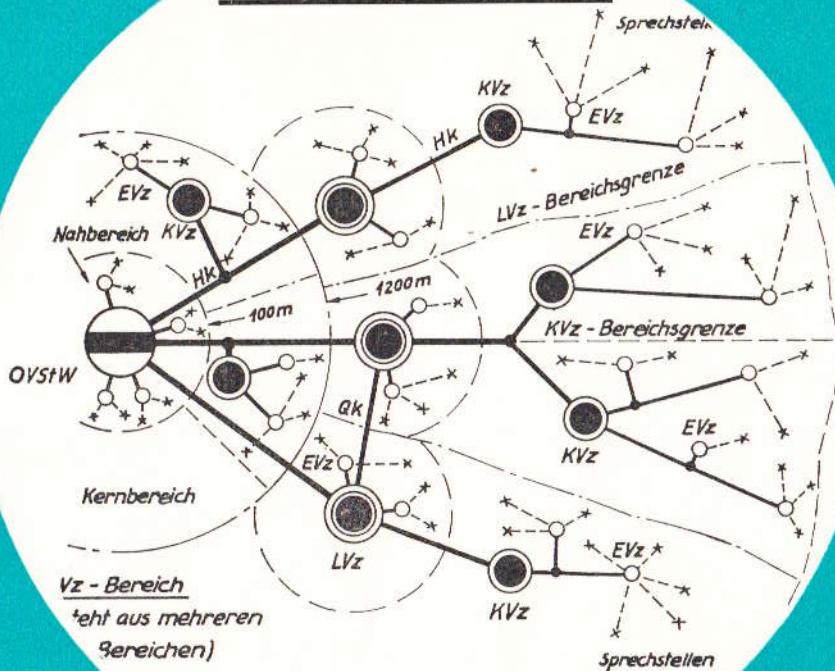


Handbuch der Fernmeldetechnik

— Buchreihe AFt —



Band C3

Unterirdischer Linienbau

Handbuch der Fernmeldetechnik

— Buchreihe AFt —

17

wichtige Lehr- und Lernwerke für den FLehrl; auch für den Handwerker F und den Fernmeldehandwerker zur Vorbereitung auf die Grundlehrgänge Ft 1 und 2 gut geeignet!

- Band A 1** — **Allgemeine Berufskunde**
Weg und Ziel der Ausbildung — Lehrvertrag — Fernmeldehandwerkerprüfung — Tarifvertrag — Gesetze und Verordnungen des Fernmeldewesens
- Band A 2** — **Allgemeine Berufskunde**
Allgemeines über den Staatsaufbau — Aufgaben und Gliederung der DBP — Sozialeinrichtungen bei der DBP — Musterausarbeitungen und Musterthemen
- Band B 1** — **Grundkenntnisse der Physik und Mathematik**
Erklärung der Grundgrößen der Physik — Buchstabenrechnen — Lösen von Gleichungen — Umstellen von Formeln
- Band B 2** — **Fachzeichnen in der Fernmeldetechnik**
Technisches Zeichnen — Stromlaufzeichnen — Planunterlagen und Zeichnen in der Linientechnik
- Band B 3** — **Gleichstromlehre**
Wesen der Elektrizität — Größen, Einheiten und Gesetze im Gleichstromkreis — Wirkungen des elektrischen Stromes — Arten der Spannungserzeugung — Elektrisches Feld — Kondensator
- Band B 4** — **Wechselstromlehre**
(2 Teile)
Dauermagnetismus — Elektromagnetismus — Fremdinguktion — Selbstinduktion — Entstehung des Wechselstromes — Wechselstromwiderstände — Stromversorgungsanlagen — Vorgänge auf elektrischen Leitungen — Elektronenröhren
- Band B 5** — **Meßgeräte und Meßschaltungen**
Meßtechnik und Meßübungen — Entstörungs- und Prüftechnik
- Band B 6** — **Beispiele und Aufgaben aus der Fernmeldetechnik**
(2 Teile)
Übungsbeispiele und Aufgabensammlung aus der Physik und der Gleich- und Wechselstromlehre — Berechnen elektrischer Größen in Schaltungen der Fernmeldetechnik
- Weitere Lehrbücher siehe 3. und 4. Umschlagseite —

UF 80 - 102c
UF 103 - 126c
UI 127 - 134b
UF 135 - 136a

HANDBUCH der FERNMELDETECHNIK

— Buchreihe AFt —

Herausgegeben mit Unterstützung
des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen

BAND C 3

Unterirdischer Linienbau

Gestaltung der Fernmeldenetze; Fernmeldekabel;
Aufgaben und Aufbau der Bauteile im Anschlußnetz;
Schaltungen in Verzweigungseinrichtungen; Druckluftprüfeinrichtungen

9., verbesserte und erweiterte Auflage

Deutsche Postgewerkschaft — Hauptvorstand — Verlag
6 Frankfurt 1 — Savignystraße 43

Vorwort

Die siebzehn Bände des „Handbuchs der Fernmeldetechnik – Buchreihe Aft –“ sollen

1. den Fernmeldelehrlingen während der Lehrzeit ein ständiger Begleiter sein und ihnen eine umfassende und gute Prüfungsvorbereitung ermöglichen,
2. den Fernmeldearbeitern bei der Vorbereitung auf die Prüfung nach dem Tarifvertrag, § 10, behilflich sein,
3. den Handwerkern aus artverwandten Berufen aufzeigen, welches Fachwissen erforderlich ist, um genausoviel zu wissen wie die Lehrlinge am Ende ihrer Lehrzeit,
4. den Fernmeldehandwerkern die Möglichkeit geben, ihr Wissen aufzufrischen und es auf den neuesten Stand der Fernmeldetechnik zu bringen und
5. eine ausreichende Vorbereitung auf den Lehrstoff der dienstlichen Grundlehrgänge gewährleisten.

In der Fernmeldehandwerkerprüfung sowie in den Grundlehrgängen Ft 1 und 2 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 siebzehn 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 der Fernmeldetechnik“ 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 Fernmeldearbeiter,
für den Handwerker aus artverwandten Berufen und
für den Fernmeldehandwerker

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

Stand: Sommer 1970

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 Fernmelde-netze nach der Fernmeldebauordnung Teil 1 eingegangen.

Der Leser, der mit dem unterirdischen Linienbau bereits seit vielen Jahren vertraut ist, muß sich zunächst an einige geänderte Bezeichnungen und Abkürzungen gewöhnen. Damit dies leichterfällt, haben wir nachstehend eine Gegenüberstellung der alten und neuen Bezeichnungen und Abkürzungen eingefügt.

Bei der Darstellung des Lehrstoffs wurde darauf geachtet, daß die Arbeitsmittel und Arbeitsvorgänge nur so weit 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		Seite
1. Allgemeines		4.3. Entlüften und Abdichten der Kabelkanäle	80
1.1. Das Fernmeldenetz	7	4.4. Der Richtdorn	84
1.2. Gestaltung des öffentlichen Fernmeldenetzes	7	4.5. Der Bau einer Kabelkanalanlage	84
1.3. Planung des Ortsnetzes	9	4.5.1. Planverfahren und Auskundung	84
1.4. Die Bemessung der Kabeladern im Anschlußnetz	16	4.5.2. Verlegen eines Kabelkanals aus Kabelkanalformsteinen	85
1.5. Gestaltung des Fernnetzes	18	4.5.3. Herstellen eines Kabelkanals aus Kunststoff-Kabelkanalrohren (Hart-PVC)	88
1.6. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 1.	21	4.5.4. Herstellen eines Kabelschachtes aus Mauerwerk	92
2. Die Fernmeldekabel		4.5.5. Herstellen eines Kabelschachtes aus Ort beton	94
2.1. Allgemeines	22	4.5.6. Aufbau der Stahlbeton-Fertigschächte	94
2.2. Der Aufbau der Fernmeldekabel	24	4.5.7. Aufbau der Abzweigkästen	100
2.2.1. Der stromführende Leiter	24	4.6. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 4.	100
2.2.2. Die Isolierung	25		
2.2.3. Die Verseilung	26	5. Einziehen von Röhrenkabeln	
2.2.4. Die Zählweise und Adernkennzeichnung	28	5.1. Die Kabelwinden	101
2.2.5. Die Schutzbekleidung der Kabel	33	5.1.1. Die kleine Kabelhandwinde	101
2.3. Die lack- und kunststoffisolierten Kabel	37	5.1.2. Die große Kabelhandwinde	101
2.3.1. Die Aufteilungskabel	37	5.1.3. Die fahrbare Kabelkraftwinde	102
2.3.2. Die Trägerfrequenz-Kabel	39	5.2. Das Fernmeldebaugerät	103
2.4. Verpackung der Kabel	40	5.2.1. Der Kabeltransportanhänger	104
2.5. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 2.	42	5.2.2. Die Kabeltrommelwinden und das Setzeisen	104
3. Aufgaben und Aufbau der Bauteile im Anschlußnetz		5.2.3. Die Einschiebegeräte	105
3.1. Die Vermittlungseinrichtung	43	5.2.4. Die Gleitrollen, Kabelschleifbögen und Kanaltüllen	107
3.2. Der Hauptverteiler	43	5.2.5. Der Kabelziehstrumpf und Nachziehstrumpf	109
3.2.1. Die Sicherungsleiste 33	47	5.2.6. Der Schmutzgreifer und die Kanalbürste	109
3.2.2. Die Trennleiste 32a	48	5.2.7. Die Deckelhebeegeräte	110
3.2.3. Die Trennleiste 55	49	5.2.8. Die Absperrgeräte und Warnzeichen	110
3.3. Die Aufteilungskabel, Aufteilungsmuffen und Anschlußkabel	50	5.3. Arbeitsablauf des Einziehvorgangs	112
3.4. Die Verzweigungseinrichtungen	53	5.3.1. Das Sichern der Baustelle	112
3.4.1. Der Linienverzweiger	53	5.3.2. Das Öffnen der Kabelschächte	113
3.4.2. Der Kabelverzweiger	57	5.3.3. Das Prüfen der Kabelkanalanlage auf Gasfreiheit	113
3.4.3. Die Kennzeichnung der Verzweigungseinrichtungen im Anschlußnetz	60	5.3.4. Das Einziehen des Zugseils	113
3.4.4. Die Endverschlüsse für Ortskabel	60	5.3.5. Das Aufstellen der Kabeltrommel und Kabelkraftwinde	113
3.5. Die Endeinrichtungen	64	5.3.6. Das Befestigen des Ziehstrumpfes und das Einbauen der Gleitrollen	114
3.5.1. Die Endverzweiger für Außenbau	65	5.3.7. Letzte Ziehvorbereitungen	115
3.5.2. Die Endverzweiger für Innenbau	67	5.3.8. Das Einziehen des Kabels	115
3.5.3. Der Überführungsendverschluß	69	5.3.9. Restarbeiten nach dem Ziehvorgang	116
3.5.4. Die Kennzeichnung der Endeinrichtungen im Anschlußnetz	70	5.4. Ausziehen von Röhrenkabeln	116
3.6. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 3.	70	5.5. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 5.	117
4. Die Kabelkanalanlage		6. Auslegen von Erdkabeln	
4.1. Aufbau des Kanalnetzes in großen Ortsnetzen	71	6.1. Das Fernmeldebaugerät	118
4.2. Die Bauteile der Kabelkanalanlage	72	6.2. Das Fernmeldebauzug	119
4.2.1. Die Kabelkanäle	72	6.3. Das Planverfahren	121
4.2.2. Die Kabelschächte	75	6.4. Arbeitsablauf der Erdkabelverlegung	121
4.2.3. Die Abzweigkästen	79	6.5. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 6.	125
		7. Die Kabellöt- und Kabelspleißarbeiten	
		7.1. Das Fernmeldebauzug	126
		7.1.1. Die Kabelmuffen	126
		7.1.2. Die Kondensatormuffen	130

