In der einen Längsseite befindet sich ein mit Zellglas verschlossenes Fenster, und in der anderen Seite eine mit Asbest feuersicher ausgefütterte Öffnung für den Dunstabzugschlauch des Lötöfens. Ein besonders angenähter Bodenstreifen soll das vom Zelt herabrinne Regenwasser vom Löttschacht oder Lötloch fernhalten. Um es dem Verkehr gegenüber besonders auffällig zu kennzeichnen, hat man einen 300 mm breiten rot-weiß-roten Warnstreifen in die Mitte aller vier Seiten der Plane waagrecht eingenäht. Die Zeltplane ist zum Schutz gegen Feuchtigkeit und Feuer imprägniert.

### 2. Die Kabellöt- und Trockenöfen

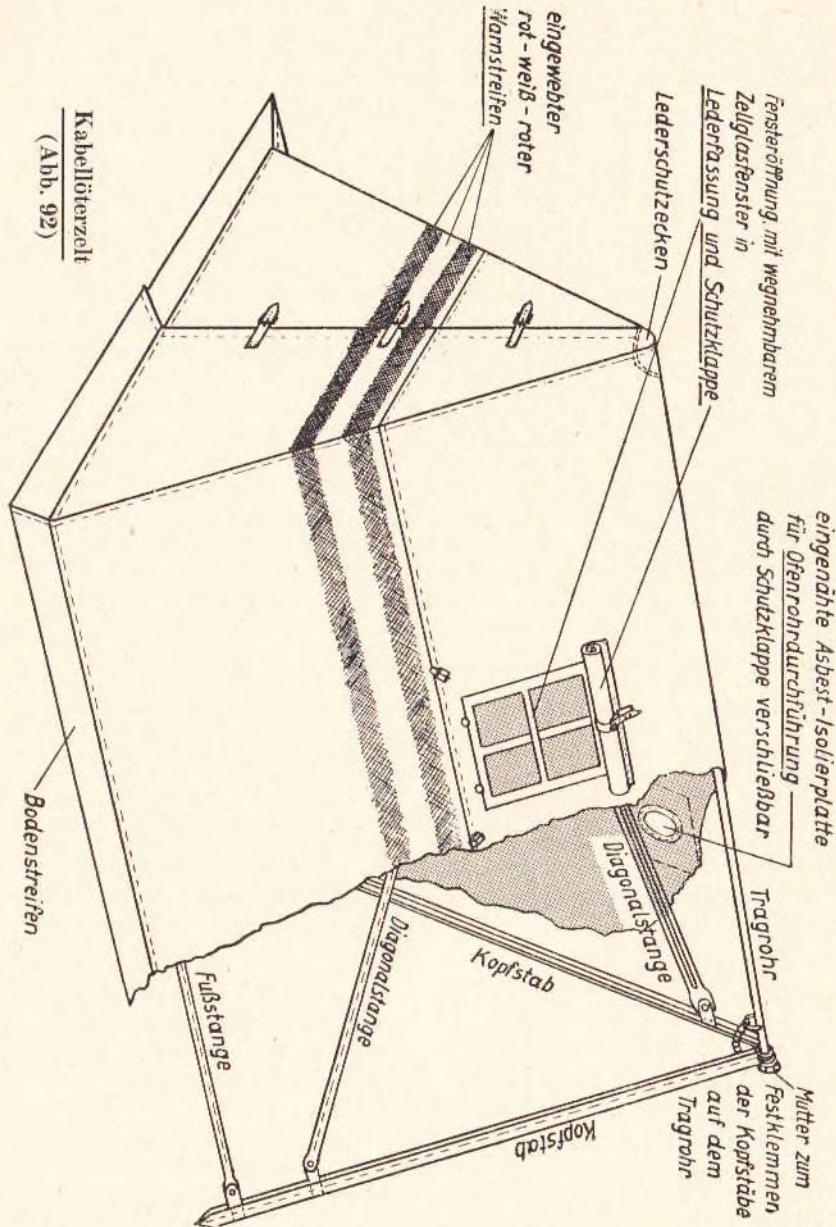
Die Luft um die Spleißstellen in den Kabelschächten und Lötgruben herum muß trocken sein, deshalb wird sie – falls erforderlich – mit dem **Kabellöt- und Trockenofen getrocknet.** Dieser Ofen kann auch zum Schmelzen der Füll- und Abbrühmasse benutzt werden. Früher wurde bei der DBP allgemein ein Ofen für Holzkohlenbriketts benutzt; in neuerer Zeit werden hierfür vorwiegend Öfen mit Propangasfeuerung verwendet.

Der **Kabellöt- und Trockenofen mit Holzkohlenfeuerung** (s. Abb. 93) kann rund oder quadratisch sein; er ist doppelwandig und aus Stahlblech gefertigt. 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 Schlitzlöcher, durch die die Luftzufuhr geregelt wird. An der Vorderseite ist oberhalb des Feuertopfes eine Tür angebracht, durch die das Brennmaterial eingefüllt wird. An der Hinter- oder Seitenwand befindet sich ein Stutzen, auf dem ein Rohr oder der Dunstabzugschlauch aufgesetzt werden kann; nach oben wird der Ofen durch einen Ring mit Deckplatte abgeschlossen.

Der **Dunstabzugschlauch** ist ein biegsames Metallrohr von 8 cm lichter Weite.

Der **Propangas-Ofen** (s. Abb. 94) ist aus Stahlblech gefertigt und hat eine zylindrische Form. Er wird mit abnehmbarem Deckel, herausnehmbarem Strahlungskörper, abschraubbarem Ventil mit Schutzkappe und Propangasbrenner geliefert. Das Gerät wird über einen Schlauch an eine Propangasflasche angeschlossen. Der Deckel ist mit einem Abzugstutzen für den Dunstabzugschlauch versehen. Als Entzündungsvorrichtung dient ein bis zum Brenner geführtes dünnes Rohr, das während des Betriebes mit einem Messingstopfen verschlossen sein muß. Beim Erhitzen der Schmelztiegel für Füll- und Abbrühmasse muß der Deckel mit dem Abzugstutzen mit den beiden zum Gerät gehörenden Haken herausgenommen werden. Zum Ofen gehört eine Bedienungsanweisung, die unbedingt zu beachten ist.

Kabellöt- und Trockenofen für Holzkohlenfeuerung



Kabellötterzelt  
(Abb. 92)



(Abb. 93)

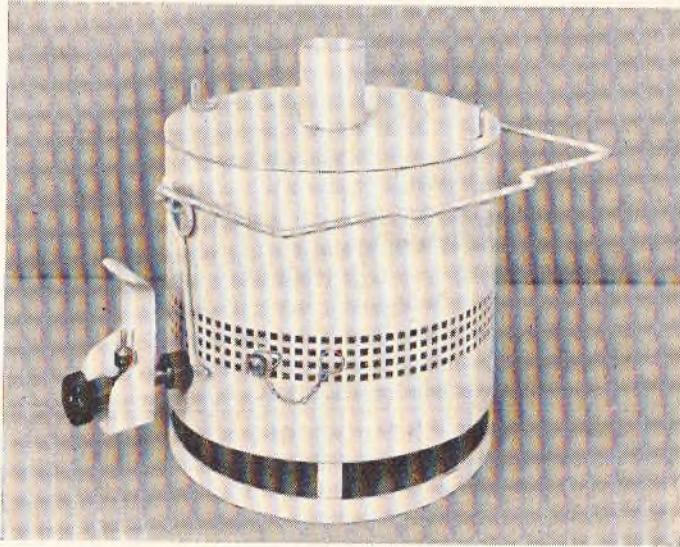
3. Die Kabelschachtbeleuchtung

Zur Beleuchtung der Kabelschächte und anderer in der Dunkelheit liegender Löt-Arbeitsstellen benutzen wir entweder die elektrische Kabelschachtleuchte oder eine Propan-Leuchte (siehe Abb. 94a). Die elektrische Leuchte besteht aus einem Reflektor, der als Deckenleuchte ausgebildet ist, und einer Glühlampe (15 W) für eine Spannungsquelle von 6 Volt; sie wird aus einer Akkumulatorenbatterie (6 V), die in einem festen Kasten untergebracht ist, gespeist.

Die Propan-Leuchte kann als Hänge- oder Standleuchte benutzt werden. Die Fußstützen können abgenommen werden, falls sie beim Arbeiten stören sollten. Der zur Leuchte gehörende druckfeste Schlauch kann entweder über einen Mitteldruckregler 1,5 atü beziehungsweise Doppel- oder Dreifachabzweigstück an 5- oder 11-kg-Propangasflaschen oder direkt an 425-g-Flaschen angeschlossen werden. Zur besseren Lichtausbeute und zum Schutz gegen Blenden besitzt die Leuchte 2 verschiebbare Reflektoren. Dem Gerät ist eine Bedienungsanleitung beigegeben, die bei der Inbetriebnahme der Leuchte unbedingt beachtet werden muß.

4. Die Lötgeräte

Die Lötarbeiten an Kabeln, die früher mit der Benzinlötampe vorgenommen wurden, werden heute fast ausnahmslos mit dem Propan-Kabel-Lötgerät ausgeführt. Es soll daher hier auch nur dieses Gerät beschrieben

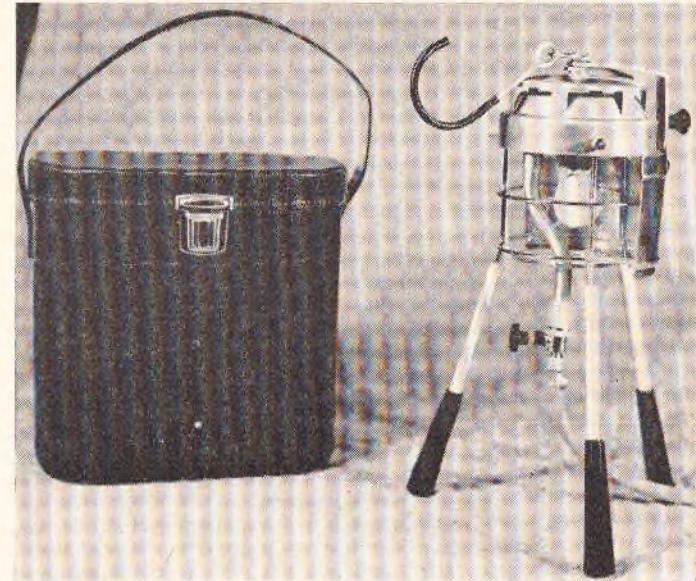
Propangas-Ofen für Kabellöter

(Abb. 94)

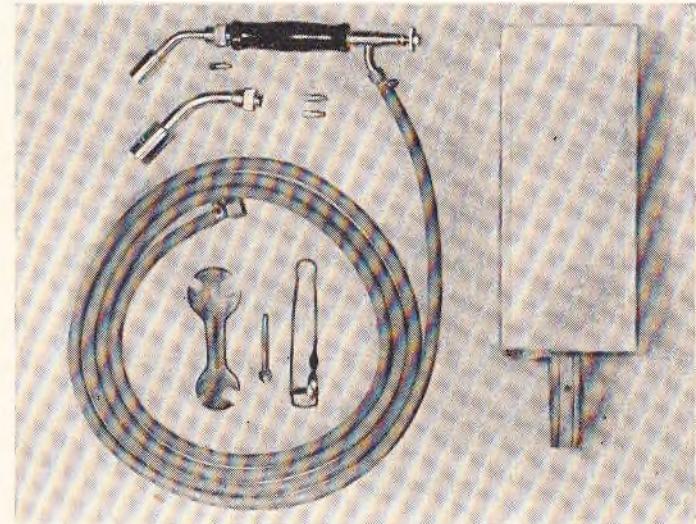
werden. Für Drahtlötungen verwenden wir neben dem elektrischen LötKolben den PropanlötKolben, der dann benutzt wird, wenn der elektrische Kolben nicht vorschriftsmäßig an das Lichtnetz angeschlossen werden kann.

Das Propan-Kabel-Lötgerät (s. Abb. 95) besteht aus einem druckfesten Schlauch, dem Brennergriffstück mit Feinregulierventil, dem Propanspitzenbrenner, dem Propanhochleistungsbrenner, dem Transportkasten und einigem Zubehör. Der druckfeste Schlauch, der mit einem Propangas-Behälter (5 kg oder 11 kg) verbunden wird, führt dem Spitzen- oder Hochleistungsbrenner das erforderliche Gas zu. Der Spitzenbrenner (in der Abb. 95 mit dem Schlauch verbunden) dient für Lötarbeiten an dünnen Kabeln und der Hochleistungsbrenner für Lötungen an dicken Kabeln. Die Heizkraft ist von der Luftzufuhr abhängig und durch Verstellen des Luftschiebers am Brenner regelbar. Dem Gerät ist eine Bedienungsanweisung beigegeben, die unbedingt zu beachten ist.

Zum Propan-LötKolben (s. Abb. 96) gehören eine Stahlflasche für 90 Gramm Propan, ein druckfester Schlauch, ein Brennergriffstück mit Doppelfeinregulierventil, ein LötKolbenbrennereinsatz mit verstellbarem Luftkring und Windschutzhaube, eine Lötspitze aus Kupfer, ein Transport-

Propanleuchte mit Tragetasche

(Abb. 94a)

Einzelteile des Propan-Kabel-Lötgeräts

(Abb. 95)



vor Sonnenbestrahlung geschützt aufzustellen. Da Propangas schwerer als Luft ist, sammelt es sich bei undichten Geräten im KSch oder Keller an. Für gründliche Entlüftung muß gesorgt werden. Gase sind im Freien zu zerstreuen, sie dürfen nicht in die Kanalisationsanlagen gelangen.

5. Feuchte Schächte müssen ausgetrocknet werden, damit die Feuchtigkeit nicht in die Spleißstelle eindringen kann. Wird die Trocknung mit dem Kabellöt- und Trockenofen für Holzkohlenfeuerung vorgenommen, läßt man zweckmäßig das Holzkohlenbrikettfeuer außerhalb des KSch durchbrennen, setzt dann den Ofen in den KSch und bringt sofort den Dunstabszugschlauch an, um die giftigen Kohlenoxydgase ins Freie abzuführen. Da die erwärmte Luft nach oben steigt, drückt sie die verdunstete Feuchtigkeit hoch und gibt sie an die Außenluft ab; der Vorgang des Austrocknens kann durch dauernden Luftzug beschleunigt werden.

Die unter b) 1., 4. und 5. genannten Sicherungsmaßnahmen gelten sinngemäß auch bei Arbeiten in Lötgruben.

Über diese genannten Sicherungsmaßnahmen hinaus ist im Gefährdungsbereich von Wechselstrombahnen und Hochspannungsnetzen besondere Vorsicht geboten. Es sind dann u. a. der Kabelmantel des ankommenden und des abgehenden Kabels vor dem Spleißen und Löten über die Arbeitsstelle hinweg elektrisch gut leitend zu verbinden. Wie dabei im einzelnen zu verfahren ist, ist aus der beigelegten Anlage 6 „Richtlinien zur galvanischen Verbindung der metallischen Kabelhülle von starkstrombeeinflußten Fernmeldekabeln“ zu ersehen.