	Seite
7.1.3. Die Pupin-Spulenkästen und Pupin-Spulenmuffen	131
7.1.4. Das Lötzinn	133
7.1.5. Die Füll- und Abbrühmassen	134
7.1.6. Das Mischwachs	134
7.1.7. Das Lötzubehör	134
7.2. Das Fernmeldebaugerät	137
7.2.1. Das Kabellötterzelt	137
7.2.2. Die Kabellöt- und Trockenöfen	139
7.2.3. Die Kabelschachtbeleuchtung	140
7.2.4. Die Lötgeräte	141
7.3. Arbeitsablauf bei den Kabellöt- und Kabelpleißarbeiten	144
7.3.1. Sicherungsmaßnahmen	144
7.3.2. Grundsätzliches über Lötarbeiten	146
7.3.2.1. Lötungen mit Stangenlötzinn	146
7.3.2.2. Lötungen mit Röhrenlötzinn	148
7.3.3. Grundsätzliches über Kabelpleißarbeiten	151
7.3.3.1. Vorrichtungen der Kabeladern	151
7.3.3.2. Abbrühen der Kabeladern	153
7.3.3.3. Prüfen der Kabeladern	154
7.3.3.4. Das Anfertigen der Würgestellen	157
7.3.4. Herstellen der Verbindungs- und Abzweiglötstellen	159
7.4. Kabelmantelprüfung mit stationären Druckluftanlagen	161
7.5. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 7.	162
8. Schaltarbeiten in Verzweigungseinrichtungen	
8.1. Die Schaltaufträge	163
8.2. Das Ausführen von Schaltarbeiten	163
9. Der Starkstromschutz	
9.1. Schutz gegen Starkstromanlagen allgemeiner Art	165
9.2. Schutz gegen Starkstromanlagen besonderer Art	169
9.3. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 9.	172
Anlagen	173 bis 190

1. 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.

1.1. 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 Fernsprechanschluß 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 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**.

1.2. Gestaltung des öffentlichen Fernmeldenetzes

Bevor wir uns dem Bau des unterirdischen Fernmeldenetzes zuwenden, müssen wir etwas über die **Netzgestaltung und Netzplanung** erfahren. Das öffentliche Fernsprechnet besteht nach der Fernsprechordnung aus:

1. den Ortsnetzen (ON) und
2. den Leitungen zwischen den ON.

Die Ortsnetze bestehen aus:

1. einer oder mehreren Vermittlungsstellen,
2. den öffentlichen Sprechstellen,
3. den Teilnehmereinrichtungen und
4. 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.

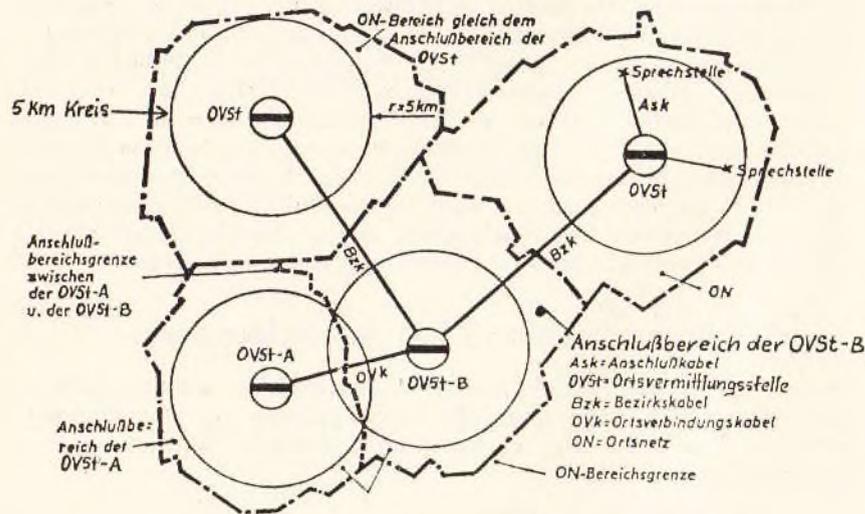
In der Netzgestaltung sind noch die Begriffe bekannt:

1. Anschlußleitungsnetz, kurz Anschlußnetz,
2. Ortsverbindungsleitungsnetz, kurz Ortsverbindungsnetz und
3. Anschlußbereich.

Zum Anschlußnetz gehören

die Leitungen zwischen der OVSt und den öffentlichen Sprechstellen bzw. Teilnehmereinrichtungen.

Schematische Darstellung der Ortsnetz- und Anschlußbereiche



(Abb. 1)

Zum Ortsverbindungsnetz zählen die Leitungen zwischen den OVSt eines ON.

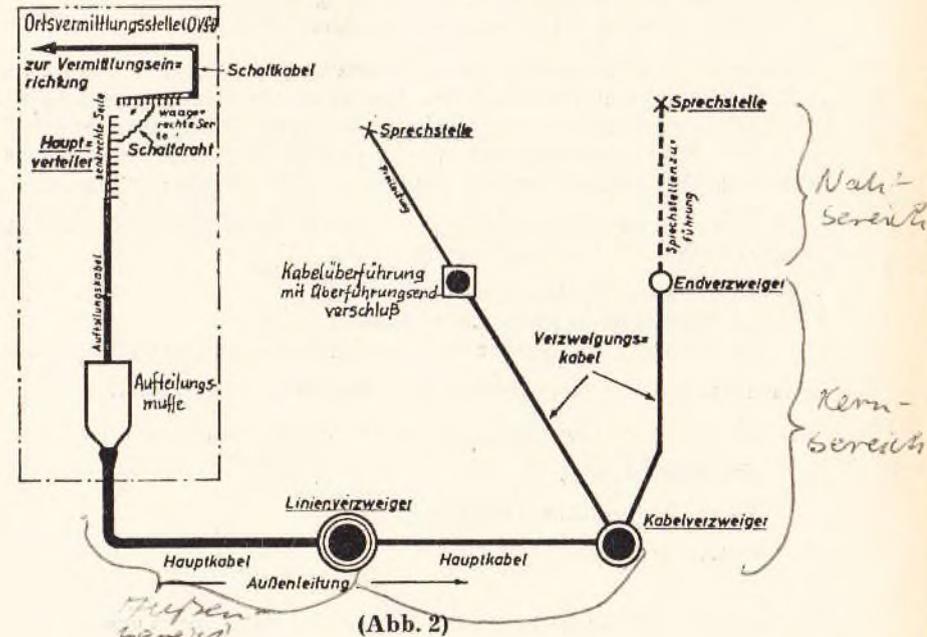
Jede OVSt hat ihren Anschlußbereich und damit ihre Anschlußbereichsgrenze (s. Abb. 1).

Die Ortsnetze sind wiederum über Leitungen des Ferndienstes im gesamten Bundesgebiet und darüber hinaus miteinander verbunden (vgl. hierzu auch Abb. 1).

1.3. Planung des Ortsnetzes

Wenn ein Ortsnetz errichtet oder erweitert werden soll, muß, ähnlich wie beim Bau eines Hauses, eine sogenannte Planung vorausgegangen sein. Die Vorschriften über die Ortsnetzplanung unterscheiden zwischen der Entwicklungsplanung und der Ausbauplanung. Die Entwicklungsplanung hat der Ausbauplanung vorzugehen. In der Entwicklungsplanung sollen die langfristigen Veränderungen in den ON, z. B. Zunahme der Bevölkerung, Ansiedlung und Erweiterung

Schematische Darstellung der Bauteile eines Anschlußnetzes mit großer Leitungsdichte



(Abb. 2)

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 von 5, 10 und 20 Jahren 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 Anschlußnetze mit kleiner, mittlerer und großer Leitungsdichte unterschieden.

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

- die Trennleisten bzw. Sicherungsleisten,
- die Aufteilungskabel,
- die Aufteilungsmuffen,
- das Kanalnetz, Kabelnetz und oberirdische Linien,
- die Verzweigungseinrichtungen *) und Endeinrichtungen

gemeinsam.

Wenn bei der Aufzählung der technischen Bauteile an der senkrechten Seite des Hauptverteilers (s. Abb. 2) begonnen wurde, so deshalb, weil an dieser Stelle der Aufgabenbereich des Fernmeldebaudienstes beginnt.

Bevor wir die drei Anschlußnetze betrachten, müssen wir noch einige neue Begriffe kennenlernen. Im Abschnitt 1.2. wurden die Begriffe Ortsnetz, Anschlußnetz und Ortsverbindungsnetz näher erläutert. Es soll nun erklärt und anhand von Beispielen dargestellt werden, wie die Kabel bezeichnet werden, die sich in diesen Netzen befinden.