## 2. Grundsätzliches über Lötarbeiten

Unter Löten verstehen wir das Verschmelzen zweier Metalle unter Benutzung eines dritten leicht schmelzbaren Metalls – des Lotes –, das als Bindemittel dazufließt. Die groben Lötungen werden mit Stangenlötzinn und die feineren mit Röhrenlötzinn ausgeführt.

### a) Lötungen mit Stangenlötzinn

Das Verlöten der Kabelmuffen mit dem Bleimantel geschieht durchweg mit Stangenlötzinn. Diesen Arbeitsgang wollen wir näher betrachten, setzen dabei aber voraus, daß die Spleiß- und Prüfarbeiten bereits erledigt sind und nur noch die Muffe mit dem festeingespannten Kabel verlötet werden muß.

Der Bleimantel wird an den Stellen, wo er mit der Muffe verlötet werden soll, zunächst mit der Drahtbürste blank gekratzt und dann mit dem Kabelmesser vorsichtig einwandfrei blank geschabt. Die Stahldrahtbürste ist dabei so zu führen, daß die Bleistaubteilchen von Körper fort fliegen, um eine Bleivergiftung zu vermeiden. Das Kabelmesser darf nur zu diesen oder ähnlichen Arbeiten verwendet werden; niemals darf man damit Nahrungsmittel (Obst usw.) schneiden, da eine Bleivergiftung die Folge sein würde.

Um zu verhindern, daß die bereits blank geschabten Bleiflächen erneut oxydieren, werden sie mit Rindertalg bestrichen und dann verzinkt. Der Rindertalg ist vorher anzuwärmen, keinesfalls sind die Bleiflächen zuerst anzuwärmen und dann mit Talg zu bestreichen. Alsdann werden die Lötfläche und das Stangenlötzinn gleichmäßig mit kleiner Flamme des Propan-Lötgeräts erwärmt. Das Lötzinn muß dabei breiig und der Mantel so heiß werden, daß es beim Berühren des Mantels flüssig wird. Nur so ist gewährleistet, daß eine innige Verbindung zwischen den Metallen eintritt und die Lötstelle dicht wird. Die so hergestellte Löttschicht ist aber noch sehr dünn und enthält wenig mechanische Festigkeit. Sie muß daher noch dicker werden. Das erreichen wir, indem wir den Vorgang wiederholen und das breiige Lötzinn mit einem mehrfach zusammengelegten, mit Rindertalg durchtränkten Leinenlappen verstreichen, damit ein glatter Lötswulst – auch Lötplombe genannt – entsteht.

Die längsgeteilten und selbstgefertigten Muffen, die – soweit erforderlich – vorerst zu verzinnen sind, werden nach dem Spleißen überschoben und an den Bleimantel gepaßt. In die Oberflächenmitte der Muffe müssen je nach Größe der Muffe ein oder zwei Winkel (so:  $\wedge$ ) geschnitten werden, damit die vorhandene Feuchtigkeit in der Spleißstelle und die beim Löten entstehenden Lötgase (stark wasserdampfhaltig) abziehen können. Unmittelbar vor dem Löten der Muffenhülse sind die Kabelenden, und zwar immer das gegenüberliegende, mit der Lötflamme zur Spleißstelle hin vorsichtig zu erwärmen, damit keine sogenannten Feuchtigkeitsringe in das Kabel getrieben werden.

Nunmehr kommt das Abdichten der Fuge zwischen Muffenhals und Bleimantel an die Reihe. Zu diesem Zweck schmelzen wir das Stangenlötzinn mit der Lötflamme, drücken es auf den verzinnten Bleimantel und unter zwischenzeitlichem Erwärmen mit dem talgetränkten Schmierlappen in die Fuge zwischen Muffenhals und Bleimantel. Bei zu häufigem Erwärmen des Lötzinns entmischt es sich, oxydiert und bildet Tropfnasen an der Unterseite der Lötstelle. Entmischtes, oxydiertes Lötzinn ist hart und spröde; bei mechanischer Beanspruchung brechen solche Lötungen leicht. Lötzintropfen sind daher abzuschmelzen und durch frisches Zinn zu ersetzen, um Schäden zu vermeiden. Der Lötbrenner ist beim Löten so zu halten, daß die Flamme nicht gegen die offene Seite der Lötnaht, sondern über die Lötnaht hinwegstreicht.

Über die Lötnaht wird nun ein Wulst gelegt, der bei Röhrenkabeln gleichmäßig schwach, bei Erdkabeln aber gleichmäßig stark gewölbt sein muß, da das Erdkabel größeren Zug- und Biegebeanspruchungen ausgesetzt ist. Die Längsnähte werden anschließend gleichermaßen hergestellt, nur erhalten sie keinen besonderen Wulst. Es muß beim Löten darauf geachtet werden, daß auch die Unterseite der Lötnahte gut verlötet wird; sie ist

– falls notwendig – dauernd mit dem Lötspiegel zu beobachten. Nachdem die Muffe zugelötet ist, werden die Winkelschnitte – ohne die Muffe in ihrer Lage zu verändern – vorsichtig zurückgebogen und zugelötet.

Vor dem Erkalten ist die Lötstelle mit Talg zu bestreichen, dadurch wird die Lötfläche gereinigt, und Unregelmäßigkeiten oder **undichte Stellen** werden sichtbar. **Die warme Lötstelle darf keinesfalls bewegt werden**; sie muß erst gut abkühlen, bevor man sie richtig lagern kann.

Neben den Bleimantelkabeln (PM-Kabeln) werden in letzter Zeit immer mehr **Stahlwellmantelkabel (PWY-Kabel)** als Fernmeldekabel eingesetzt. Die Spleißstellen dieser Kabel werden mit den gleichen Muffen wie die Bleikabel verlötet. Zuvor müssen aber auch die Lötflächen, nachdem die Kunststoffaußenhüllen (siehe auch Seite 143) entfernt wurden, zuverlässig verzinkt werden. Das läßt sich einfach und schnell auf folgende Weise ausführen:

Das zu verzinnende Stück des Wellmantels wird mit einer Stahlbürste oder mit einem schmalen Streifen Schmirgelpapier blank gemacht und das **Speziallötmittel „Wellfix“** unter gleichzeitigem Erwärmen der Lötfläche mit einem Pinsel auf diese aufgetragen. Sobald sich auf dem Wellmantel Zinntröpfchen zeigen – ein Zeichen, daß die richtige Verzinnungstemperatur erreicht ist –, werden die verbrannten Flußmittelreste mit einem Pinsel entfernt. Es kommt dann eine glänzende, verzinnte Manteloberfläche zum Vorschein. Darauf kann der Wellmantel auf die gleiche Weise weiter behandelt werden wie der Bleimantel.

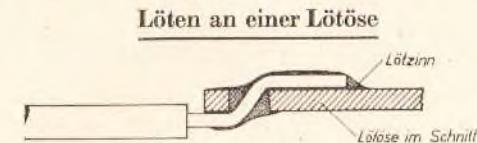
#### b) Lötungen mit Röhrenlötzinn

Das Anlöten der Drähte an die Lötstifte der Endverschlüsse und Ösen der Sicherungsleisten oder Trennleisten geschieht neben dem Verlöten der **Raupen bestimmter Kabeladern** (0,9; 1,2 und 0,8 der OVk sowie bei Übergängen von 0,4 auf 0,6 mm) mit **Röhrenlötzinn**, das, wie bereits bekannt, Kolophonium als Flußmittel enthält. Als Schmelzquelle für diese Lötungen kommt in der Regel der elektrische LötKolben oder der Propan-LötKolben in Betracht.

Zur Aufnahme des anzulötenden Kupferdrahts dient ein **Loch (Lötöse)** oder eine bzw. mehrere **Einkerbungen (Löthaken)** in der **Lötfahne** (siehe EVs 58 und EVza 59). Fabrikneue Lötösen, Löthaken oder Lötfahnen sind im oberen Teil verzinkt. **Benutzte Lötösen, Löthaken oder Lötfahnen müssen vor der neuen Lötung von altem, anhaftendem Lötzinn gereinigt werden.** Dazu erwärmt man sie mit dem gut verzinnten LötKolben und kann nun das alte Zinn mit Hilfe des Kolbens abziehen. Unter Umständen muß diese Tätigkeit unter Zugabe von einer kleinen Lötzinne Menge wiederholt werden. Bevor die Kabeladern angelötet werden können, müssen sie zugerichtet (angespitzt) werden. Die Papier-

und Kunststoffisolierung ist zu diesem Zweck mit einer Abisolierzange zu entfernen, und zwar bei gelochten Lötösen bis zu 1 cm, hakenförmigen Lötösen und Lötstiften auf 1,5 cm. Hat die Ader außer den genannten Isolierungen noch eine Lack-schicht, so wird diese vorsichtig mit einem Lackkratzer gründlich blank geschabt; die Ader darf dabei nicht mit dem Finger berührt werden, da sie sonst korrodieren wird.

Das angespitzte Ende der Ader wird bei den gelochten Lötösen von unten (s. Abb. 97) durch das Loch geführt und leicht gebogen. Bei den hakenförmigen Lötösen wird der Draht um den Haken (s. Abb. 98) gelegt. Die



(Abb. 97)

Lötfahnen mit Kralle im EVs 58 und EVza 59 haben sich nicht bewährt; es wurden daher für diese beiden Abschlußeinrichtungen neue Lötfahnen entwickelt (s. Abb. 98a und 98b). Die Lötfahnen im Kabelabschlußraum haben im EVs 58 wie im EVza 59 die gleiche Form erhalten. Sie unterscheiden sich nur im Schaltraum. Im EVza 59 sind im Schaltraum im allgemeinen Schraubklemmen zu finden. Im EVs 58 ist dagegen die **Lötfahne im Schaltraum so gestaltet worden, daß sie in der oberen Vertiefung den Schaltdraht zum Durchschalten der Anschlußleitung** und in der darunter seitlichen Aussparung einen zweiten Schaltdraht – z. B. den, der zum Überspannungsschutz führt – aufnehmen kann. **Die Isolierung soll etwa 2 mm vor dem Löthaken, der Lötöse oder der Lötfahne enden.**

Um die Lötung auszuführen, muß zunächst geprüft werden, ob die hierzu benötigte Löttemperatur erreicht ist. Das ist dann der Fall, wenn das auf die verzinnte Kolbenspitze gehaltene Röhrenlötzinn sogleich zu fließen beginnt. Die Kolbenspitze muß ausreichend Hitze gespeichert haben, um den Lötstift, das Lötzinn und den Leiter rasch auf die Schmelztemperatur des Lötzinns zu erwärmen.

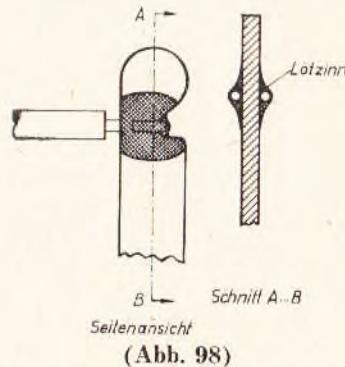
#### Achtung:

Wenn die Kolbenspitze nicht heiß genug ist, dauert das Löten zu lange. Die Wärme hat Zeit, im Leiter zu wandern und zerstört die Isolierung. Das Kolophonium kann seine Schutzwirkung nur über einen kurzen Zeitraum ausüben, bei längerer Lötdauer tritt eine Oxydation auf. Wenn das Lötzinn nicht flüssig war, sondern nur bis zu seinem breiigen Zustand erwärmt wurde, findet keine innige Oberflächenlegierung zwischen den Metallen statt. Die Gefahr der

Elementbildung, Gleichrichterwirkung und elektrolytischer Zersetzung ist nun – besonders bei wechselnder Luftfeuchte – gegeben. Solche „kalten Lötstellen“ führen zu störenden Spannungsabfällen. Kalte Lötstellen können auch durch unsaubere Drähte und Lötstifte, wie durch alte Lötzinnreste verursacht werden. Bei der Lötung muß daher unbedingt Sauberkeit herrschen! Die Lötung muß rasch gehen!

Beim Löten muß die LötKolbenspitze in die Nähe des Lötstiftes gebracht, etwas Lötzinn auf der Kolbenspitze geschmolzen und diese dann sofort gegen den Lötstift gehalten werden. Dabei dringt die Wärme über das flüssige Lötzinn auf den Lötstift und den herangeführten Draht.

#### Löten an einem Löthaken

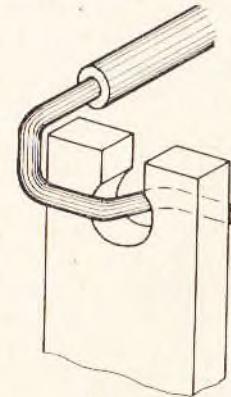


die so durchwärmte Lötstelle mit dem Ende eines Stück Röhrenzinnns berührt wird, wird sie von dem flüssig werdenden Kolophonium überzogen und von dem schmelzenden Zinn durchflossen. Im Augenblick des „Fließens“ ist der Kolben abzunehmen, damit die wärmeempfindliche Adernisolation nicht übermäßig erhitzt und verbrannt wird. Draht und Lötstift sind nach dem Erkalten des Lötzinns metallisch fest miteinander verbunden. Überstehende Drahtenden können mit dem Schrägschneider abgezwickelt werden, dabei muß darauf geachtet werden, daß sie nicht in die Lötstiftreihen des Hauptverteilers fallen, denn sie könnten hier sonst Betriebsstörungen verursachen.

Die Spitzen der Raupen der Kabeladern der Fern- und Bezirkskabel und der Ortsverbindungskabel sowie der 0,4 mm starken Anschlußkabeladern, wenn sie in 0,6 Adern übergehen, werden verlötet, um Kontaktfehler und Übergangswiderstände zu vermeiden.

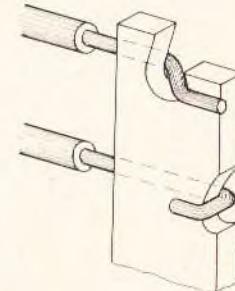
Beim Spleißen der Raupen müssen wir darauf achten, daß sie nicht mit den Fingern berührt werden, denn feuchte Hände haben eine Korrosion der Adernoberfläche zur Folge. Um diesen Arbeitsvorgang zu verkürzen

#### Lötfahne im Kabelabschlußraum des EVs 58 und EVza 59



(Abb. 98a)

#### Lötfahne im Schaltraum des EVs 58



(Abb. 98b)

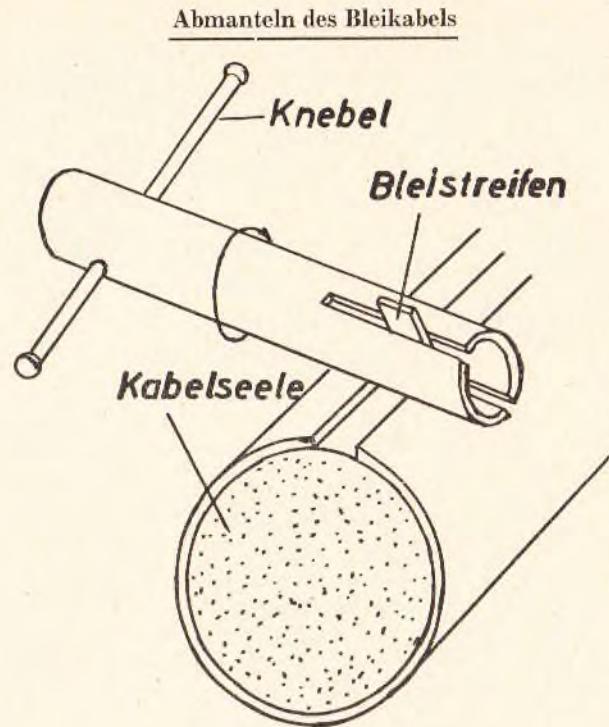
werden mehrere Raupen gleichzeitig zum Verlöten vorbereitet. Auf der heißen Kolbenspitze wird eine kleine Menge Lötzinn geschmolzen und sogleich gegen die Spitze der Raupe gedrückt. Darauf wird das Röhrenlötzinn so auf die Raupe gehalten, daß das Kolophonium und Lötzinn etwa 10 mm durch die Raupe läuft.

### 3. Grundsätzliches über Kabelspleißarbeiten

#### a) Vorrichtungen der Kabeladern

Die Kabelenden müssen zunächst so hingebogen und befestigt werden, daß die Spleißstelle möglichst handlich gefertigt und nach dem Verlöten einwandfrei gelagert werden kann. Die Länge der Spleißstelle hängt von der Länge der zu verwendenden Muffe und diese wiederum von dem Durchmesser des Kabels ab. Da der Mantel des Kabels später an beiden Seiten in den Muffenhals der Bleimuffe oder in den Lötstutzen des Endverschlusses hineinragen muß, ist der Mantel entsprechend kürzer abzutrennen. Vor dem Abtrennen des Bleimantels ist zu prüfen, ob das Kabel mit einem Ventilstutzen versehen und mit Druckluft gefüllt ist; es müßte dann erst der Luftdruck im Kabel gemessen werden. Wir benutzen dazu – wie schon erwähnt – einen gewöhnlichen Reifendruckmesser. Es müssen mindestens noch 0,3 atü gemessen werden.

An der Trennstelle wird der Bleimantel mit dem Kabelmesser ringförmig eingeschnitten und durch Hin- und Herbiegen von der Kabelseele abgezogen. Ist der Mantel nicht am Ende, sondern an einer beliebigen Stelle des Kabels abzutrennen, so ist er auf beiden Seiten ringförmig einzuschneiden. Um das eingeschnittene Mantelstück von der Kabelseele zu entfernen, muß der Bleimantel durch zwei Längsschnitte im Abstand von



(Abb. 99)

etwa 1,5 cm tief eingekerbt, an einer Seite hochgebogen und mit dem Kabelmantelroller (s. Abb. 99) aufgerollt werden. Der Bleimantel kann nunmehr mit einer Zange auseinandergebogen und abgenommen werden. Der am Ringschnitt entstandene Grat muß abgeschabt oder abgefeilt werden, zum Schutz der Papierisolation wird die Kabelseele am Ringschnitt mit Nesselband oder Glasgewebeband umwickelt.

Beim PMbc-Kabel muß die Bewehrung entsprechend der Größe der Löt-  
muffe abgesetzt werden. Um das Aufspringen der Bewehrung zu verhindern, legen wir sie zuvor durch einen Stahldrahtwickel fest. Danach kann die Bewehrung abgefeilt und es können die stehengebliebenen kurzen Enden über den Drahtbund weg nach hinten zurückgebogen werden. Das teergetränkte Papierpolster bleibt bis auf 20 mm vom Drahtabbund in Richtung auf die Muffe stehen. Die Muffe wird nach dem Verlöten mit einer Korrosionsschutzbinde (siehe auch Seite 150) umwickelt, und zwar so, daß die Binde das Papierpolster mit erfäßt. Auf diese Weise werden auch die anschließenden Kabelmäntel geschützt. Nach diesem Arbeitsgang sind noch die Bewehrungsdrähte über die Muffe hinweg galvanisch durchzuverbinden. Das muß mit verdrahten Kupferleitern (mindestens 0,6 mm

Durchmesser) geschehen. Die Kupferleiter werden links und rechts der Muffe neben dem Abbund auf die metallisch blank gemachte Bewehrung aufgelötet. Bei Übergangsspleißstellen zwischen Röhren- und Erdkabel ist die Bewehrung des Erdkabels mit dem Bleimantel des Röhrenkabels leitend zu verbinden.

Die Enden des Stahlwellmantelkabels müssen zunächst von den Korrosionsschutzlagen (Kunststoffaußenhüllen) durch Anwärmen entfernt und der Metallmantel von den anhaftenden Resten der Schutzmasse durch Abwischen mit petroleumgetränktem Lappen gesäubert werden. Das Absetzen des Wellmantels wird mit Hilfe des sogenannten Wellenschneiders, eines den Eigenheiten des Wellmantels angepaßten Spezialschneidwerkzeuges, vorgenommen; er wird auf dem Wellenberg aufgesetzt und einhalb Mal um die Kabelachse herumgezogen. Durch Drehen des abzusetzenden Mantelstücks um die Kabelachse läßt sich das Mantelstück so weit lockern, daß die beiden angeschnittenen Wellenberge mit der Welschere abgeschnitten und der Mantel abgezogen werden kann. Der weitere Vorgang unterscheidet sich nicht von dem am Bleimantel.

Sind die Kabel so vorbereitet, ist die Kabelseele bis auf 1 cm vor dem Mantel von der Papierumhüllung zu befreien. Alsdann müssen die freigelegten Kabeladern Lage für Lage, ohne sie zu knicken, zurückgeschlagen und am Kabelhals eingebunden werden. Dabei ist die Zählweise der Adern, wie sie auf Seite 26 beschrieben wurde, zu berücksichtigen. Das ist notwendig, um beim Spleißen das Greifen der richtigen Viererseile zu erleichtern und sie nicht zu vertauschen.

#### b) Abbrühen der Kabeladern

Die in die Endverschlüsse und Überführungsendverschlüsse einzuführenden Kabeladern werden abgebrüht, um sie für einige Zeit vor Feuchtigkeit zu schützen und die im Papier noch vorhandene Feuchtigkeit zu entfernen.

Nach dem Abmanteln sind die papierisolierten Adern sofort mit heißer Abbrühmasse (120 °C) zu übergießen und die lackpapierisolierten Adern in die gleiche Masse zu tauchen; hierbei muß eine Auffangschale unter dem waagrecht gelegten Adernbündel stehen. Man beginnt das Übergießen mit einem dünnen Strahl am Kabelmantel und hört etwa 5 bis 10 cm vor den Adernspitzen auf. Die im Papier enthaltene Feuchtigkeit läßt die Abbrühmasse so lange aufschäumen, wie Feuchtigkeit vorhanden ist.

Soll erreicht werden, daß die Adern wirksam isoliert sind, so muß die Temperatur der Abbrühmasse während des ganzen Vorgangs 120 °C betragen. Beim Abbrühen ist besondere Vorsicht am Platze, damit Verbrennungen vermieden werden. Aus Sicherheitsgründen (Brandgefahr beim

Erhitzen der Masse über 165 °C) darf der zum Erhitzen der Abbrümmasse benutzte Ofen oder das Wachserschmelzgerät nicht im Kabelschacht, in geschlossenen Räumen oder im Zelt, sondern nur im Freien aufgestellt werden.

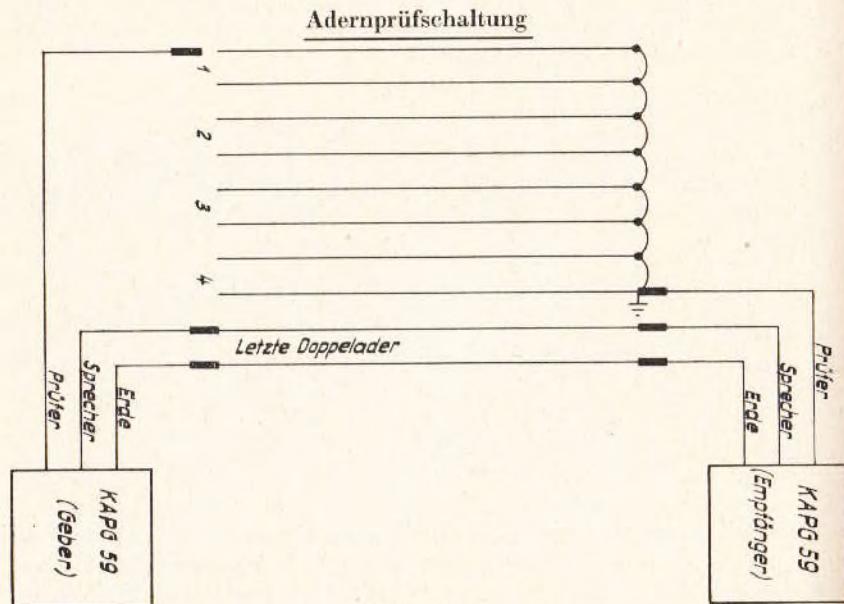
e) Prüfen der Kabeladern

Die Kabeladern der Kabeleillängen, die miteinander verbunden werden sollen, müssen elektrisch auf richtige Adernfolge und einwandfreien Zustand geprüft werden. Das geschieht durch das sogenannte Vorprüfen und Nachprüfen. Hierbei müssen Fehler wie Adernvertauschung, Berührung der Adern, stromlose Adern, Erd- und Nebenschlüsse, festgestellt und beseitigt werden.

Das Vorprüfen, das vor dem Spleißvorgang geschehen muß, soll dem Lötter die Gewißheit geben, daß er die zusammengehörigen Kabeladern miteinander verspleißt und im Kabel keine der genannten Fehler vorhanden sind. Es erstreckt sich daher auf:

- richtige Adernfolge (Vertauschung).
- Stromdurchgang (keine Adern unterbrochen).
- Berührung der anderen Adern (Nebenschluß) und
- Berührung der Adern mit dem Kabelmantel (Erdschluß).

Das Nachprüfen soll zeigen, ob Fehler beim Spleißen entstanden sind.

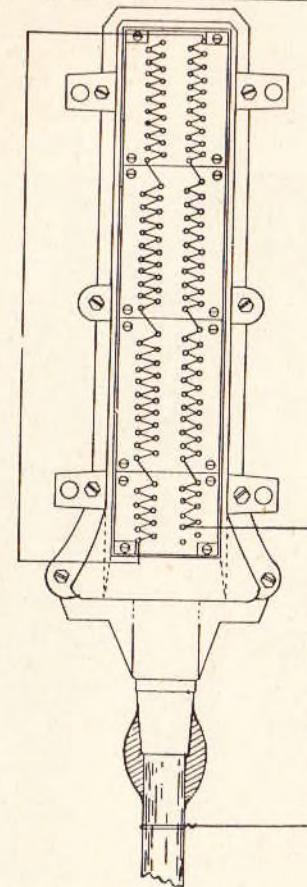


(Abb. 100)

Das Vor- und Nachprüfen wird dann jeweils für sich vorgenommen, wenn nur eine Spleißstelle (z. B. Einschleifen eines EVZ in Vorratsadern) gefertigt werden muß. Sind dagegen mehrere Kabellängen nacheinander zu verspleißen, so dient die Vorprüfung einer zu fertigenden Spleißstelle gleichzeitig als Nachprüfung der vorangegangenen Spleißstelle. Eine besondere Nachprüfung ist erst dann erforderlich, wenn die letzte Spleißstelle fertiggestellt ist.

Zum Prüfen wird ein sogenanntes Kabeladernprüfgerät benutzt, das entsprechend dem Prinzip der Schaltung in Abb. 100 arbeitet. Das Prüfgerät besteht aus zwei Sprechgarnituren und der Prüfeinrichtung.

Geerdeter Endverschluß

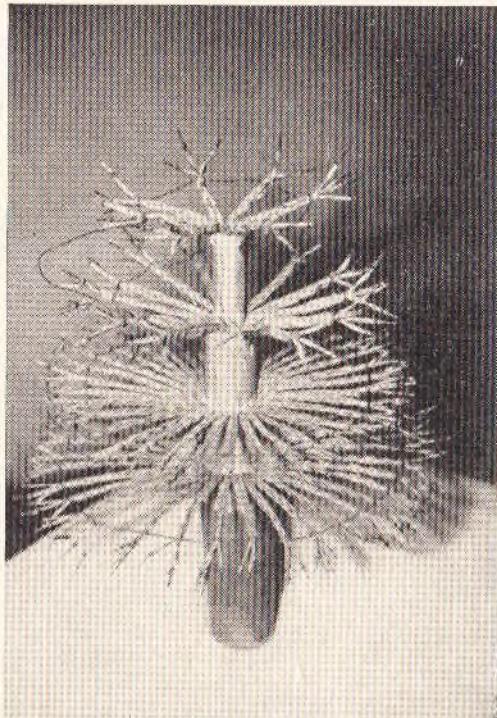


(Abb. 101)

Der Lötter A befindet sich bei der Spleißstelle und der Prüfhelfer B in der OVSt am HVSt, LVz oder beim KVz. Der Prüfhelfer erdet am Kabelabschluß alle Adern bis auf die letzte Doppelader (s. Abb. 101), in die sich die Prüfer mit ihren Sprechgarnituren einschalten. Der Prüfstrom verläuft über den Schnarrwecker W, die zu prüfende Ader und die letzte Doppelader. Beim Ansprechen des Schnarrweckers W wird in beiden Fernhörern ein Summertone wahrgenommen. Zur Prüfung auf richtige Adernfolge hält der Lötter A den Prüfpol an die Ader 1a, ertönt der Summertone, nimmt der Prüfhelfer B die Erde von der Ader 1a ab. Der Summertone muß verstummen, wenn die richtige Ader gefunden wurde. Wenn auf diese Weise die 4 Adern des ersten Viererseils geprüft und gut sind, kann es verspleißt und das nächste geprüft werden.

Der Lötter und sein Prüfhelfer verständigen sich im allgemeinen durch verabredete Schnarrsignale; zur Unterhaltung kommt es nur dann, wenn Fehler beim Prüfen festgestellt werden.

### Prüfblume



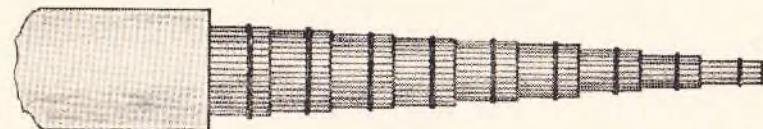
(Abb. 102)

Ist das Kabel noch nicht am Hauptverteiler, LVz oder KVz abgeschlossen, so muß eine sogenannte **Prüfblume** (s. Abb. 102) gefertigt werden, um die Adern entsprechend der Schaltung in Abb. 100 prüfen zu können. Zu diesem Zweck wird das Kabel auf 20 bis 50 cm Länge je nach Anzahl der Lagen entmantelt und abgebrüht. Die äußere Lage ist oberhalb der Kabelmantelkante mit Nesselband oder Glasgewebeband zu umwickeln und so abzubiegen, daß sie strahlenförmig absteht. Ebenso sind die anderen Lagen aufzuteilen. Damit die strahlenförmig abstehenden Adern so verbleiben, wird jedes Viererseil (VS) mit einem dünnen fortlaufenden Draht auf etwa zwei Drittel der Länge umwickelt. Die Adern jedes VS werden in der Zählfolge auseinandergespreizt, an den Spitzen auf etwa 1,5 cm abisoliert und mit einem blanken Kupferdraht geerdet.