Entsprechend der Bezeichnung der Netze wurden auch die Kabel benannt. Demzufolge befinden sich:

- im Ortsnetz die Ortskabel (Ok),
- im Anschlußnetz die Anschlußkabel (Ask) und
- im Ortsverbindungsnetz die Ortsverbindungskabel (OVk).

Kurz: Ortskabel = Anschlußkabel + Ortsverbindungskabel.

Die Anschlußkabel werden noch weiter unterschieden in:

- Hauptkabel (Hk),
- Verzweigungskabel (Vzk) und
- Querkabel (Qk).

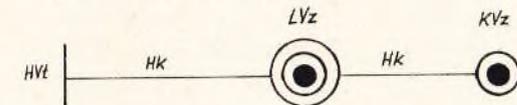
*) Das kleine Anschlußnetz enthält keine Verzweigungseinrichtungen.

Hauptkabel führen:

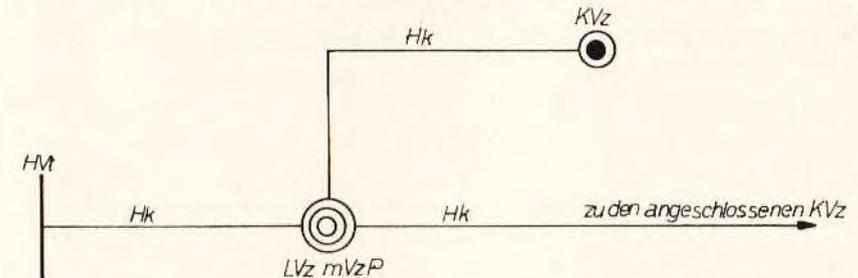
a) vom Hauptverteiler (HVT) zum Kabelverzweiger (KVz)



b) vom HVT über Linienverzweiger (LVz) zum KVz



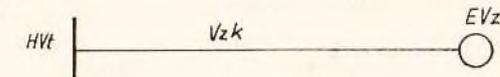
c) vom HVT über einen Verzweigungspunkt (VzP) mit LVz zum KVz



Hauptkabel verbinden also den HVT mit den Verzweigungseinrichtungen (LVz und KVz).

Verzweigungskabel führen:

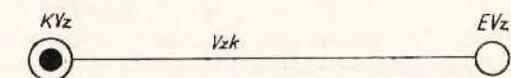
a) vom HVT zu den Endeinrichtungen (Endverzweiger [EVz] bzw. Kabelüberführung [KÜf])



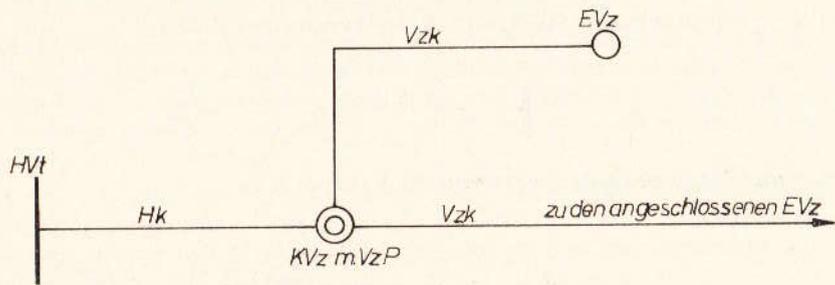
b) vom LVz zu den Endeinrichtungen



c) vom KVz zu den Endeinrichtungen



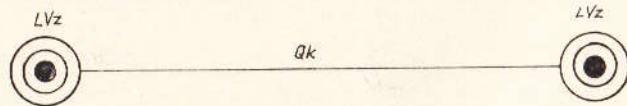
d) vom VzP mit KVz zu den Endeinrichtungen



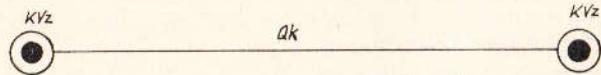
Verzweigungskabel werden auf der einen Seite immer in Endeinrichtungen abgeschlossen.

Querkabel sind Ask, die gleiche Verzweigungseinrichtungen miteinander verbinden.

a)

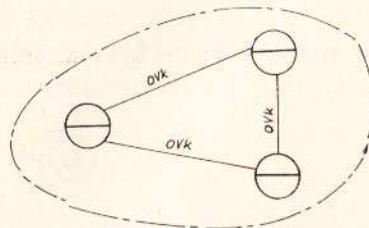


b)



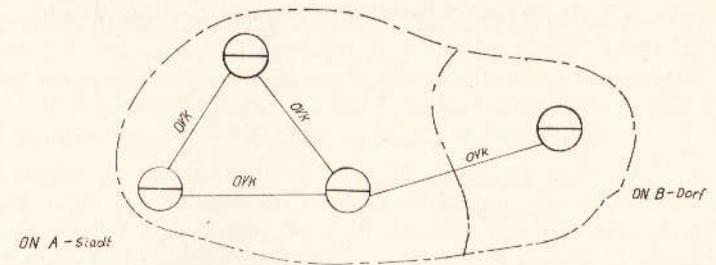
Ortsverbindungskabel verbinden:

a) die OVSt eines ON



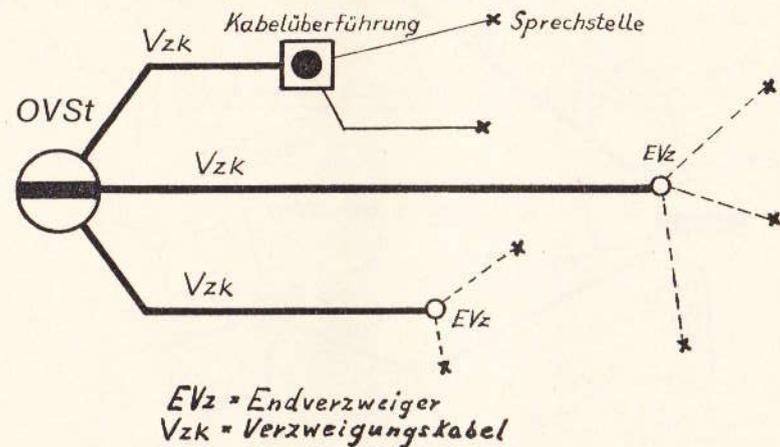
oder

b) die OVSt verschiedener ON, wenn sie gebührenmäßig wie ein ON (Ortsgesprächsgebühr) zu behandeln sind.



Die technischen Bauteile eines Anschlußnetzes mit großer Leitungsdichte sind in der Abb. 2 schematisch und in der Anlage 7 am Schluß dieses Bandes bildlich dargestellt worden.

Anschlußnetz mit kleiner Leitungsdichte

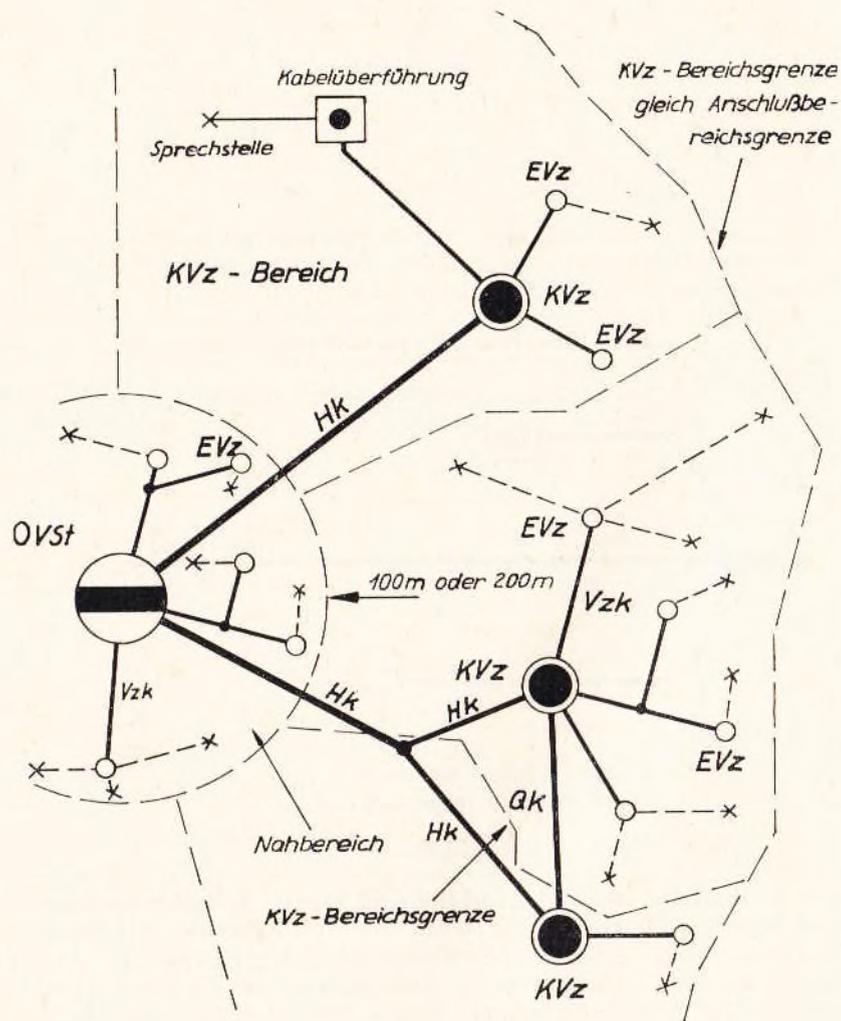


(Abb. 3)

Der Unterschied der drei Anschlußnetze besteht lediglich im Aufbau des Kabelnetzes und in der Wahl der Verzweigungseinrichtungen (Linienverzweiger [LVz] oder Kabelverzweiger [KVz]). Die Abb. 3 zeigt schematisch dargestellt ein Anschlußnetz mit kleiner Leitungsdichte. Die Anschlußleitungen werden von den Endeinrichtungen (Endverzweiger [EVz] oder Kabelüberführung [KÜf]) ohne Verzweigungseinrichtungen an den Hauptverteiler (HVT) der OVSt herangeführt.