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

Kann die Prüfblume nicht dauernd trocken gehalten werden, oder lassen andere Gründe die Fertigung einer Prüfblume nicht zu, so ist als Notbehelf ein sogenannter **Prüfstumpf** (s. Abb. 103) zu bilden, um wenigstens die Zusammengehörigkeit der Adern prüfen zu können. Zwecks Anfertigung

### Prüfstumpf



(Abb. 103)

des Prüfstumpfs muß das freiliegende Ende des Kabels auf etwa 30 bis 50 cm Länge je nach Anzahl der Lagen abgemantelt werden. Darauf sind die einzelnen Lagen vom Ende des Bleimantels her so weit zurückzuschneiden, daß in Richtung der innersten Lage von Lage zu Lage die Adern um je 5 cm länger stehen bleiben. Jedes Adernpaar wird an der Spitze etwa 1,5 bis 2 cm abisoliert und miteinander verwürgt. Die Würgestellen sind durch übergeschobene Isolierhülsen zu isolieren. Um zu verhüten, daß Feuchtigkeit eindringen kann, ist über den Kabelstumpf ein alter Bleimantel als Schutzhülle zu schieben und zu verlöten.

Die anschließende Prüfung der Adern erfolgt sehr einfach. Der Lötter legt am fernen Ende jede a- und b-Ader eines Paares an die Prüfpole der Batterie mit dem Schnarrwecker. Dieser ertönt, wenn es sich um die richtigen Adern handelt, da sie im Prüfstumpf eine Schleife bilden.

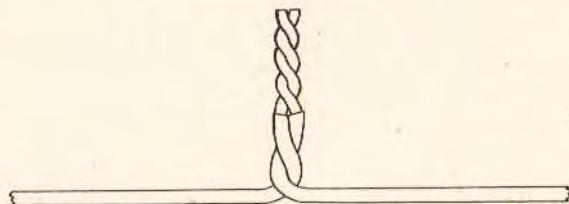
#### d) Das Anfertigen der Würgestellen

Nachdem die Kabelenden – wie unter 3.a beschrieben – vorgerichtet sind, werden sie lagenweise gegeneinander so verdreht, daß sich die Zähladern möglichst gegenüberliegen.

Um die Gefahr der Adernvertauschung zu verringern, werden über die einzelnen Viererseile (VS) der Ortskabel vor dem Verspleißen auf beide Kabelenden Gruppenringe geschoben. Dann folgt auf jede Ader eines Kabelendes die Isolierhülse, die die einzelnen Würgestellen – auch Raupen genannt – nach dem Spleißen vor Berührung schützen sollen.

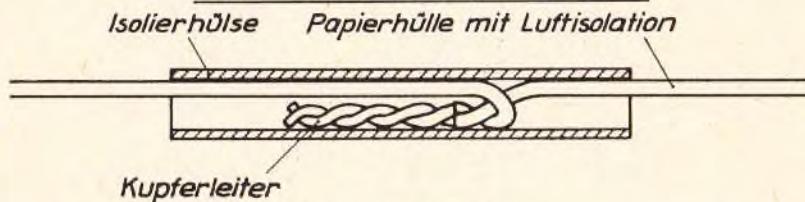
Die zusammengehörenden Adern sind an der Verbindungsstelle übereinander zu legen und mit Papier zwei Schläge nach rechts herum lose zu verdrehen. Die Papierisolation kann nun mit der Abisolierzange abgestreift und die blanken Drähte können weiter, aber nicht zu fest, auf einer Länge von etwa 3 cm miteinander verwürgt werden. Nachdem die überschießende Länge mit dem Seitenschneider abgeschnitten und die letzten Schläge der Raupe mit der Schnabelzange fest nachgezogen sind (s. Abb. 104a), legt man die Würgestelle in Richtung der Ader, aber entgegen der Isolierhülse um und schiebt die Isolierhülse über die Würgestelle (s. Abb. 104b). Nur dann, wenn Würgestellen aus 0,4 und 0,6 mm starken Kupferadern – z. B. in der Aufteilungsmuffe – herzustellen sind, sind diese vor dem Umlegen der Raupen zunächst zu verlöten und erst dann mit der Isolierhülse zu schützen.

Kabelader verwürgt



(Abb. 104a)

Durch Isolierhülse geschützte Kabelader



(Abb. 104b)

Die Isolierhülsen eines Viererseils müssen nebeneinander, die der anderen Viererseile gegeneinander versetzt liegen, und zwar so, daß die Hülsen des einen VS an die der vor- oder zurückzählenden VS anschließen; die Spleißstelle bleibt dadurch schlank. Man kann aber auch die Hülsen lagenweise zusammenfassen und sie Lage für Lage versetzt anordnen. Diese Methode hat den Vorteil, daß eine bestimmte Ader, besonders in einem höherpaarigen Kabel, besser und schneller herausgesucht werden kann. Die Gruppenringe sind von beiden Seiten dicht an die Isolierhülsen eines jeden VS heranzuschieben und die ganze Spleißstelle mit Nesselband oder Glasgewebeband einzubinden. Vor dem Zulöten darf nicht das Einlegen der nötigen Menge Blaugel oder Siogel vergessen werden.

#### 4. Herstellen der Verbindungs- und Abzweiglötstellen

Die beim Herstellen von Kabellöt- und Spleißstellen zu verrichtenden Arbeitsgänge wurden in den vorangegangenen Abschnitten im einzelnen näher erläutert und werden entsprechend der Reihenfolge des Arbeitsablaufs nachfolgend noch einmal kurz wiederholt:

1. Sichern der Baustelle,
2. Öffnen des KSch oder Ausheben der Lötgrube,
3. Aufstellen des Zelttes und des Kabellötovens,
4. Vorrichten der Kabeladern,
5. Vorprüfen der Kabeladern,
6. Spleißen und eventuell Verlöten der Kabeladern,
7. Nachprüfen der verspleißten Kabeladern,
8. Einbinden der Spleißstelle,
9. Einbringen des Trockenmittels (Blaugel/Siogel),
10. Verlöten der Spleißstelle,
11. Benummern der Lötstelle und
12. Lagern der Lötstelle.

Wir haben bei unseren Betrachtungen bisher weder zwischen Verbindungs- und Abzweiglötstellen unterschieden, noch das Benummern der Lötstellen sowie die besondere Lagerung der Erdkabellötstellen erwähnt. Das soll abschließend geschehen.

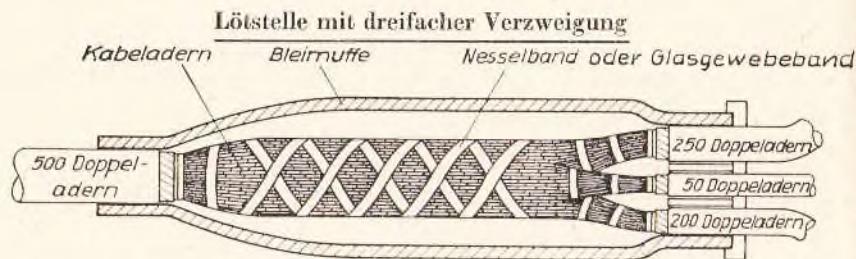
In einer Verbindungs-lötstelle werden zwei gleichartige und zumeist gleichpaarige Kabellängen miteinander verspleißt und verlötet. Um die Spleißstellen zu schützen, werden sie mit Verbindungsmuffen zugelötet, deren Größe vom Durchmesser des Kabels abhängt. Wir verwenden hierzu geschlitzte fertige Verbindungsmuffen oder Muffen, die sich der Kabellöter ausnahmsweise selbst aus Walzblei hergestellt hat.

In einer Abzweiglötstelle (s. Abb. 105) werden mehrere verschiedenpaarige Kabel miteinander verspleißt. Soll ein Kabel in mehrere Kabel aufgeteilt werden, sind die abzuweigenden Adernpaare entsprechend dem Spleißplan – er schreibt die Aufteilung der Adern vor – übersichtlich und ohne Kreuzungen zu trennen, damit bei späterer Fehlerermittlung keine

Schwierigkeiten auftreten. Die einzelnen Teilkabel sind jedes für sich herzurichten und mit Nesselband oder Glasgewebeband in der Spleißstelle abzubinden.

Die Lötstellen müssen entsprechend den Angaben im Netzplan benummert werden, um erforderlichenfalls das gesuchte Kabel bei späteren Arbeiten am Kabel oder an der Lötstelle schnell herausfinden zu können. Die Bezeichnungen (Buchstaben und Zahlen) werden mit Schlagbuchstaben und Schlagzahlen an Ort und Stelle in einen aus Blei bestehenden Kabelbezeichnungstreifen eingeschlagen, der dann nahe der Lötstelle um das Kabel herumgelegt wird.

Erdkabel-lötstellen wurden bisher nach ihrer Fertigung mit einem besonderen Schutzkasten umgeben, der mit Füllmasse ausgegossen im Erdreich



(Abb. 105)

gelagert wurde. In den letzten Jahren ist mit Erfolg versucht worden, die Erdkabel-lötstellen nur mit einer Kunststoffbinde (Ceroplastbinde) als Korrosionsschutz zu umgeben und auf die umständliche und zeitraubende Lagerung in Schutzkästen zu verzichten. Dabei ist wie folgt vorzugehen: Nach dem Verlöten wird auf die Muffe eine Schutzbinde aus Kunststoff in drei Lagen faltenlos gewickelt, damit keine Feuchtigkeit bis auf die Bleimuffe und die anschließenden Kabelmäntel gelangen kann. Die Binde muß gut überlappend aufgewickelt werden. Sie schmiegt sich leichter an und haftet auch besser, wenn sie angebracht wird, solange die Muffe noch handwarm ist. Für Verbindungsmuffen ist das 50 mm breite Band am besten geeignet. Für Abzweigmuffen müssen neben dem 50 mm breiten Band Bänder von 20 bis 30 mm Breite für die Abzweige verwendet werden. Den Übergang von den Kabeln zu den im Durchmesser stärkeren Lötstellen polstert man mit 20 mm breiten Korrosionsschutzbinden auf. Dadurch werden Faltenbildungen an den Übergangsstellen vermieden.

Zum Schutz der Erdkabel-lötstellen gegen Bleimantelbrüche infolge Bodensenkungen, muß die Lötstelle 30 cm aus der Kabeltrasse ausgehoben und auf gewachsenem Boden gelagert werden. Ist kein gewachsener Boden vorhanden, muß die Bodenschüttung unter der Lötstelle besonders sorgfältig verdichtet werden und mit Beton-Abdeckplatten oder Ziegeln abschließen.

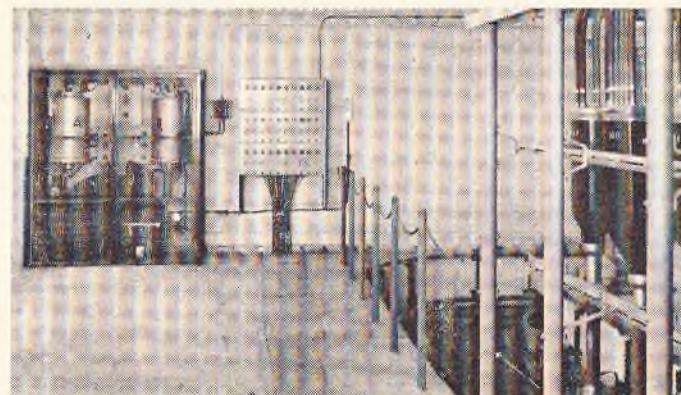
Darüber ist eine 10 cm hohe, steinfreie, verdichtete Erdschicht bis in die Höhe der ehemaligen Grabensohle aufzubringen. Erst auf diese Erdschicht wird die Lötstufe gelagert und zur Verhinderung mechanischer Beschädigung mit einer 10 cm hohen, steinfreien Erdschicht eingedeckt, auf die dann eine weitere Lage Betonabdeckplatten bzw. Ziegel aufzubringen ist.

#### IV. Kabelmantelprüfung mit stationären Druckluftanlagen

Wie wir bereits wissen, werden neue Röhren-, Brücken- und Flußkabel (s. Seite 38) vom Kabelwerk mit Druckluft gefüllt an die Baustelle oder Lagerstelle versandt. Um unsere eingebauten Röhrenkabel im Ortsnetz während des Betriebes unter Kontrolle zu haben, d. h. festzustellen, ob die

##### Gesamtansicht der stationären Druckluftprüf- und Trocknungsanlage im Kabelaufteilungsraum

Links der Kompressorschrank, rechts die Verteilertafel



(Abb. 105a)

Kabelmäntel luftdicht sind, können in den Vermittlungsstellen sogenannte „stationäre Druckluftprüf- und Trocknungsanlagen zur Kabelüberwachung“ eingesetzt werden. Die an diese Anlage angeschlossenen Ortskabel sind dauernd mit trockener Druckluft gefüllt. Sollte ein Kabel undicht werden, wird dieses über ein besonderes Sicherungs- und Kontrollsystem im Wählersaal angezeigt. Der zu dieser Anlage gehörende Kompressor mit den erforderlichen Aggregaten zur Erzeugung der Trockenluft und die Verteilertafel für die Druckluftüberwachung der einzelnen Kabel befinden sich (s. Abb. 105a) gewöhnlich im Kabelaufteilungsraum der OVSt. Die Kabel werden einzeln über Druckluftventile, die sich vor den Stopfstellen auf dem Kabel befinden, und Schläuche an die Verteiler-

tafel angeschlossen. Tritt ein Kabelmantelfehler an den angeschlossenen Kabeln auf, so entweicht die trockene Druckluft an der Fehlerstelle. Dies hat zur Folge, daß sich automatisch die Druckluftanlage einschaltet und die aus dem Kabel entweichende Luft nachfüllt. Diese unregelmäßige Nachfüllung wird über das eingebaute Sicherungs- und Kontrollsystem im Wählersaal sofort durch eine Lampe und einen Wecker angezeigt. Aus dieser Anzeige ist zu erkennen, welches Kabel undicht geworden ist. Es kann sofort mit der Fehlerengrenzung durch den Ortskabelmeßtrupp begonnen werden. **Da in dem Kabel ein Luftüberdruck herrscht und die entweichende Luft sofort aus der Druckluftanlage ersetzt wird, kann an der Fehlerstelle kaum Feuchtigkeit in das Kabel eindringen. Das Kabel säuft daher nicht ab; Betriebsstörungen werden so vermieden.**

## V. Fragen zum Abschnitt H.

1. Welche Kabelmuffen gibt es? 2. Wozu benötigen wir beim Verlöten der Anschlußkabel Stangenlötzinn und wofür Röhrenlötzinn? 3. Welche Aufgabe hat die Füllmasse, und warum benutzen wir Abbrümmasse? 4. Wozu benötigen wir Mischwachs, und bei welcher Temperatur muß es verarbeitet werden? 5. Warum muß beim Lötten unter einem Kabellötterzelt und aufgestelltem Trockenofen ein Dunstabzugsschlauch am Ofen angeschlossen werden? 6. Wo sind die Propangasflaschen beim Lötten in Kabelschächten aufzustellen? 7. Welche Kabeladern müssen nach dem Verwürgen noch zusätzlich verlötet werden? 8. Was muß nach dem Verlöten der Muffen in PMbe-Kabeln mit der Bewehrung geschehen? 9. Welche Kabeladern müssen abgebrüht werden? 10. Welche möglichen Fehler sollen durch das Vor- und Nachprüfen der Kabeladern beim Spleißvorgang vermieden werden? 11. Wann fertigen wir für den Prüfvorgang eine Prüfblume und wann einen Prüfstrumpf an? 12. Beschreiben Sie kurz das Anfertigen von Würgestellen! 13. Durch welches Mittel wird die letzte Feuchtigkeit aus der fertigen Lötstelle herausgezogen? 14. Zählen Sie die einzelnen Arbeitsgänge auf, die beim Herstellen einer Verbindungs-lötstelle zu verrichten sind! 15. Wie werden Erdkabelstützen heute gelagert? 16. Wozu dienen stationäre Druckluftprüfanlagen?