Die Abb. 4 gibt ein Anschlußnetz mit mittlerer Leitungsdichte wieder. Die Endeinrichtungen im Nahbereich der OVSt werden ebenfalls unmittelbar mit dem Hauptverteiler („starrs Netz“) verbunden. Dieser Nahbereich geht in Anschlußbereichen großer Leitungsdichte

Anschlußnetz mit mittlerer Leitungsdichte



HK = Hauptkabel
 Vzk = Verzweigungskabel
 Qk = Querkabel

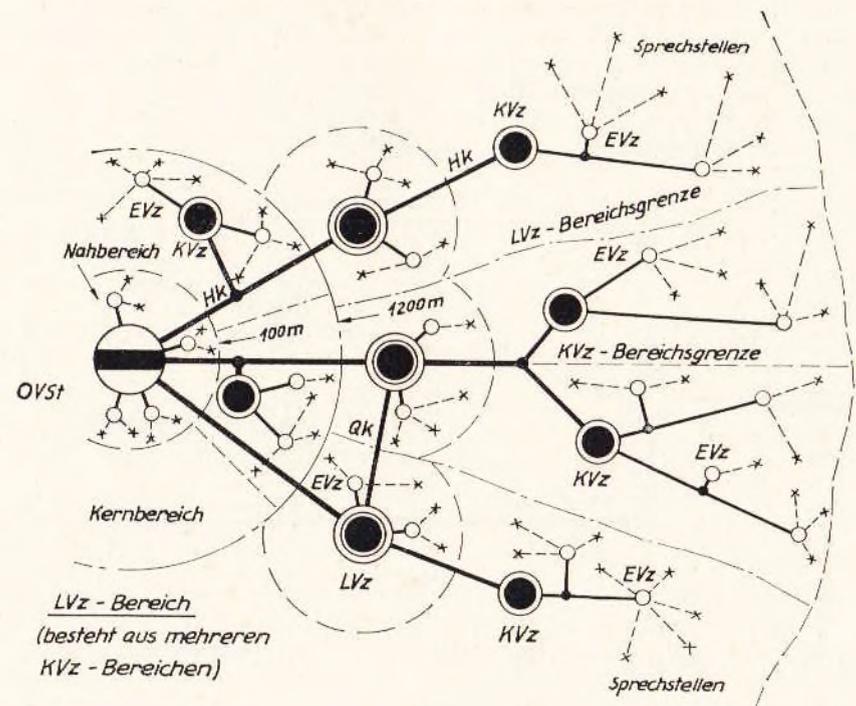
(Abb. 4)

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 („Schaltnetz“) herangeführt.

Die Abb. 5 stellt ein Anschlußnetz mit großer Leitungsdichte 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.

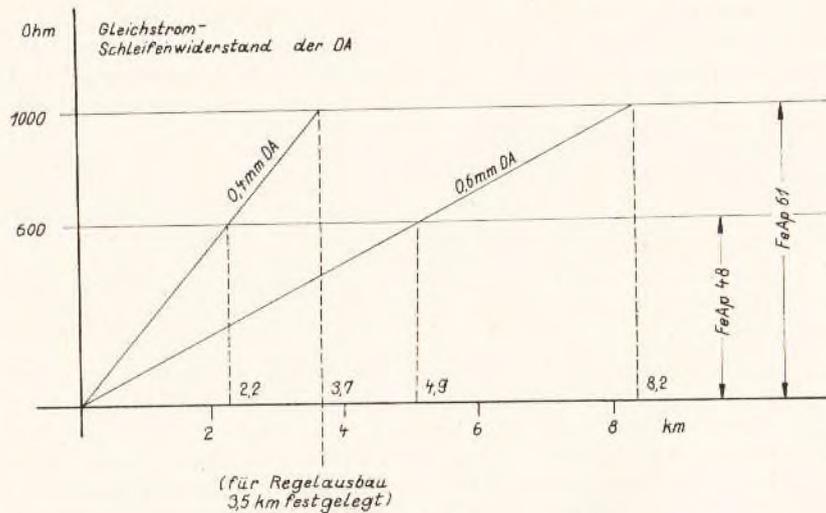
Im Kernbereich sollen die Endeinrichtungen wie im mittleren Anschlußnetz über KVz an die OVSt geführt werden. Über den Kernbereich hinaus können Linienverzweiger-Bereiche (LVz-Bereiche) geschaffen werden.

Anschlußnetz mit großer Leitungsdichte



LVz - Bereich
 (besteht aus mehreren
 KVz - Bereichen)

(Abb. 5)



(Abb. 7)

In der Abb. 7 sind die möglichen Baulängen der verkabelten Anschlußleitungen und Anwendungsbereiche der gebräuchlichen Fernsprechapparate (W 48 und 61) graphisch dargestellt. Hier finden wir auch die Angabe (3,5 km) für den Regelausbau bei Verwendung von Kupferadern mit 0,4 mm Durchmesser. Voraussetzung ist hierbei jedoch, daß bei Entfernungen von mehr als 2,2 km (s. Abb. 7) der Fernsprechapparat 61 eingesetzt wird. Wenn aus der graphischen Darstellung der Abb. 7 bei 0,4 mm DA und 1000 Ohm (= Fe Ap 61) auch eine Baulänge von 3,7 km abzulesen ist, soll der Regelausbau jedoch nur 3,5 km betragen. Die zu verwendenden Hör- und Sprechkapseln sind im Band C 7 dieser Handbuchreihe näher beschrieben.

Die Leiterdicke der Querkabel (Qk) richtet sich nach der Leiterdicke der in diesem Bereich verwendeten Ask.

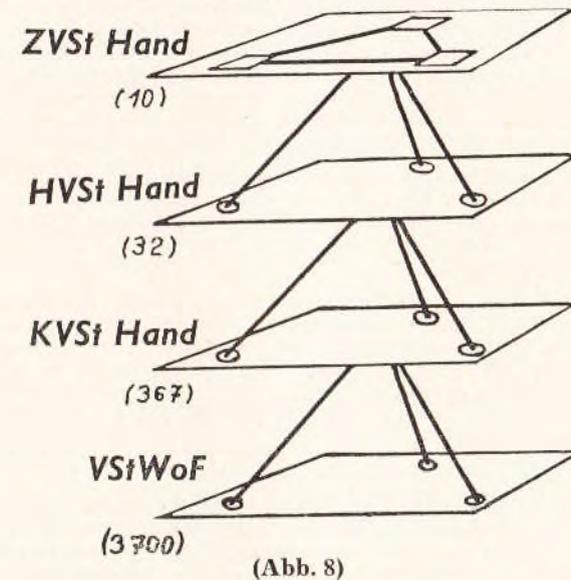
1.5. Gestaltung des Fernnetzes

Um die Gestaltung des Fernnetzes zu verstehen, wollen wir zunächst das Fernnetz des handvermittelten Ferndienstes und dann das Netz der Landesfernwahl betrachten. Im Abschnitt 1.2. 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. 8 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. 8 geben die Anzahl der VSt im Bundesgebiet an. Durch dieses System der Netzgestaltung ist es möglich 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 Beamtinnen der Fernämter hergestellt.

Die Netzebenen im handvermittelten Ferndienst



(Abb. 8)

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 nachstehende Übersicht zeigt — aufgebaut.

Netzebene im handvermittelten Ferndienst	Netzebene im automatischen Ferndienst (Landesfernwahl)
VStWoF	EVStW (Endvermittlungsstelle mit Wahlbetrieb)

KVSt Hand	KVStW (Knotenvermittlungsstelle mit Wählbetrieb)
HVSt Hand	HVStW (Hauptvermittlungsstelle mit Wählbetrieb)
ZVSt Hand	ZVStW (Zentralvermittlungsstelle mit Wählbetrieb)

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

- 3 773 EVSt
- 501 KVSt
- 68 HVSt
- 8 ZVSt

Die Abb. 9 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 sieben Grundnetze mit gleichem Aufbau der Netzebenen vorstellen, um das gesamte deutsche Fernwahlnetz überblicken zu können. Die acht 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.

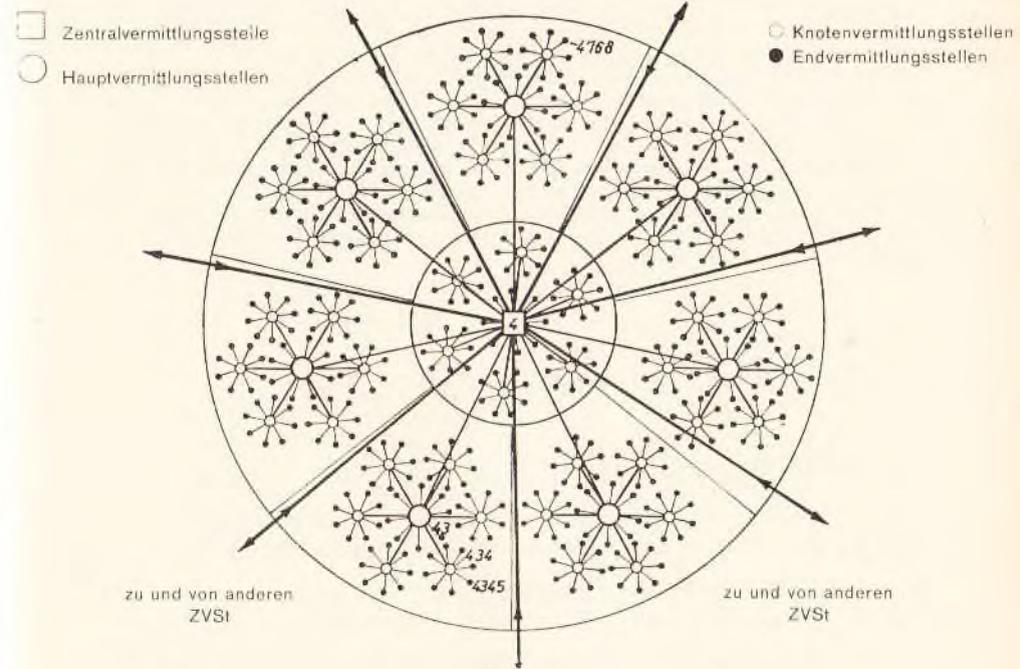
Eine Fernsprechverbindung im Selbstwählferndienst, die von einer EVSt ausgeht und eine ferne EVSt erreichen soll, wird durch die Wahl der Zahl 0, der sogenannten **Verkehrsausscheidungsziffer**, begonnen. Darauf muß die Kennzahl der fernen EVSt und anschließend die Rufnummer des gewünschten Teilnehmers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

In Abb. 9 ist der sogenannte Kennzahlenweg angedeutet. Ein Teilnehmer des ON 4768 leitet seine Verbindung durch Wahl 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.

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.

Eine Vermaschung durch Querverbindungen zwischen den KVSt, den HVSt und den KVSt oder HVSt ist über das in der Abb. 9 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 „Die Wählvermittlungstechnik“** dieser Handbuchreihe ausführlich informieren.

Das Grundnetz der Landesfernwahl



(Abb. 9)

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 als **Arbeitsgrundlage** und muß der Planung entsprechend verwirklicht werden.

1.6. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 1.

1. Was versteht man unter dem Begriff Leitungsdichte?
2. Woraus besteht laut Fernsprechordnung das öffentliche Fernsprechnet?
3. Welche Bauteile gehören zu einem Ortsnetz?
4. Was versteht man unter dem Begriff Anschlußnetz und was unter dem Begriff Anschlußbereich?
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 Kabel zählen zu den Ortskabeln?
10. Wie werden die Anschlußkabel unterteilt?
11. Wo sind im Anschlußnetz a) Hauptkabel, b) Verzweigungskabel und c) Querkabel zu finden?
12. Wo werden Ortsverbindungskabel verlegt?
13. Welche drei Anschlußnetze unterscheiden wir?
14. Welche technischen Bauteile gehören zu

einem großen Anschlußnetz? 15. Welche Verzweigungs- und Endeinrichtungen finden wir in den drei zu unterscheidenden Anschlußnetzen vor? 16. Was versteht man unter dem Nahbereich einer OVSt? 17. Wie groß ist der Kernbereich einer OVSt und welche Bedeutung hat er? 18. Wann werden im Anschlußnetz 0,4 und wann 0,6 mm starke Kupferadern ausgelegt? 19. Wie groß muß die Leiterdicke der Querkabel gewählt werden? 20. Wie weit darf bei Neuplanungen ein Kabel mit der Adernstärke 0,4 mm Cu vorgesehen werden? 21. Was ist ein Verzweigungspunkt und wo finden wir ihn im Anschlußnetz? 22. Welche Aufgabe haben Querkabel im Anschlußnetz und zwischen welchen Verzweigungseinrichtungen werden sie ausgelegt? 23. Wie ist das Fernnetz der Landesfernwahl aufgebaut und welche Netzebenen sind Ihnen bekannt? 24. Werden Fernverbindungen nur über den Kennzahlenweg aufgebaut? 25. Was versteht man unter dem Begriff „Verkehrsausscheidungsziffer“? 26. Wieviel Zentralvermittlungsstellen gibt es?

2. Die Fernmeldekabel

2.1. 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 OVSt und den Teilnehmereinrichtungen sowie den OVSt 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) und Anschlußkabel (Ask) 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-AtBzk.**

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 Fernsehkabel, soweit diese im Fk- oder TFFk-Netz eingebaut werden, mit der Kurzbezeichnung **KxFk,**
- f) Niederfrequenz-Verbindungskabel mit der Kurzbezeichnung **NFVk,**
- g) die Aufteilungsfernkabel mit der Kurzbezeichnung **AtFk,**
- h) die Trägerfrequenz-Aufteilungsfernkabel mit der Kurzbezeichnung **TF-AtFk,**
- 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.

2.2. Der Aufbau der Fernmeldekabel

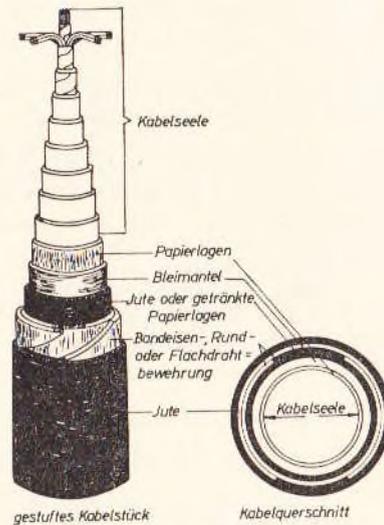
Wir wollen uns nachfolgend den Aufbau der **papierisolierten Kabel** näher ansehen und die Bestandteile im einzelnen betrachten.

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. 10 ist der Aufbau eines Erdkabels dargestellt.

2.2.1. Der stromführende Leiter

Als Leiter wird hauptsächlich ein **weichgeglühter, blankgezogener Kupferdraht** (Elektrolytkupfer) von gleichmäßig rundem Querschnitt verwendet. In Notzeiten wurden zur Kupferersparnis auch Kabel mit

Aufbau eines Erdkabels



(Abb. 10)

Leitern aus Reinaluminium hergestellt. Wegen der geringen 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	Bezirks- und Fernkabel
0,9	1,15	
1,2	1,55	
1,4	1,8	

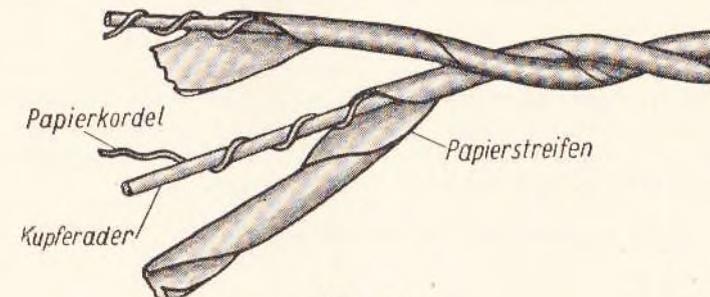
Die Kabel mit Aluminiumadern werden heute nicht mehr ausgelegt.

2.2.2. 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

Isolierung der Adern (Papierluftisolierung)



(Abb. 11)

umhüllende Papierstreifen hat zum Unterscheiden der Adern und zum Bestimmen der Zählweise aufgedruckte Farbmerkmale, deren Bedeutung später erläutert wird. Die Abb. 11 zeigt die Isolierung einer Ader mit Papierkordel und Papierstreifen.

Die Isolierung der Kabeladern mit Kunststoff ist im Abschnitt 2.3. erläutert.

2.2.3. 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 Steigerung 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 Ableitung,
die Kapazität und
die Induktivität.

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

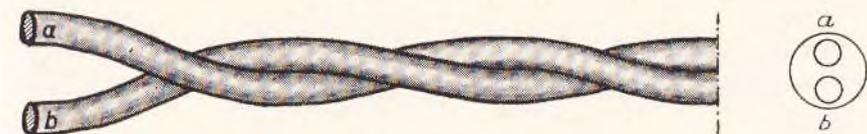
Es leuchtet ein, daß die Leiter durch den Drall stets länger sind, als es der reinen fertigen Kabellänge entspricht. Die Deutsche Bundespost (DBP) hat den Firmen für das Verhältnis zwischen der Länge des Einzelleiters und der Länge des Kabels einen bestimmten Wert vorgeschrieben, der im allgemeinen nicht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

Folgende Adernverseilung unterscheiden wir:

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

Heute werden nur noch Rundfunkkabel und LPMh-Kabel in Paarverseilung (s. Abb. 12) hergestellt. Dabei werden zwei isolierte Adern miteinander zu einem Adernpaar verseilt. Die Isolierhüllen der Einzeladern sind farbig unterschieden.

Paarverseilung



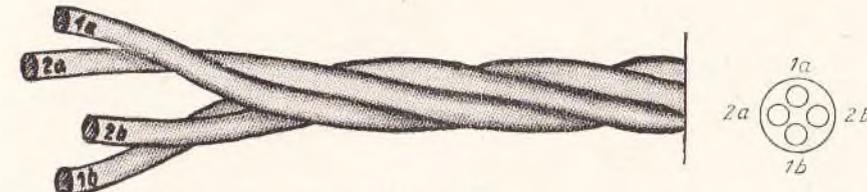
(Abb. 12)

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. 13) 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. 14) sind zwei zusammengehörige Adern zunächst — wie bei der Paarverseilung — zu einem Paar verseilt. Je zwei Paare werden dann wieder miteinander, aber mit

Sternverseilung

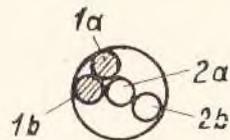
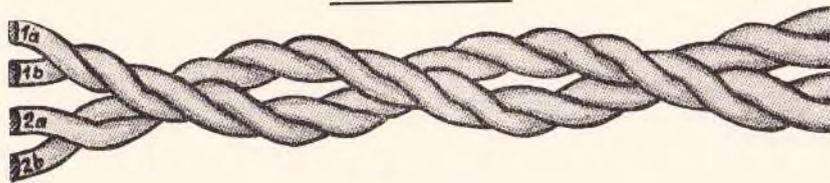


(Abb. 13)

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

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

Zur besseren Ausnutzung der Kabel bildet man im Fernnetz mit Hilfe von Übertragern aus je zwei Stammleitungen 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

DM-Verseilung

(Abb. 14)

immer dann aus, wenn Phantomleitungskreise geschaltet werden sollen.

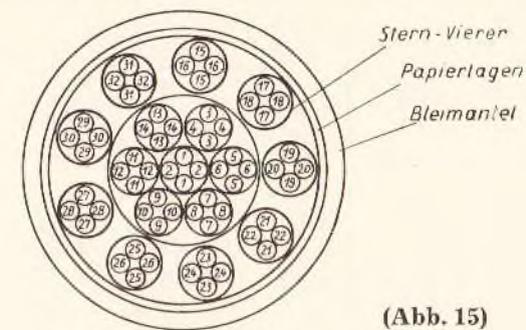
Die Paare und Viererseile sind in Lagen zusammengefaßt, wobei die einzelnen Lagen durch Papierbänder voneinander getrennt sind. Die Kabelseele ist mit Nesselband oder mit zwei oder drei Lagen Papier umwickelt und dann mit der Schutzbekleidung umgeben. Um später auch bei bereits in Betrieb befindlichen 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 und ein Papierstreifen als **Längenmaßband** eingelegt. An der Farbe des Kennfadens kann das Kabelwerk jederzeit festgestellt werden.