## J. Schaltarbeiten in Verzweigungseinrichtungen

### I. Die Schaltaufträge

Am Hauptverteiler und in den Verzweigungseinrichtungen einschließlich der Wählsternschalter sind – wie wir wissen – die ankommenden und abgehenden Leitungen mit Hilfe von **Schaltdrähten** zu verbinden. **Diese Schaltungen dürfen in der Regel nur auf Grund schriftlicher Schaltaufträge ausgeführt werden.** Ausnahmen sind zulässig, wenn für gestörte Leitungen sofort Ersatzleitungen geschaltet werden müssen. Eine Schaltung ohne Schaltauftrag ist **sofort** dem Baupflichtführer zu melden, der dann unverzüglich den Schaltplatz beim Baubezirk benachrichtigt.

**Wir unterscheiden Einzelschaltaufträge und Sammelschaltaufträge.** Die **Einzelschaltaufträge** (s. Anlage 4a und 4b, Seite 165 und 166) stellt der Schaltplatz aus; sie dienen z. B. dem Schaltwart, der die Schaltung im Anschlußnetz ausführt, als Unterlage für neu einzurichtende Hauptschlüsse. **Sammelschaltaufträge** (s. Anlage 5a, 5b1 und 5b2, Seite 167, 168 und 169) dienen dagegen zur Schaltung einer größeren Zahl von Leitungen, die aus Anlaß von Änderungen, Erweiterungen oder Massenstörungen vorgenommen werden müssen. Diese Schaltungen werden im allgemeinen nicht vom Schaltwart, sondern vom Fernmeldehandwerker des zuständigen Baupflichttrupps ausgeführt.

Erledigte Schaltaufträge müssen spätestens **innen 24 Stunden** an die Schaltplätze zurückgegeben werden. Notwendige Änderungen im Schaltauftrag sind fernmündlich mit dem Beamten des Schaltplatzes vor Ausführung der Schaltung zu vereinbaren und in den Schaltaufträgen zu vermerken.

### II. Das Ausführen von Schaltarbeiten

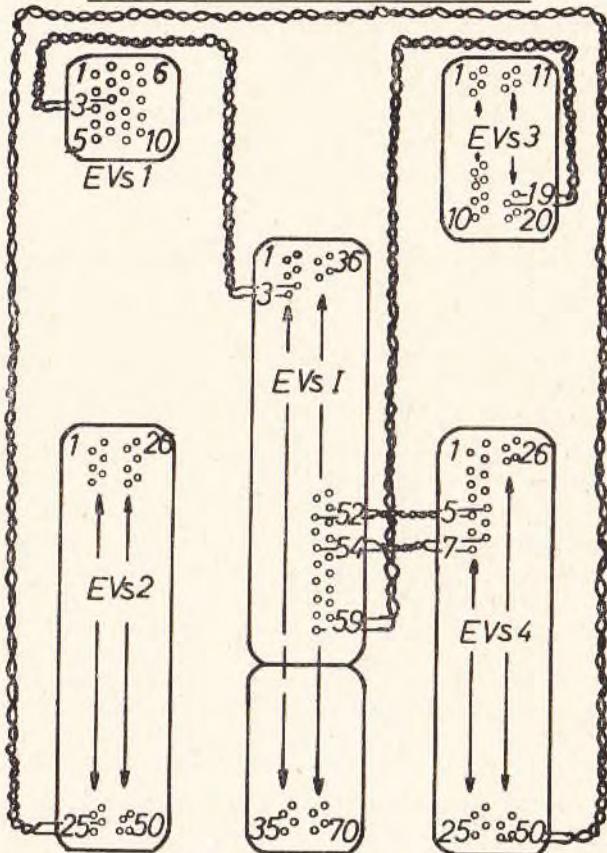
Im Abschnitt D. dieses Bandes wurden die Bauteile im Anschlußnetz besprochen und auch die Zählweise der Adern am Bauteil erläutert. Wir sind also ohne weiteres in der Lage, die Stifte der Sicherungs- bzw. Trennleisten oder Klemmen der Endverschlüsse richtig herauszufinden, denn das ist Voraussetzung für jede einwandfreie Schaltverbindung.

**Die Schaltdrahtführung in den Verzweigungseinrichtungen muß übersichtlich sein,** vorhandene Führungsringe und -leisten sind hierbei zu benutzen. Die zweckmäßigste Schaltdrahtführung in einem KVz ist in Abb. 106 dargestellt. **Die Schaltdrähte für eine Leitung (a- und b-Ader) müssen soweit wie möglich verseilt bleiben; sie dürfen andere Anschlußstifte nicht berühren.** Die Drähte, die aus Kunststoffdrähten Y mit 0,6-mm-Leitern bestehen, sind von den Führungsschienen flach nach den Stiften zu führen. Bei Endverschlüssen mit Schraubklemmen sind die blanken Drahtenden **im Uhrzeigersinn** unter die Schraubkraft zu legen. Die überstehenden Drahtenden werden sowohl bei den verlöteten als auch bei den verschraubten Schaltdrähten mit dem Schrägschneider abgeseht.

Wenn die Leitungsnummern in den Schaltaufträgen bisher farblich gekennzeichnet wurden, **mußten die Schaltdrähte dieser Leitungen die gleiche Kennzeichnung erhalten.** Nach einer neuen Verfügung sollen im **Schaltauftrag solche Leitungen nur noch rot unterstrichen werden.** Diese Leitungen sind dann in allen Verzweigungs- und Endeinrichtungen auch rot zu kennzeichnen. Die Schaltdrähte sind mit **rotem, klebfähigem Kunststoffband (PVC-Band, 12–15 mm breit)** unmittelbar vor der Gabelung zu den Löt-fahnen oder Schraubklemmen **zu umwickeln.** Diese **rot gekennzeichneten Schaltdrahtverbindungen dürfen ohne besondere Aufforderung weder getrennt noch umgeschaltet oder sonst in irgendeiner Weise in ihrer Be-**

triebssicherheit beeinträchtigt werden, da es sich hierbei um besonders wichtige Leitungen handelt. Müssen diese Leitungen aus bautechnischen Gründen oder im Falle einer Störung unbedingt umgeschaltet werden, darf dies nur nach vorheriger Anfrage beim Anschlußkabel Schaltplatz oder der Fernsprechtörungsstelle geschehen und nach deren Anweisung gearbeitet werden.

Schaltdrahtführung im Kabelverzweiger



(Abb. 106)

Bei Umschaltungen im ON, die möglicherweise längere Betriebsunterbrechungen zur Folge haben, ist im Benehmen mit der Fernsprechtörungsstelle zu prüfen,

- ob die betroffenen Fernsprechteilnehmer vorher benachrichtigt werden müssen,
- ob und welche Fernsprechanlüsse auf Hinweis zu schalten sind,
- ob Ersatzschaltungen notwendig und möglich sind.

Durch Aufhebung oder Umschaltung frei gewordene Schaltdrähte sind sogleich zu entfernen. Die unbeschalteten Lötstifte müssen von anhaftendem Lötzinn gereinigt werden. Schaltdrahtreste oder Drahtenden dürfen nicht in den Gehäusen verbleiben.

## K. Der Starkstromschutz

### I. Schutz gegen Starkstromanlagen allgemeiner Art

Im unterirdischen Linienbau tritt bei fast jeder Arbeit im Erdreich ein Zusammentreffen mit anderen Versorgungsträgern ein, werden hier doch Kanalisationsanlagen, Gasrohre, Wasserleitungen und nicht zuletzt elektrische Leitungen verschiedener Ausführungen verlegt. Auf alle diese Anlagen ist deshalb schon bei den ersten Aufbrucharbeiten zu achten, damit sie nicht beschädigt werden oder die unterirdischen Fernmeldeleitungen beeinträchtigen können. Größte Vorsicht ist vor allem deshalb geboten, weil bei Aufgrabungen oft nur schwer oder überhaupt nicht festgestellt werden kann, ob es sich bei der fremden Leitung um eine gefährliche oder gefahrlose Leitung handelt. Wenn auch die Elektrizitätsversorgungsunternehmen und die Bundespost unterschiedliche Kabelabdeckmittel verwenden, so kann man daraus doch nicht mit Sicherheit schließen, wem die Kabel jeweils gehören. Die erste Grundregel lautet daher:

Größtmöglicher Abstand  
zwischen Starkstromkabel und Fernmeldekabel!

Dieser Grundsatz wird sich nicht immer verwirklichen lassen, da das unter den Straßen befindliche Erdreich besonders in den wichtigen und zum Teil recht engen Straßenzügen der großen Städte oft sehr eng mit Versorgungsleitungen belegt ist. Die Abstände, die bei Näherungen oder Kreuzungen zwischen unterirdischen Fernmeldeanlagen und Starkstromkabeln unbedingt einzuhalten sind, finden wir im einzelnen in der Starkstromschutzanweisung.

Als Gefahrstellen sind zunächst alle Kreuzungen und solche Näherungen anzusehen, bei denen die beiden Kabelanlagen in einem geringeren Abstand als 0,3 m zueinander verlaufen. An diesen Stellen müssen Fernmeldekabel gegen mechanische Beschädigungen und gegen die bei Überlastung der Starkstromkabel auftretenden Wärmewirkungen geschützt werden.

Als zweckmäßigstes Schutzmittel gelten wegen der Wärmebeständigkeit Asbestzementrohre oder Kabelschutzhauben, auch in Verbindung mit Ziegelsteinen; Kabelschutzhauben lassen sich gleichzeitig gegen Wärme und mechanische Einwirkungen verwenden. Außerdem kommen als Schutz gegen mechanische Beschädigungen noch Kabelschutzseisen und Kabelschutzrohre in Betracht.

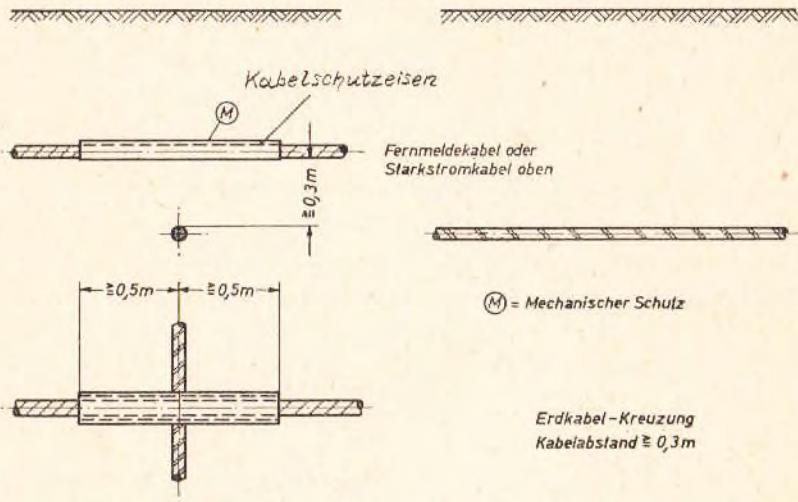
Gegen mechanische Beschädigungen ist das jeweils oben liegende Starkstrom- bzw. Fernmeldekabel stets abzudecken, ganz gleich, ob es sich dabei um eine Näherung oder eine Kreuzung handelt. Dieser Schutz muß bei Kreuzungen mindestens 0,5 m zu beiden Seiten der Gefahrenstelle, bei Näherungen ebenso weit über den Anfang- und den Endpunkt der Näherungsstelle hinausgehen.

Gegen Wärmewirkungen sind Schutzmaßnahmen bei Kreuzungen und Näherungen nur dann erforderlich, wenn der Abstand zwischen den beiden Kabelanlagen weniger als 0,3 m beträgt. Die dem Starkstromkabel zugewandte Seite des Fernmeldekabels ist in einem derartigen Fall mit Kabelschutzhauben oder Asbestzement-Halbrohren zu versehen. Die Schutzvorkehrungen müssen ebenfalls mindestens 0,5 m über die Gefahrenstelle hinausgehen. Dieser Schutz gegen Wärmewirkungen kann auch an dem Starkstromkabel angebracht werden.

Die Formen der Schutzvorkehrungen sind in den Abbildungen 107 und 108 dargestellt. Sie sind an dem zuletzt verlegten Kabel vorzunehmen.

**Erdkabel-Kreuzung**

(Kabelabstand mindestens 0,3 m)



(Abb. 107)

Befinden sich Fernmeldekabel in Kanälen, ist ein Schutz gegen Wärme und mechanische Einwirkungen nicht erforderlich. Liegt das Starkstromkabel in genügendem Abstand, d. h. 20 cm oberhalb des Kanals, so muß es gegen mechanische Beschädigungen abgedeckt werden.