Neben den erwähnten Verseilungsarten gibt es bei den kunststoffisolierten Kabeln auch die sogenannte **Bündelverseilung**. Näheres siehe unter 2.3.

2.2.4. 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 Kabellöter die richtige Ader herausfinden kann.

Bei Orts-, Bezirks- und Fernkabeln werden **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 Viererseil oder ein Paar — **Zählvierer oder Zählpaar genannt** — durch eine auffallende Farbe gekennzeichnet. Der Zählvierer oder

Querschnitt eines Kabels mit symmetrischem Aufbau

(Abb. 15)

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 rechtsherum, also im Sinne der Uhrzeigerdrehung**. Schaut man in die entgegengesetzte Richtung — also zur OVSt hin — muß natürlich linksherum gezählt werden. Damit man — besonders im Störfall — eine **bestimmte Doppelader** leicht herausfinden kann, wurde als Hilfsmittel eine Tabelle für symmetrisch (gleichmäßig) aufgebaute Fernmeldekabel aufgestellt. Aus dieser Tabelle (s. Anl. 10) läßt sich die Nummer der Zählader je Kabelstärke und Lage ablesen. Durch Weiterzählen findet man dann sehr schnell die gesuchte Doppelader heraus. Diese Tabelle sollte in keiner Kabellöterausrüstung fehlen.

Bei Ortsverbindungs-, Bezirks- und Fernkabeln, die symmetrisch aufgebaut sind (s. Abb. 15), 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 zum besseren Verständnis die folgende Übersicht aufgestellt und darin die Kennzeichnung der Adern und Zählvierer der Kabel entsprechend der Entwicklung der Kabeltypen angegeben.

Die papierisolierten Adern der Anschluß- und Ortsverbindungskabel sind je Stern-Viererseil seit 1930 wie folgt gekennzeichnet:

Stamm 1 a-Ader: ohne Aufdruck (das Zähl-VS jeder Lage ist rot gefärbt).

b-Ader: Einfach-Querstreifen in 16 mm Abstand

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-Ader	weiß (Kupferleiter verzinkt)	rot	weiß (naturfarben)	weiß (naturfarben)	naturfarben
1. Paar b-Ader	weiß (Kupferleiter unverzinkt)	weiß	blau	blau	naturfarben mit einem blauen oder schwarzen Querstreifen in 16 mm Abstand
a-Ader				weiß (naturfarben) mit schwarzem Querstreifen	naturfarben mit zweifachem blauem oder schwarzem Querstreifen in 30 mm Abstand
2. Paar b-Ader				blau mit schwarzem Querstreifen	naturfarben mit zweifachem blauem oder schwarzem Querstreifen in 13 mm Abstand
a-Ader	rot (Kupferleiter verzinkt)	blau	weiß (naturfarben)		
Zählpaar b-Ader	rot (Kupferleiter unverzinkt)	weiß	rot		
Zählvierer				rote Grundfarbe der b-Adern	rote Grundfarbe der a-Adern des 1. Paares

Übersicht über Fk, Bzk und OVk

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

Stamm 2 a-Ader: Doppel-Querstreifen in 30 mm Abstand
 b-Ader: Doppel-Querstreifen in 13 mm Abstand

Alle Querstreifen sind blau oder schwarz.

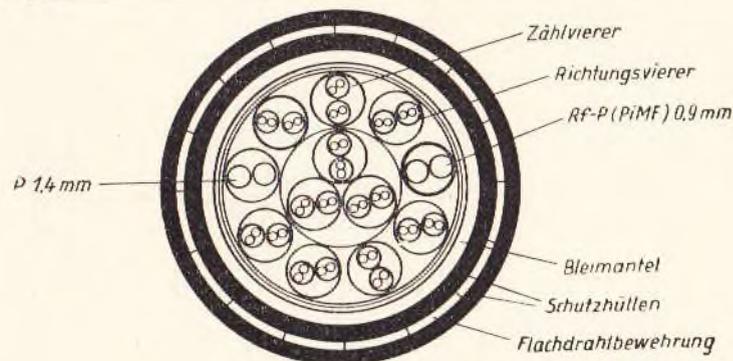
Die **Verseilungslängen** dieser Kabel in St III-Verseilung sind **unterschiedlich groß**. Die Schlaglänge der geraden (2., 4., 6. usw.) und ungeraden (1., 3., 5. usw.) Viererseile ist aus übertragungstechnischen Gründen nicht gleich lang. Da bisher alle Viererseile — ausgenommen Zählvierer — die gleiche 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

- 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
- 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.

Unsymmetrisch aufgebaute Kabel (s. Abb. 16) müssen vom Zählvierer in Richtung des Richtungsvierers gezählt werden. Sie sind äußerlich erkennbar durch Bezeichnung der einzelnen Längen mit A und E.

Querschnitt eines Kabels mit unsymmetrischem Aufbau



(Abb. 16)

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 (s. Abb. 17).

Die Zählweise und Adernkennzeichnung der **kunststoffisolierten Aufteilungsortskabel (AtOk)** sind im Abschnitt 2.3. erläutert.

Auslegen eines unsymmetrischen Kabels



(Abb. 17)

2.2.5. 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 vorgenannten 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-Leitungskreise 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 (s. Abb. 18) dient dem mechanischen Schutz der Kabel. Sie besteht aus schraubenförmig um das Kabel gelegten **Drähten** (Rund-

draht 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
	Röhrenkabel (unbewehrt)
PM	mit Bleimantel
PMz	ohne Schutzhülle
PM2Y	ohne Schutzhülle, mit Erhärtungszusatz und Kunststoff-Außenhülle (PE)
	mit Stahlwellmantel
PWE2Y	und Kunststoff-Außenhülle, auch als Erdkabel
PWE2Yv	und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel
	mit glattem Aluminiummantel
PLEY	und Kunststoff-Außenhülle, auch als Erdkabel
PLE2Y	und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel
PLEYv	
PLE2Yv	
	mit Aluminiummantel mit Dehnungselementen
PLDEY	und Kunststoff-Außenhülle, auch als Erdkabel
PLDE2Y	und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel
PLDEYv	
PLDE2Yv	
	Bewehrtes Röhrenkabel
PMb	mit Bleimantel innere Schutzhülle und Bewehrung
	Erdkabel
	mit Bleimantel
PMbc	innere Schutzhülle, Bewehrung und äußere Schutzhülle
	mit Stahlwellmantel
PWE2Y	und Kunststoff-Außenhülle, auch als Röhrenkabel
	mit glattem Aluminiummantel
PLEY	und Kunststoff-Außenhülle, auch als Röhrenkabel
PLE2Y	
	mit Aluminiummantel mit Dehnungselementen
PLDEY	und Kunststoff-Außenhülle, auch als Röhrenkabel
PLDE2Y	

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

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

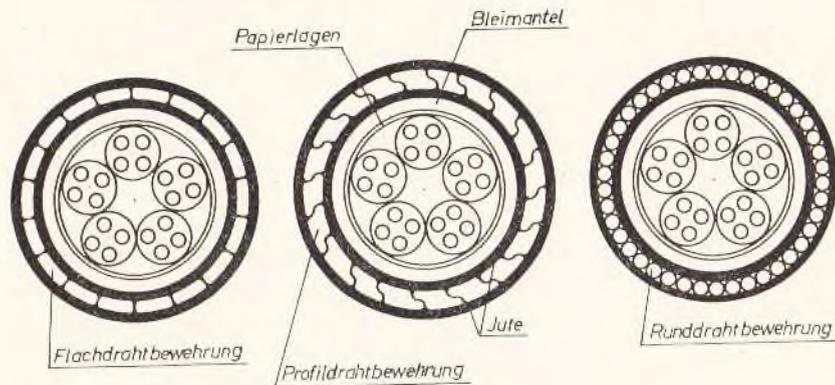
- P** = trockene Papierisolierung,
- M** = Bleimantel,
- W** = Stahlwellmantel,
- L** = glatter Aluminiummantel (L = Leichtmetall),
- LD** = Balgen-Aluminiummantel mit Dehnungselement,
- E** = Korrosionsschutz des Stahl- bzw. Al-Mantels unter der PVC- bzw. PE-Schutzhülle,
- Y** = Kunststoff-Außenhülle (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. 18)

Erdkabel werden auf öffentlichen Wegen und auf Privatgrund im Erdreich in steinfreiem Boden verlegt und, falls erforderlich, durch Kabelschutzhauben oder Abdecksteine vor Beschädigung geschützt.

Wenn Kabel in Gebäude eingeführt sind, ist darauf zu achten, daß die Einführungsstelle gut gegen Wasser oder Gaseinbruch abgedichtet ist. Erdkabel mit Bewehrung (PMbc) lassen sich wegen der rauhen Oberfläche schlecht abdichten. Daher wurde das **PM2Y-Kabel** (glatte Oberfläche) entwickelt. Aus diesem und aus Gründen der Typenbegrenzung werden künftig für PM- und PMbc-Kabel bis 100 DA nur noch PM2Y-Kabel beschafft.

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 Fernmeldenetzen eingesetzt werden. Dies ist darauf zurückzuführen, daß sie gegenüber dem Bleimantel ein viel geringeres Gewicht haben und ohne Bewehrungsschutz auch als Erdkabel ausgelegt werden können; hinzu kommt weiter ihre große Preisgünstigkeit.

2.3. 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**. Daneben befinden sich kunststoffisolierte Anschlußkabel (PE-Kabel) in der Erprobung, auf die jedoch noch nicht näher eingegangen werden soll.

2.3.1. Die Aufteilungskabel

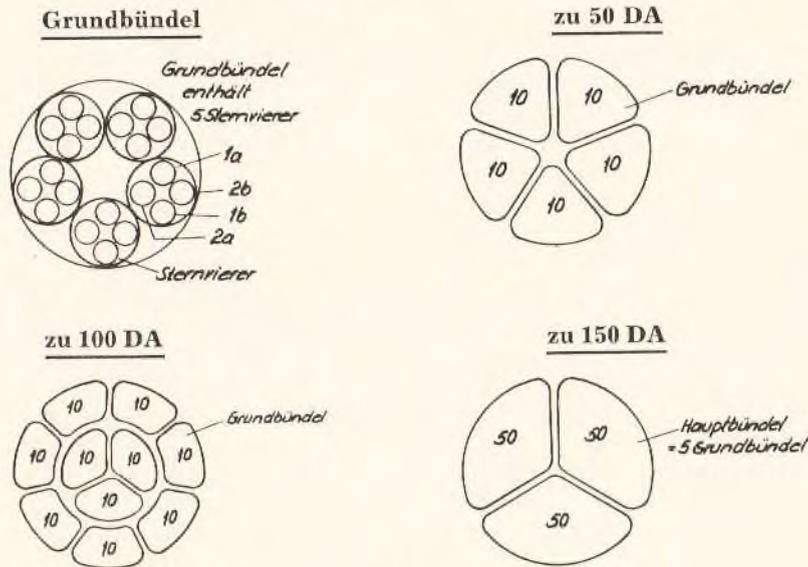
Die Kupferader des lackpapierisolierten Aufteilungskabels hat einen Durchmesser von 0,6 mm und ist zwecks besserer Isolierung zunächst mit einer dünnen Lackschicht überzogen und dann mit zwei Lagen Papierisolation umwickelt. Die Adern sind paarverseilt. Die Kabelseele wird durch einen Bleimantel geschützt. 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-Aufteilungsortskabel (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 **Stern-Vierer** sind jedoch nicht — wie bisher — innerhalb der Lage nebeneinanderliegend angeordnet, sondern zunächst zu sogenannten **Grundbündeln zusammengefaßt**.

Ein **Grundbündel** enthält 5 Stern-Vierer (= 10 DA). Bei AtOk zu 150 DA sind zunächst je 5 Grundbündel zu einem Hauptbündel ($5 \times 10 = 50$ DA) verseilt worden; 3 solche Hauptbündel ergeben verseilt dann ein AtOk mit 150 DA. Diese Anordnung der Adern im Kabel wird auch mit **Bündelverseilung** bezeichnet.

Der Aufbau des Grundbündels und der 3 Kabel (50 DA, 100 DA und 150 DA) ist aus der Abb. 19 näher zu erkennen.

Polyvinylchlorid-Aufteilungs-Ortskabel (PVC-AtOk)



(Abb. 19)

Die Grundbündel sind wie folgt gekennzeichnet:

- alle Adern vom Stern-Vierer 1: rot als Grundfarbe
- alle Adern vom Stern-Vierer 2: grün als Grundfarbe
- alle Adern vom Stern-Vierer 3: grau als Grundfarbe
- alle Adern vom Stern-Vierer 4: gelb als Grundfarbe
- alle Adern vom Stern-Vierer 5: weiß als Grundfarbe

Das **Zählelement im Grundbündel** ist der Stern-Vierer mit der roten Grundfarbe. Bei Kabeln mit mehreren Grundbündeln hat das Zählgrundbündel in jeder Lage eine rote offene Kennwendel, die anderen Grundbündel haben weiße oder naturfarbene offene Kennwendeln.

Zur Kennzeichnung der Hauptbündel werden offene Kennwendeln aus PVC-Band verwendet, und zwar hat das **Zähl-Hauptbündel eine rote Kennwendel**, die beiden anderen Hauptbündel der Lage haben je eine weiße oder naturfarbene Wendel.

Die **Zählweise der verseilten Bündel geschieht im Uhrzeigersinn und von der inneren Lage zur Außenlage.**

Die **Adern der Stern-Vierer sind** — wie die papierisolierten Adern — mit Ringen gekennzeichnet. Der Abstand der Ringe weicht jedoch geringfügig (wenige mm) ab.

2.3.2. Die Trägerfrequenz-Kabel

Wir haben bei unseren Betrachtungen bisher 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 (2000 000 Hz) — heute 5 MHz — zu schaffen.

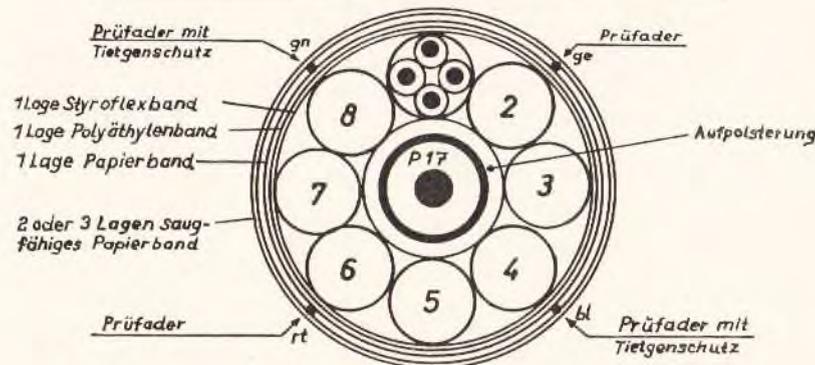
Zweckmäßig wurde für beide Aufgaben ein gemeinsames Kabel entwickelt. Dieses Vorhaben stellte an die Kabeltechnik sehr hohe Anforderungen in bezug auf Genauigkeit in der Fertigung der Kabel wie in der Suche nach geeigneten Materialien, denn die bisher verwandten Werkstoffe genügten zum Teil den technischen 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 nebeneinandergelegt werden, 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.

Querschnitt des Trägerfrequenzkabels der Form 17a



(Abb. 20)

Der Mittelleiter des Koaxialpaares hat einen Durchmesser von 2,6 mm und der Rückleiter einen Innendurchmesser von 9,5 mm. Der Beipack besteht aus Trägerfrequenz-Stern-Vierseilen (TF-Stern-VS) mit 1,3 mm starken, styroflex-isolierten Kupferadern. Darüber sind auf dem Umfang 4 Prüfadern 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 Erde 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-Vierseile 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 Fernseh-zwecke 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 Prüfadern über dem Beipack dienen dem eingebauten Kontrollsystem der Druckgas-Prüfeinrichtung dabei zur Signalübermittlung.

2.4. Verpackung der Kabel

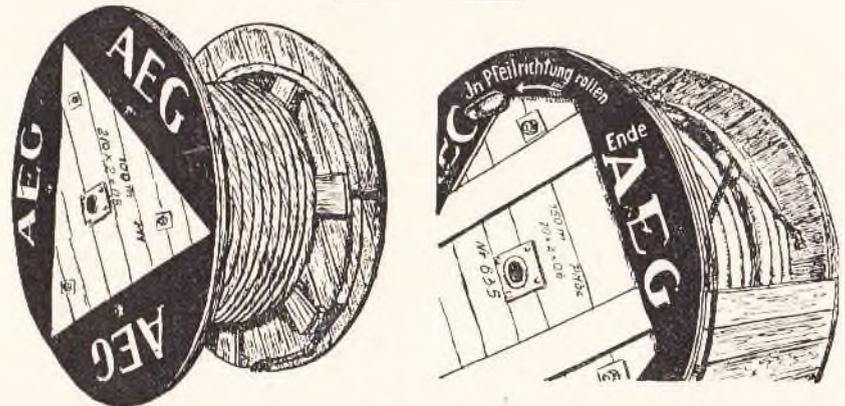
Für den Versand der Kabel werden meist hölzerne Trommeln verschiedener Größe benutzt. Der Scheibendurchmesser dieser Trommeln liegt zwischen 0,5 und 3 m. **Der Kerndurchmesser der Kabeltrommel muß mindestens das 20fache des Kabeldurchmessers be-**

tragen, 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 beschriftet. **Diese Aufschrift enthält ferner Angaben über 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**“ (s. Abb. 21) 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 Dichtig-

keit 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.

2.5. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 2.

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 PMbc bei einem Fernsprechkabel? 13. Welche verschiedenen Schutzhüllen der Kabel kennen Sie in bezug auf die Verlegungsart der Kabel? 14. Welche Bedeutung haben die Kurzzeichen PLDE 2Y und PWE 2Y? 15. Welche Bewehrungsarten unterscheiden wir? 16. Was ist der wesentliche Unterschied zwischen einer Stern- und DM-Verseilung? 17. Wie bezeichnet man den 1. Vierer bzw. das 1. Paar in jeder Lage eines Fernsprechkabels? 18. Welche Kabel benutzt man als Brückenkabel? 19. Wie sind die Adern der Trägerfrequenzkabel isoliert? 20. Welche Aufteilungskabel kennen Sie und welche werden heute nur noch verlegt? 21. Wie ist das AtOk aufgebaut und wie ist die Farbkennzeichnung und Zählweise der Kabeladern geregelt worden? 22. Wie groß muß mindestens der Kerndurchmesser einer Kabeltrommel in bezug auf das aufzutrommelnde Kabel sein? 23. Welche Bedeutung hat die Bezeichnung „V“ auf der Außenwand der Trommelscheibe und welche Angaben finden wir außerdem auf dieser Trommelscheibe?

3. Aufgaben und Aufbau der Bauteile im Anschlußnetz

In diesem Abschnitt soll der **Verwendungszweck der Bauteile im Anschlußnetz und ihr Aufbau** beschrieben werden; sie wurden bereits unter 1.3. „Planung des Ortsnetzes“ im einzelnen genannt. Das **Kabelkanalnetz** ist wegen seiner besonderen Bedeutung im nächsten Abschnitt beschrieben.

3.1. Die Vermittlungseinrichtung

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es heute nur noch Ortsvermittlungseinrichtungen mit Wahlbetrieb. Die Vermittlung hat die Aufgabe, die gewünschten Fernsprechverbindungen der Fernsprechteilnehmer gegenseitig zu vermitteln. Der technische Vorgang der Vermittlung wird im Band C 5 des „Handbuchs der Fernmeldetechnik“ behandelt.