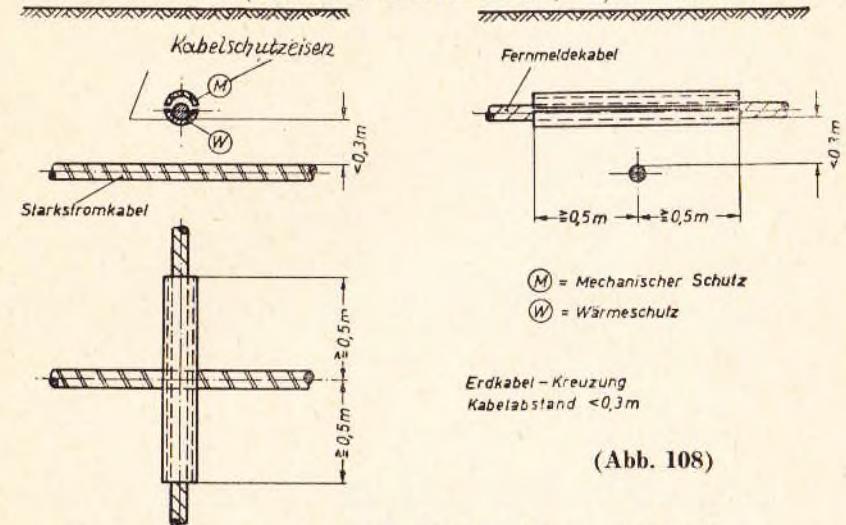
Starkstromkabel dürfen nicht in unseren Kabelanlagen untergebracht oder unmittelbar auf Kanalformsteinen gelagert werden. Bei Parallel-

führungen mit einem Kabelkanal sind die Starkstromkabel mindestens in einem Abstand von 20 cm auszulegen.

Das Verlegen von Starkstromkabeln und Fernmeldekabeln in einem gemeinsamen Graben ist im allgemeinen zu vermeiden. Nur wenn sich dadurch erhebliche Kosten ersparen lassen, kann nach vorausgegangener

**Erdkabel-Kreuzung**

(Kabelabstand kleiner als 0,3 m)

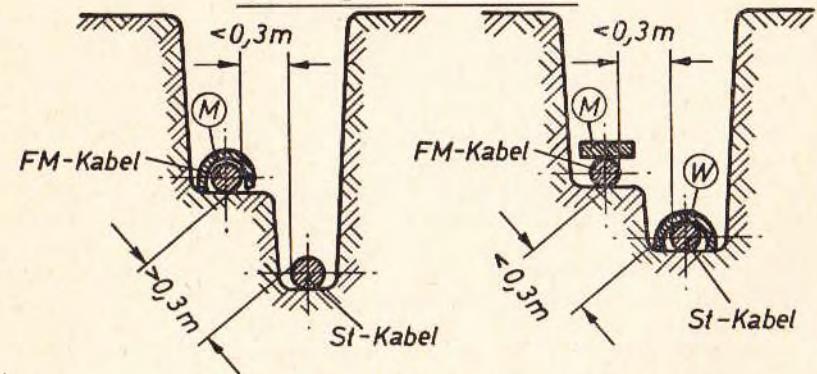


(M) = Mechanischer Schutz  
(W) = Wärmeschutz

Erdkabel-Kreuzung  
Kabelabstand < 0,3 m

(Abb. 108)

**Verlegen von Starkstromkabel und Fernmeldekabel in einem gemeinsamen Graben**



(M) = Mechanischer Schutz  
(W) = Wärmeschutz

(Abb. 109)

Prüfung durch die vorgesetzten Dienststellen ausnahmsweise so verfahren werden. Die Art der Auslegung, die Mindestabstände, der erforderliche Wärmeschutz und der mechanische Schutz werden in der Abbildung 109 dargestellt.

Handelt es sich um **lange Näherungen zwischen einem Fernmeldekabel und Starkstromkabel** oder sind die Starkstromkabel hoher elektrischer Belastung ausgesetzt, so empfiehlt es sich, einen maßstäblichen Lageplan anzufertigen und ihn der vorgesetzten Dienststelle vorzulegen, da die gegenseitige Beeinflussung zunächst durch Messungen festgestellt werden muß. Jedes Amt mit Linientechnik verfügt über eine besondere Dienststelle für Starkstromangelegenheiten, die in Zusammenarbeit mit dem Elektrizitätsversorgungsunternehmen und dem Fernmeldetechnischen Zentralamt gegebenenfalls Berechnungen oder Messungen anstellt, um die Höhe der Beeinflussung zu ermitteln.

Zur Vermeidung von Gefahrenstellen haben die DBP und die Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke eine besondere Vereinbarung getroffen. Hiernach teilen sich die beiden Partner auf **gelben oder grünen Meldekarten** jede Veränderung mit, die im Bereich von Gefahrenstellen durch Zugang, Abgang oder Änderung einer unterirdischen Anlage entsteht. Dadurch wird sichergestellt, daß gegenseitige Beschädigungen vermieden werden, weil schon bei der Bauplanung auf fremde Anlagen im Erdreich Rücksicht genommen werden kann. Darüber hinaus werden gegebenenfalls noch vor Beginn der Arbeiten gemeinsame Streckenbegehungen vorgenommen.

## II. Schutz gegen Starkstromanlagen besonderer Art

Besondere Beachtung ist Fernmeldekabeln zu schenken, die sich **Kraft- oder Umspannwerken** nähern oder in diese eingeführt werden.

Die Flächenerder der Kraft- und Umspannwerke können bei Kurzschluß in der Starkstromanlage erhebliche Spannungen annehmen, die unter Umständen auf die Mäntel der Fernmeldekabel übertreten.

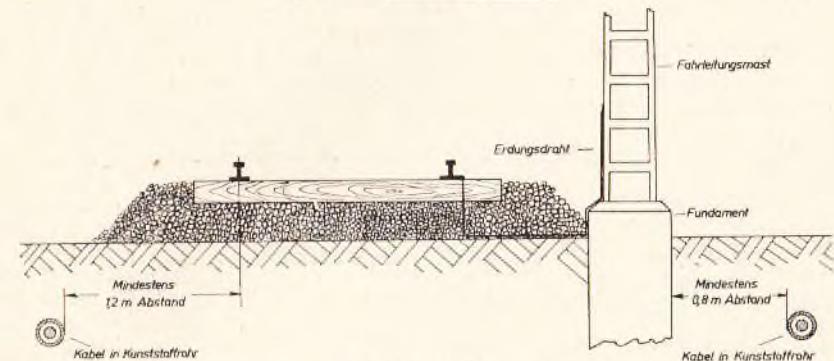
Sobald abzusehen ist, daß sich **geplante Fernmeldekabel einem Kraft- oder Umspannwerk auf weniger als 300 m und dem Fundament eines Hochspannungsmastes auf weniger als 15 m nähern werden**, ist der **Starkstromsachbearbeiter des zuständigen Fernmeldeamtes zu verständigen**, der sodann die notwendigen Schutzmaßnahmen veranlaßt. **Ebenso ist zu verfahren, wenn Schaltpunkte (LVz, KVz, EVz oder Kabelüberführungen) in den genannten Bereichen errichtet werden sollen.**

Der in den letzten Jahren vorangetriebene Ausbau des elektrisch betriebenen Streckennetzes der Deutschen Bundesbahn (DB) stellt in der Nähe von Bahnanlagen auch an den unterirdischen Linienbau besondere Anforderungen.

Die DB beabsichtigt, im Laufe der Zeit alle stark belasteten Strecken auf elektrischen Betrieb umzustellen. Elektrische Bahnen gehören zu den unsymmetrisch betriebenen Anlagen und können benachbarte ober- oder unterirdische Fernmeldeleitungen auf vielfältige Weise beeinflussen (vgl. hierzu Band A 1 „Handbuch für den Fernmeldehandwerker der DBP“).

Werden **Kabel auf Bahngelände** verlegt, so ist von der nächsten Schiene eines Gleises ein **Mindestabstand von 1,2 m** einzuhalten. Der **Abstand von Bauteilen der Bahnanlage, die an den Schienen schutzgeerdet sind** (Fundamente von Fahrleitungsmasten, Signal- und Lampenmaste, eiserne Brücken usw.), soll **wenigstens 0,8 m** betragen (vgl. hierzu Abb. 110).

### Kabel auf Bahngelände



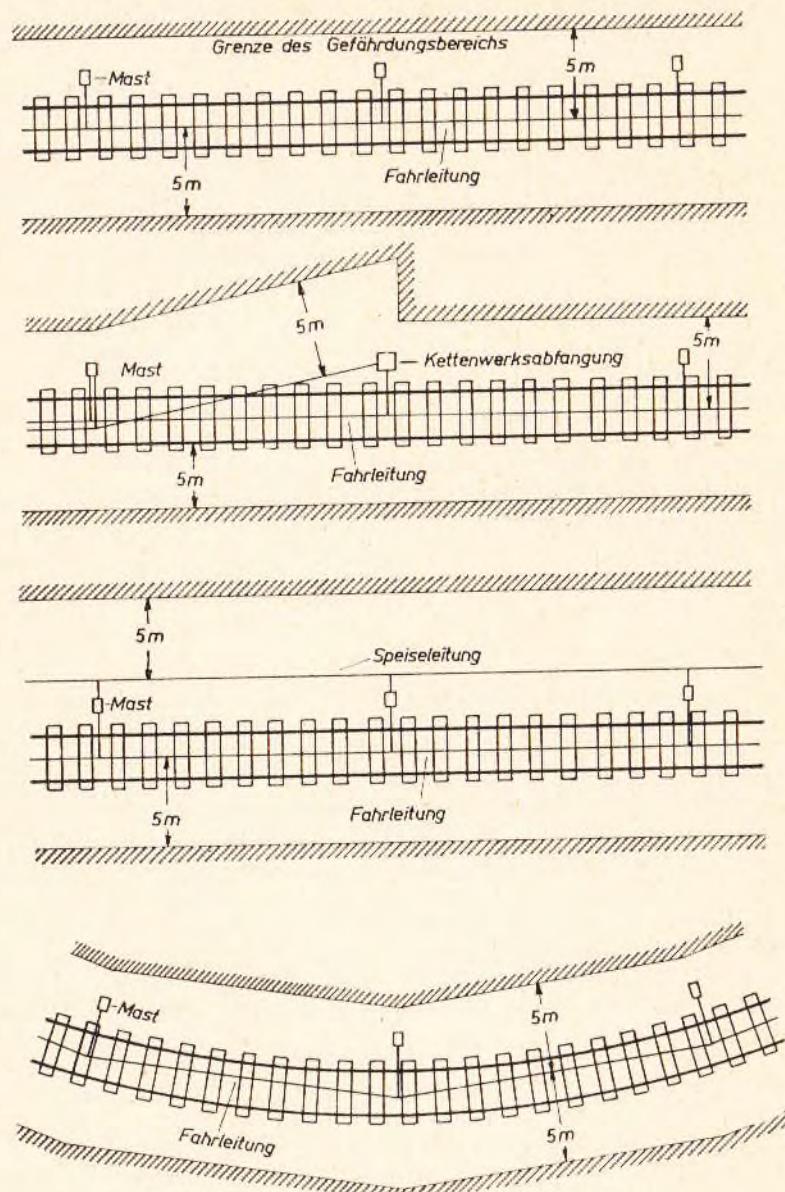
(Abb. 110)

Das Verlegen von Postfernmeldekabeln auf Bahngelände oder in unmittelbarer Nähe des Bahngeländes ist nach Möglichkeit zu vermeiden.

Kann in **Einzelfällen auf die Benutzung des Bahngeländes nicht verzichtet werden**, müssen **Kabel mit Kunststoffmantel** verwendet werden, z. B. PWY-, PLY- oder PLDY-Kabel. **Stehen nur Kabel ohne Kunststoffhülle zur Verfügung**, sind diese **in Kunststoffrohre einzuziehen**. Die so erzielte Isolierung des Kabelmantels gegen das umgebende Erdreich soll bis zur Grenze des Bahngeländes, mindestens aber bis zur Grenze des Gefährdungsbereichs durchgeführt werden (vgl. hierzu Abb. 111).

Als **Gefährdungsbereich**, in dem eine gerissene Fahrleitung Teile der Fernmeldeanlage berühren kann, gilt ein **Abstand von 5 m vom nächstgelegenen mit Fahrleitung überspannten Gleis, gemessen von der Gleismitte (Lage der Fahrleitung)**. Dieser Bereich kann sich bei starken Innenkurven, bei Kettenwerksabfahrungen sowie bei Fahrleitungsmasten mit Schaltern oder zusätzlichen Speiseleitungen bis auf 10 m vergrößern (vgl. hierzu Abb. 111).

### Gefährdungsbereich an elektrisch betriebenen Bahnstrecken



(Abb. 111)

Im Gefährdungsbereich dürfen LVz, KVz, EVz oder Kabelüberführungen nicht errichtet werden.

Beabsichtigen Angehörige des Fernmeldebaudienstes im Gefährdungsbereich einer Bahnfahrleitung Arbeiten durchzuführen, so ist mindestens eine Woche vor Arbeitsbeginn der zuständige Starkstromsachbearbeiter zu verständigen, der sich erforderlichenfalls um die Abschaltung und Erdung der Fahrleitung bemühen wird.

Bei Arbeiten an Kabeln, die durch das magnetische Feld einer elektrisch betriebenen Bahnstrecke gefährdend beeinflusst werden, ist die Anlage 3 der „Vorschriften zur Verhütung von Unfällen im Fernmeldebaudienst (UVFBau)“ genau zu beachten. Die gefährdend beeinflussten Kabel sind in den Planunterlagen besonders gekennzeichnet (vgl. hierzu Band B 2 „Handbuch für den Fernmeldehandwerker der DBP“).

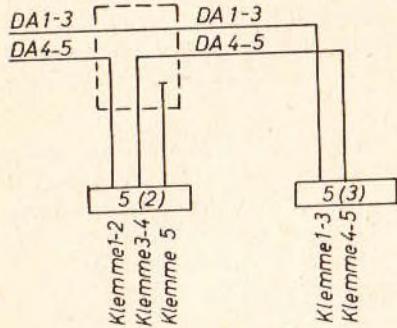
### III. Fragen zum Abschnitt K.

1. Welche Kreuzungen und Näherungen sind als Gefahrstellen anzusehen?
2. Welche Schutzmittel gegen a) mechanische Beschädigung und b) gegen Wärmebeeinflussung von Fernmeldekabeln kennen Sie?
3. Wann und in welcher Form sind diese beiden Schutzmöglichkeiten vorzusehen?
4. Was hat zu geschehen, wenn ein Starkstromkabel oberhalb eines Kabelkanals der DBP verlegt wird?
5. In welchem Mindestabstand von einem Kabelkanal der DBP darf ein Starkstromkabel bei Parallelführung verlegt werden?
6. Welche Schutzmaßnahmen sind zu treffen, wenn aus zwingenden Gründen Fernmelde- und Starkstromkabel in einem gemeinsamen Graben verlegt werden müssen?
7. Was hat zu geschehen, wenn sich durch ein neu zu verlegendes Fernmeldekabel lange Näherungen zwischen diesem und einem Starkstromkabel, einer Hochspannungsleitung oder einer elektrisch betriebenen Bundesbahnstrecke ergeben?
8. Was ist zu veranlassen, wenn abzusehen ist, daß sich ein Fernmeldekabel auf weniger als 300 m einem Kraft- oder Umspannwerk nähern wird oder in dieses eingeführt wird?
9. Welche Mindestabstände a) von den Gleisen und b) von Bauteilen der Bahnanlage, die an den Gleisen schutzgeerdet sind, müssen eingehalten werden, wenn aus zwingenden Gründen ein Fernmeldekabel auf Bahngelände verlegt werden muß?
10. Welche Kabeltypen sind bei Kreuzungen von Bahngelände zu verwenden?
11. Was verstehen Sie unter „Gefährdungsbereich“ einer elektrisch betriebenen Bahnstrecke?
12. Was ist zu veranlassen, wenn Angehörige im Gefährdungsbereich einer elektrisch betriebenen Bahnstrecke zu arbeiten beabsichtigen?
13. In welcher Vorschrift werden die Schutzmaßnahmen beschrieben, die bei Arbeiten an gefährdend beeinflussten Kabeln zu treffen sind?

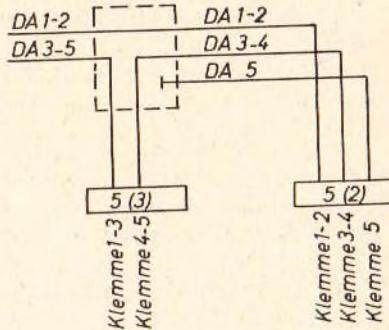
Anlage 1

Ausgleichsschaltungen von Endeinrichtungen

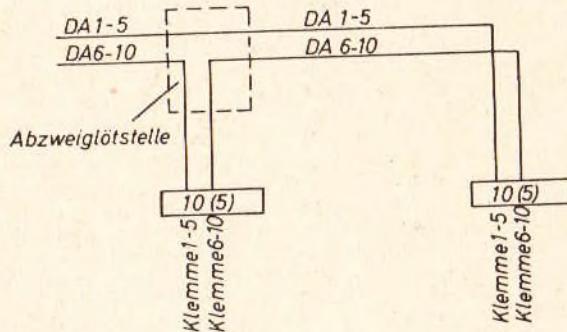
Schaltung 1.1



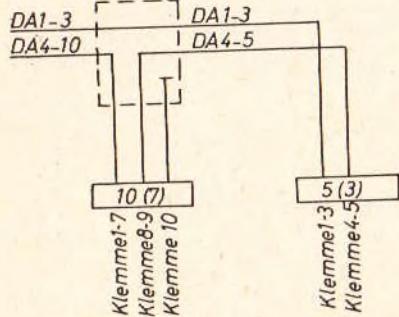
Schaltung 1.2



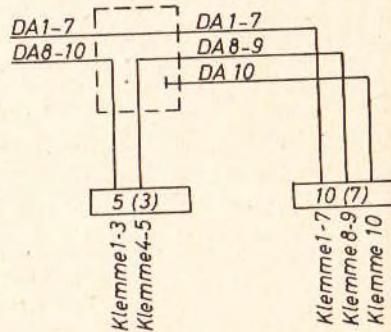
Schaltung 2.1



Schaltung 3.1

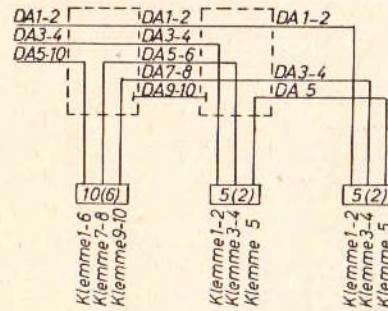


Schaltung 3.2

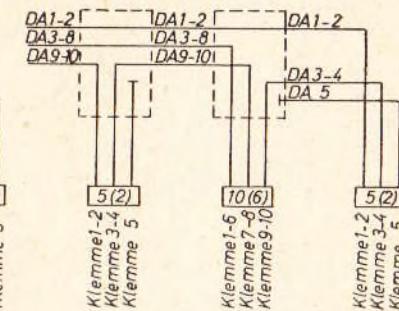


Anlage 2

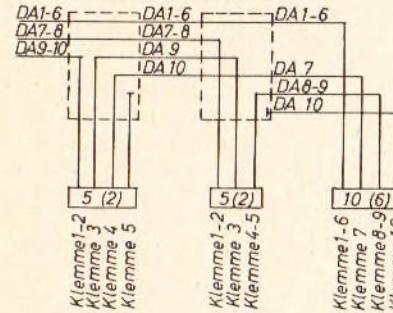
Schaltung 4.1



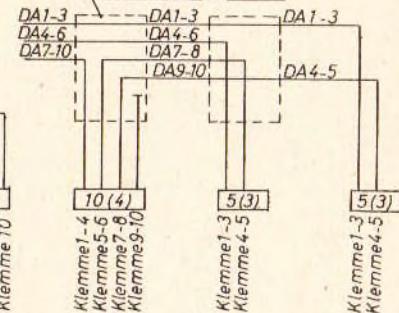
Schaltung 4.2



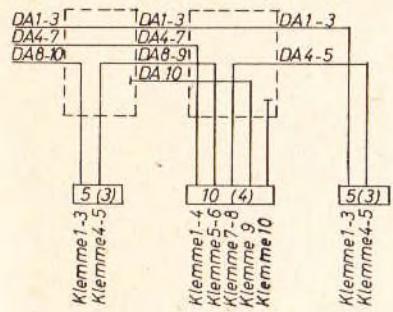
Schaltung 4.3



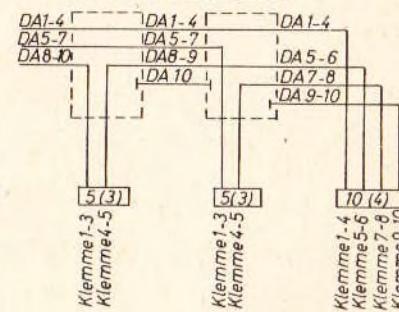
Schaltung 5.1



Schaltung 5.2



Schaltung 5.3





<b>ON</b>		<b>Ortsvoramt VS!</b>		<b>OVk-Schaltauftrag</b>		Leitungsnummer		Farbkennzeichnung	
<b>Leitung</b>		für		nach		von		*)	
Längenzettel		von		Gemeindegv. Nr.		vom		*)	
Schaltstelle		zu		OVk-Schaltauftrag Nr.		erreicht		ausgeführt	
Sprechstellenbeschriftung Nr. (OPD/FTZ-Schaltauftrag)		Art		Datum		Name		Datum	
Neuschaltung		Aufhebung		Datum		Name		Name	
Verteiler		Verteiler		Verteiler		Verteiler		Verteiler	
Reihe	Bucht	Reihe	Bucht	Reihe	Bucht	Reihe	Bucht	Reihe	Bucht
Leiste	Lage	Leiste	Lage	Leiste	Lage	Leiste	Lage	Leiste	Lage
Stift		Stift		Stift		Stift		Stift	
V		V		V		V		V	

\*) Vermerke s. Rückseite

// C 1593, DIN A 6/100 Bl. (Bl. 100) (FBO 19.1 § 18 Anl. 2)

<b>ON</b>		<b>Ask-Sammelschaltauftrag</b>		Schaltstelle											
<b>VS!</b>		zum Bauauftrag		Blatt Nr.      Zahl											
Verteiler		Frist		Schaltauftrag											
erteilt:		ausgeführt:		Datum      Name											
Kartei berichtigt:		Kartei berichtigt:		Kartei berichtigt:											
Lfd. Nr.	Leitungs-Nr.	HVI		EVs	LVz	EVs	EVs	KVz	EVs	EVz oder KÜf				Bemerkungen	
1	2	Reihe	Leiste	Stift	Stift	Stift	Stift	Stift	Stift	Standort	Nr. Stift	15	16		17
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															

Anlage 5 b

noch Anlage 5 b

ON .....	<b>OVk-Sammelschaltauftrag</b> .....	Schaltstelle .....
VSI .....	zum Bauauftrag .....	Blatt Nr. .... Zahl .....
Verteiler .....	Frist .....	Schaltauftrag .....
		Datum .....
		Name .....
		erteilt: .....
		ausgeföhrt: .....
		Kartei berichtigt: .....

Lfd. Nr.	Leitungs-Nr.	HVI				Bemerkungen																					
		ankommend		abgehend		ankommend		abgehend		ankommend		abgehend		ankommend		abgehend											
		Reihe Buchst. Lage	Stift																								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
alt																											
neu																											
alt																											
neu																											
alt																											
neu																											
alt																											
neu																											
alt																											
neu																											
alt																											
neu																											
alt																											
neu																											
alt																											
neu																											

DIN A 4, Kl. III

7 C 1524 zu 50  
FBO 19,1 § 19 Anf. 2

Lfd. Nr.	Leitungs-Nr.	HVI				Bemerkungen																						
		ankommend		abgehend		ankommend		abgehend		ankommend		abgehend		ankommend		abgehend												
		Reihe Buchst. Lage	Stift																									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
alt																												
neu																												
alt																												
neu																												
alt																												
neu																												
alt																												
neu																												
alt																												
neu																												
alt																												
neu																												
alt																												
neu																												
alt																												
neu																												
alt																												
neu																												

<b>DEUTSCHE BUNDESPOST</b> Fernmeldetechnisches Zentralamt VI A 6 3534-O	<b>Linientechnik-Kabelmontage</b> Galvanische Verbindung der metallischen Kabelhülle von starkstrombeeinflussten Fernmeldekabeln	<b>R VI A</b> <b>Nr. 64</b> Ausgabe 2
<b>Nur für den Dienstgebrauch!</b>		
<p><b>1. Allgemeines</b></p> <p><b>1.1.</b> Diese Richtlinien gelten</p> <p>a) grundsätzlich für alle Kabel mit Al-Mänteln und</p> <p>b) für alle Kabel mit Blei- bzw. Stahlwellmänteln, soweit diese in starkstrombeeinflussten Gebieten<sup>1)</sup> liegen. Dies ist aus den Arbeitsunterlagen zu ersehen.</p> <p><b>1.2.</b> Zum Schutz des Personals gegen Gefährdungen und zur Vermeidung von Betriebsstörungen müssen vor Beginn der Spleiß- und Lötarbeiten an metallummantelten Kabeln die Mäntel des ankommenden und des abgehenden Kabelstücks der unter 1.1. aufgeführten Fernmeldekabel galvanisch verbunden werden.</p> <p><b>1.3.</b> Bei bewehrten Bleimantelkabeln muß bei der Überbrückung der Arbeitsstelle nach 1.2. auch die Bewehrung mit erfaßt werden.</p> <p><b>1.4.</b> Einen wirksamen Schutz während der Montagearbeiten bietet die galvanische Verbindung nur, wenn die Kabelmäntel an den Anfangs- und Endpunkten der Anlage geerdet sind. Da bei neu zu montierenden Kabelanlagen diese Forderung noch nicht erfüllt ist, sind vor der Montage der Kabelmantel und, soweit vorhanden, auch die Bewehrung am Anfang der Kabelstrecke (z. B. Amt oder Verzweiger) zu erden. Sind an den Arbeitsstellen (im allgemeinen in Kabelschächten) gute Erder wie z. B. blanke Bleimäntel benachbarter, bereits durchgehend montierter und geerdeter Fernmeldekabel vorhanden, so sind zusätzlich die Kabelmäntel der zu spleißenden Kabelstücke gut leitend damit zu verbinden.</p> <p><b>1.5.</b> Sind an Kabeln Montagearbeiten auszuführen, die in den Arbeitsunterlagen</p> <p><sup>1)</sup>Vorausgesetzt wird, daß die Kabel gefährdend beeinflusst sind oder einen besonderen Reduktionsfaktor haben oder in gefährdenden Spannungstrichtern von Starkstromanlagen liegen.</p>		
<p>durch einen Blitzpfeil besonders gekennzeichnet sind, so darf nur isoliertes Werkzeug benutzt werden. Der Arbeitsplatz ist durch Isoliermatten zu sichern. Die Arbeitskräfte tragen Gummistiefel und isolierende Handschuhe.</p> <p><b>2. Ausführen der galvanischen Verbindungen</b></p> <p><b>2.1. Bleimantelkabel der Ausführungsformen PM, PMz bzw. P(i)Mz</b></p> <p><b>2.1.1.</b> Die galvanische Durchverbindung der Bleimäntel ist an fertig montierten Kabeln durch das Verlöten der Mäntel mit den Muffen sichergestellt.</p> <p><b>2.1.2.</b> Sind Kabelstücke miteinander zu verbinden bzw. Muffen in einer Kabelanlage zu öffnen, so müssen vor Arbeitsaufnahme sogenannte Arbeitsverbindungen geschaffen werden, die die galvanische Verbindung der Mäntel über die Arbeitsstellen hinweg gewährleisten. Diese Arbeitsverbindungen dürfen erst wieder gelöst werden, wenn der Zustand nach 2.1.1. wiederhergestellt ist.</p> <p><b>2.1.2.1.</b> Als Arbeitsverbindung ist ein verzinnertes Kupferseil, 6 mm<sup>2</sup>, nach DIN 46438 zu verwenden.</p> <p><b>2.1.2.2.</b> Bevor die Arbeitsverbindung hergestellt wird, müssen die Kabelmäntel metallisch blank gemacht werden, um eine elektrisch gut leitende Verbindung zu bekommen.</p> <p><b>2.1.2.3.</b> Das Kupferseil muß so lang sein, daß die Montagearbeiten dadurch nicht behindert werden.</p> <p><b>2.1.2.4.</b> Das Kupferseil kann unmittelbar auf die Bleimäntel der beiden Kabelstücke aufgelötet werden. Es genügt aber auch, wenn an den Enden des Kupferseils geeignete Klemm- oder Schraubverbinder angelötet sind, mit denen die Arbeitsverbindung am Kabelmantel festgelegt wird.</p>		
Ersatz für Ausgabe 1, Januar 1962	Jan. 1964	R VI A Nr. 64

<p><b>2.1.2.5.</b> Die Klemm- oder Schraubverbinder müssen so gebaut sein, daß der Bleimantel nicht beschädigt werden kann. Besser ist diese Art der Verbindung für PWY-Kabel (s. 2.3.1.) geeignet.</p> <p><b>2.1.3.</b> Bei den P(i)Mz-Kabeln sind die zwischen Kabelseele und -mantel angeordneten, dem Induktionsschutz dienenden Lagen aus Kupferdraht oder Stahlband lediglich so weit abzusetzen, daß sie unter dem Kabelmantel etwa 20 mm herausragen.</p> <p><b>2.2. Bewehrte Bleimantelkabel der Ausführungsformen PMbc bzw. PMibc.</b></p> <p><b>2.2.1.</b> Ständige galvanische Verbindung der Bleimäntel wie unter 2.1.1.</p> <p><b>2.2.2.</b> Sind neue Kabelstücke miteinander zu verbinden, so muß zunächst die Bewehrung überbrückt werden.</p> <p><b>2.2.2.1.</b> Zu diesem Zweck werden die Bewehrungsdrähte oder -bänder am Abbund der Bewehrung metallisch blank gemacht und gut verzinkt. Denn wird von Kabelstück zu Kabelstück ein verzinnertes Kupferseil von 6 mm<sup>2</sup> Querschnitt nach DIN 46438 auf die Bewehrung aufgelötet. Diese Verbindung muß während der gesamten Betriebsdauer des Kabels bestehenbleiben.</p> <p><b>2.2.2.2.</b> Länge des Kupferseils siehe 2.1.2.3.</p> <p><b>2.2.2.3.</b> Vor Beginn der Spleiß- und Lötarbeiten müssen noch Arbeitsverbindungen vom Kupferseil zu den Bleimänteln hergestellt werden. Es werden hierzu mehrere Kupferdrähte (Reste von Kabeladern) miteinander verdraht und fest auf die Bleimäntel (müssen metallisch blank sein) und das Seil gewickelt.</p> <p><b>2.2.2.4.</b> Nach Abschluß der Montagearbeiten wird das verzinnete Kupferseil auf die Mitte der Bleimuffe punktförmig aufgelötet. Erst jetzt dürfen die Arbeitsverbindungen zwischen Seil und Bleimantel gelöst werden.</p> <p><b>2.2.3.</b> Muß eine Muffe mit galvanischer Durchverbindung in einer vorhandenen Kabelanlage geöffnet werden, so sind zuerst die unter 2.2.2.3. beschriebenen Arbeitsverbindungen herzustellen.</p>	<p><b>2.2.4.</b> Sind Muffen zu öffnen, die noch nicht mit einer ständigen galvanischen Verbindung nach 2.2.2.1. ausgerüstet sind, so ist diese Verbindung entsprechend 2.2.2.1. – 2.2.2.3. herzustellen.</p> <p><b>2.3. Stahlwellmantelkabel der Ausführungsformen PWY, PWYv, P(i)WY bzw. P(ib)WY.</b></p> <p><b>2.3.1.</b> Bevor mit Spleiß- und Lötarbeiten begonnen wird – unabhängig davon, ob es sich um neu zu verbindende Kabelstücke oder um das Öffnen der Muffen von bereits in Betrieb befindlichen Kabeln handelt –, müssen die Kabelmäntel für die Dauer der Arbeiten durch eine Arbeitsverbindung galvanisch überbrückt werden.</p> <p><b>2.3.2.</b> Die galvanische Verbindung ist den Bestimmungen unter 2.1. einschließlich Unternummern entsprechend herzustellen.</p> <p><b>2.3.3.</b> Bei den P(i)WY/P(ib)WY-Kabeln ist bezüglich des zwischen Kabelseele und -mantel angeordneten Induktionsschutzes nach 2.1.3. zu verfahren.</p> <p><b>2.4. Aluminiummantelkabel der Ausführungsformen PLY, PLDY, PLibYv bzw. PLDibYv.</b></p> <p><b>2.4.1.</b> Auch bei den PLY/PLDY/PLibYv/PLDibYv-Kabeln ist, wenn die ständige galvanische Verbindung von Al-Mantel über Muffe zu Al-Mantel noch nicht besteht bzw. unterbrochen wird, für die Dauer der Arbeiten eine Arbeitsverbindung nach den Bestimmungen unter 2.1. einschließlich 2.1.3.) entsprechend herzustellen.</p> <p><b>2.4.2.</b> Die bei den PLibYv/PLDibYv-Kabeln zwischen PVC-Umhüllung und Al-Mantel liegende Induktionsschutzbewehrung wird etwa 10 mm vor der Absetzstelle der PVC-Umhüllung abgetrennt und mit selbstklebendem PVC-Band isoliert.</p> <p><b>2.5. Sonderkabel</b></p> <p><b>2.5.1.</b> Für die galvanische Verbindung an Kabeln mit Sonderaufbauten, z. B. Kabel mit Blitzschutzbewehrungen, werden von Fall zu Fall besondere Anweisungen herausgegeben.</p>
---	--

**Auszug aus den  
Vorläufigen Technischen Vorschriften für die Anwendung  
von Gasspürgeräten mit Prüfröhrchen in Kabelschächten**

**1. Allgemeines**

Diese vorläufige Technische Vorschrift weicht von der UVFBau Ausg. 1951 und Nachdrucke § 26 „Kabelarbeiten“ im folgenden ab:

- a) Es ist in jedem Fall unmittelbar nach dem Öffnen der Kabelschächte, nicht erst nach dem Lüften, auf Vorhandensein von Gas zu prüfen. Die Schächte dürfen – gleichgültig ob mit oder ohne Licht oder Feuer – erst betreten werden, wenn feststeht, daß sie gasfrei sind.
- b) Anstelle des auf dem Diffusionsprinzip beruhenden Meßgerätes „Aladin“ wird wegen der wesentlich empfindlicheren Anzeige der verschiedenartigen Gase aus Sicherheitsgründen ein Gerät mit Prüfröhrchen verwendet.

**2. Prüfgerät**

Das zunächst zu verwendende Dräger-Gasspürgerät besteht im wesentlichen aus einer Balg-Pumpe mit der an ihrem Mundstück aufsetzbaren (im allgemeinen 3 m langen) Schlauch-Sonde, die an dem dafür vorgesehenen Ende das zum Feststellen von Gasen jeweils erforderliche Prüfröhrchen aufnehmen kann.

Sämtliche Teile einschließlich eines Vorrats an Röhrchen sind in einem Stahlblechbehälter untergebracht.

**3. Vorbereitung zur Prüfung**

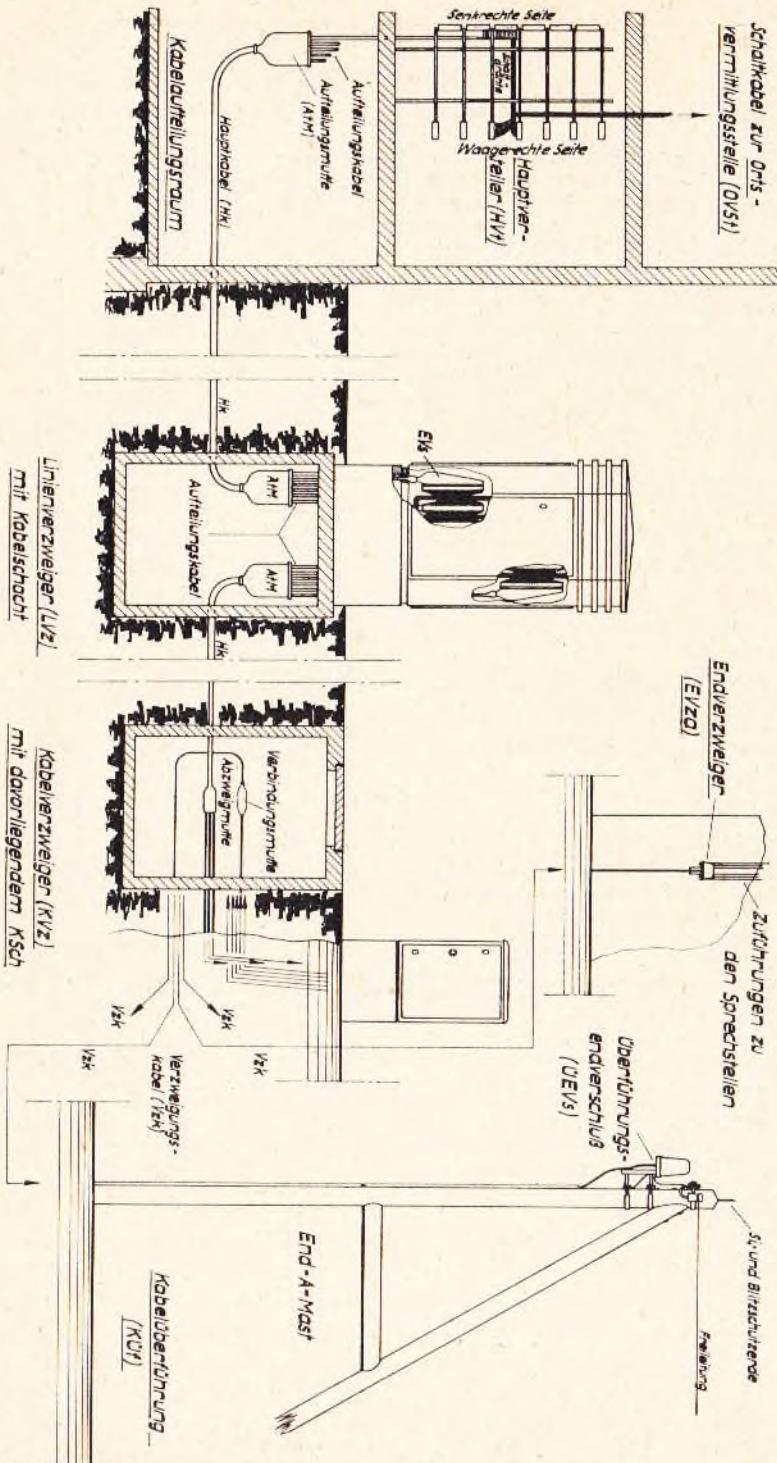
Zunächst wird ein noch nicht geöffnetes Polytest-Suchröhrchen in den Röhrchen-Halter der Sonde, das zum Sonden-Ende zeigen muß, eingesetzt. Man drückt alsdann den Pumpenbalg zusammen. Streckt sich dieser nicht wieder völlig, so ist das Gerät in Ordnung. (Sperrkette beachten!)

Das LF-Suchröhrchen wird wieder herausgenommen, seine beiden Spitzen an der Brechöse der Pumpe abgebrochen und anschließend zur Messung wieder wie vor in den Röhrchenhalter eingesetzt.

Sollte die Pumpe undicht sein, so ist der Fehler nach Gebrauchsanweisung des Herstellers zu beseitigen.

**4. Prüfung**

Vor Betreten eines Kabelschachtes ist die darin befindliche Luft auf Vorhandensein von Gasen zu untersuchen. Hierzu ist grundsätzlich



**Bildliche Darstellung der Bauteile eines großen Anschlußnetzes**

ein Polytest-Suchröhrchen zu verwenden, das außer **Kohlenoxyd** (Stadtgas!) auch die Dämpfe von Propan und anderen Kohlenwasserstoffen anzeigt. Sofort nach Öffnen des Kabelschachts ist mit der Prüfung zu beginnen. Die Sonde wird dazu in den Schacht hinuntergelassen. Dabei muß vermieden werden, daß das Röhrchen in etwa am Boden stehendes Wasser eintaucht.

Feuchte Röhrchen sind nicht mehr funktionsfähig!

#### 4.1. Prüfung mit Polytest-Suchröhrchen

Die zu untersuchende Luft wird zunächst mit **einem** Hub über das Röhrchen angesaugt. Der Hub ist beendet, wenn sich die Sperrkette wieder vollständig gestrafft hat. Zur Beurteilung des Röhrchens, das dabei im Röhrchenhalter verbleibt, wird die Sonde aus dem Schacht herausgezogen und wie folgt weiterverfahren:

Zahl der Hübe	Fall	Verfärbung	Beurteilung
1	A	Grünfärbung	<b>starke Gaskonzentration!</b> Schacht durchlüften und nach 10 Minuten erneut prüfen
1	B	keine Färbung	vier weitere Hübe nach erneutem Einsenken der Sonde
5	C	Grünfärbung	<b>schwache Gaskonzentration!</b> Schacht gut durchlüften und nach 10 Minuten erneut prüfen
5	D	keine Färbung	keine Gefahr! gasfrei!

Zu Fall D:

Im Schacht kann gearbeitet werden, aber Nachprüfen entsprechend UVFBau erforderlich, wenn

- Luftverunreinigung durch eigene Arbeiten verursacht wird (undichte Propanarmaturen, Abgase von Lötöfen),
- mit offenem Feuer umgegangen wird,
- besondere Wahrnehmungen gemacht werden.

Zu Fall A und C:

Wird nach dem Durchlüften und nochmaliger Prüfung bei 5 Hüben keine Grünfärbung mehr festgestellt, so kann im Schacht gearbeitet werden. Von Zeit zu Zeit sind jedoch Nachprüfungen erforderlich. Treten die Ergebnisse nach A und C erneut auf, so ist der BTrf zu verständigen.

Nicht verfärbte Röhrchen sind sofort mit zwei Gummikappen zu verschließen. Die Röhrchen können weiter verwendet werden, wenn sich die Anzeigeschicht nicht grün oder durch Feuchtigkeit rot verfärbt hat. (Farbe der Anzeigeschicht mit neuen Prüfröhrchen vergleichen!)

Nachprüfungen **im** Schacht können ohne Sonde ausgeführt werden. Dazu wird das Prüfröhrchen unmittelbar in das Mundstück des Pumpenkopfes eingesetzt.

Polytest-Suchröhrchen sind von beiden Enden aus verwendbar.

**Vermerk:** Die Firma Dräger hat den bisherigen Namen der Röhrchen (alt: LF Suchröhrchen) in Polytest-Suchröhrchen umbenannt. Dieser neue Name wurde in den Auszug der Anl. 8 bereits eingearbeitet.

- Band C 2** — **Die handwerkliche Ausbildung**  
Der oberirdische Linienbau — Planung und Bau oberirdischer  
Anschluß- und Fernlinien — Installationskabel und Luftkabel
- Band C 3** — **Die handwerkliche Ausbildung**  
Der unterirdische Linienbau — Gestaltung der Fernmelde-  
netze — Die Fernmeldekabel — Aufgaben und Aufbau der  
Bauteile im Anschlußnetz
- Band C 4** — **Die handwerkliche Ausbildung**  
Aufbau und Wirkungsweise der Fernsprechapparate und Zu-  
satzeinrichtungen
- Band C 5** — **Die handwerkliche Ausbildung**  
Grundzüge der Wählvermittlungstechnik
- Band C 6** — **Die handwerkliche Ausbildung**  
Nebenstellenanlagen
- Band C 7** — **Die handwerkliche Ausbildung**  
Der Sprechstellenbau

— Umfang je Band etwa 140 Seiten —

---

## Deutsch und Rechnen

Wichtig zur Vorbereitung  
auf Eignungsfeststellungen und Prüfungen

### Deutsch

Rechtschreiblehre — Wortlehre — Satzlehre — Zeichen-  
setzung — Stil- und Aufsatzkunde  
Umfang rd. 180 Seiten — 2 Bände; Preis je Band 2,50 DM

### Rechenlehre

Rechnen — Raumlehre — Sortenverwandlung  
Übungs- und Prüfungsaufgaben — Lösungsheft  
Umfang rd. 160 Seiten Preis 3,20 DM

— Weitere Lehrbücher siehe 2. und 4. Umschlagseite —

## Handbuch für den mittleren fernmeldetechnischen Dienst

**10** wichtige Lehr- und Lernwerke zur Vorbereitung auf den Grundlagenlehrgang 2, die verschiedenen Aufbaulehrgänge und den Dienstlehrgang

---

Band A/B — Allgemeine Berufskunde

Band G — Grundlagen der Fernmeldetechnik (2 Bände)

Band E — Fachbereich Entstörungstechnik (2 Bände)

Band L — Fachbereich Linientechnik

Band V — Fachbereich Vermittlungstechnik (2 Bände)

Band T — Fachbereich Telegraphentechnik

Band Ü — Fachbereich Übertragungstechnik

— Umfang je Band etwa 180 Seiten —

---

— Weitere Lehrbücher siehe 2. und 3. Umschlagseite —

Sämtliche Lehrwerke können bestellt werden bei  
**Deutsche Postgewerkschaft, Verlag GmbH**  
6 Frankfurt — Savignystraße 29