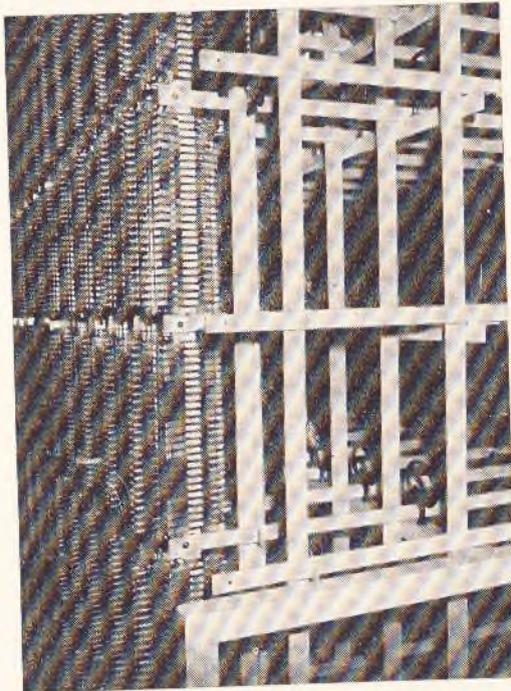
3.2. Der Hauptverteiler

Der Hauptverteiler (vgl. Abb. 22, 23 und 24) 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** (vgl. Abb. 26a und 27) oder **Sicherungsleisten** (vgl. Abb. 25) **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 (YV-Draht) verbunden.

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

Der Hauptverteiler (HVt) ist ein Stahlgeländer 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).** Im Betrieb finden wir noch sehr

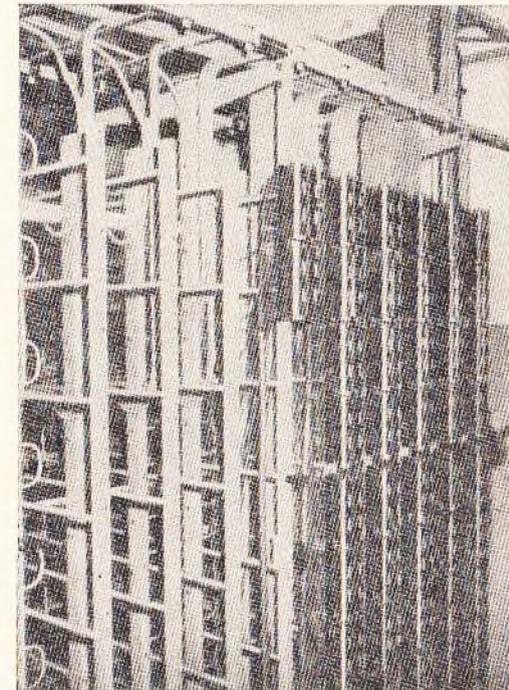
Hauptverteiler alter Bauart

(Abb. 22)

viele HVt alter Bauart. Bei kleinen OVSt sind **Wandverteiler** (s. Abb. 24), bei großen OVSt **Standverteiler** (s. Abb. 22 und 23) als HVt aufgestellt worden.

Am HVt alter Bauart (s. Abb. 22) sind auf der senkrechten Seite die Aufteilungskabel der Ortskabel 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. 23) sind auf der **senkrechten Seite Trennleisten 55 oder 55a zu 25 DA** und an der **waagerechten Seite 20teilige Schaltstreifen** zum Aufnehmen der Schaltkabel vorgesehen. Der HVt 55 wurde in 3 Typen entwickelt, und zwar unterscheiden sie sich nur in ihrer Höhe. Entsprechend können sie unterschiedlich viele Trennleisten bzw. DA der AtOk aufnehmen.

Hauptverteiler 55 (neuer Bauart)

(Abb. 23)

Der HVt 55a nimmt 12 Leisten und 300 DA,
 der HVt 55b nimmt 10 Leisten und 250 DA und
 der HVt 55c nimmt 8 Leisten und 200 DA
 auf.

HVE 71

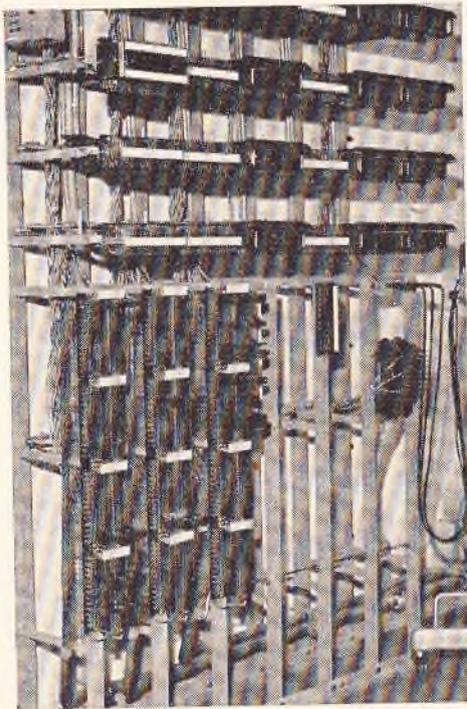
300 DA

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. 24 zeigt einen HVt in Wandform. Unten sind die Trennleisten und oben die Schaltstreifen angeordnet.

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

Hauptverteiler als Wandverteiler



(Abb. 24)

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 55 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 55 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** (s. auch Seite 50).

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 55 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—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.

Die HVt alter Bauart erhalten je nach Größe eine Stelle (4-, 5- oder 6stellige Zahl) weniger, denn an ihnen können nicht mehr als 8 Sicherungsleisten bzw. Trennleisten 55 zu 50 DA je Reihe befestigt werden.

An der waagerechten Seite des HVt sind die Lötstifte der Schalt- oder Lötösenstreifen fortlaufend nach den Anrufeinheiten 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** dieser Handbuchreihe behandelt.

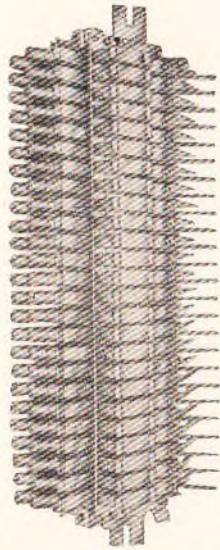
3.2.1. Die Sicherungsleiste 33

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

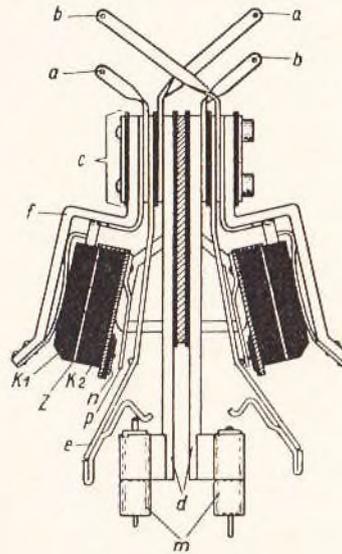
Bei ausgelöster Stromfeinsicherung *m* (rechte Sicherung in Abb. 25) wird die Außenader von der Innenader getrennt und gleichzeitig geerdet. Das Zellitplättchen *Z*, das die Kohlen *K*¹ und *K*² trennt, schlägt bei einer Überspannung von mehr als 500 V durch und legt die betroffene Ader an Erde. Die Ader wird erst wieder erdfrei, wenn das Zellitplättchen ausgewechselt ist. Der Gasentladungsableiter dagegen schaltet nach Ansprechen die betreffende Ader selbsttätig wieder erdfrei.

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

Sicherungsleiste 33



(Abb. 25)

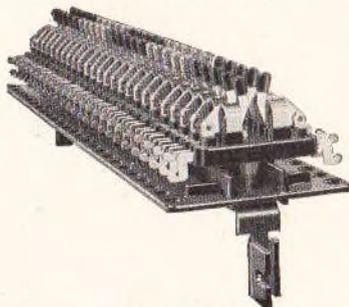


3.2.2. Die Trennleiste 32a

Die Trennleiste 32a 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.

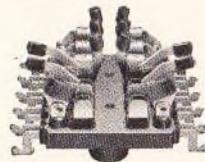
Die Trennleiste nimmt 25 DA auf. Jede Ader kann einzeln durch Umlegen kleiner Schalthebel (s. Abb. 26 a), die je zwei Messerkontakte miteinander verbinden, getrennt werden. Die Schalthebel für die a-Adern liegen links und die

Trennleiste 32a



(Abb. 26a)

Trennleistensatz für 5 DA



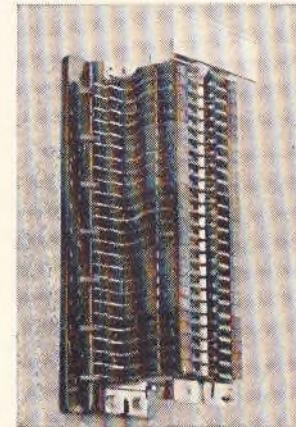
(Abb. 26b)

für die b-Adern rechts auf der Trennleiste. Je 10 Schalthebel (für 5 DA) sind auf einem Trennleistensatz (s. Abb. 26b) zusammengefaßt worden und 5 Trennleistensätze auf einer Grundplatte montiert. Die Lötösen sind genauso angeordnet wie bei den Sicherungsleisten.

3.2.3. 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. 27). Für die im Ortsnetz noch verbleibenden oberirdischen Anschlußleitungen wurde der Blitzsicherungsschutz zusätzlich an den

Trennleiste 55 zu 25 DA



(Abb. 27)

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 (Form E 230 V) gesteckt werden.

Die Lötflansen 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 Lötfa­hnen 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 der HVt alter Bauart verdoppelt, ist nur länger, aber nicht anders aufgebaut als die zu 25 DA.

Wie auf Seite 51 beschrieben, werden die Aufteilungskabel neuerdings am HVt in mit Schlitz­en versehenen Kabelführungskanälen gelagert. Die Schlitz­e übernehmen damit die Aufgabe der Draht­führungsleiste der Trennleisten 55 auf der Kabelseite und können hier künftig entfallen. **Die neuen Trennleisten** ohne Draht­führungsleiste auf der Kabelseite haben die **Bezeichnung 55a zu 25 DA** und **55a zu 50 DA** erhalten.

Die Sicherungsleisten wie die Trennleisten haben oben Bezeichnungs­schilder (s. Abb. 27). Sie enthalten folgende Angaben (Beispiel):

Reihe 17 Leiste 06	↓	Ask A/10 DA 201—225
-----------------------	---	------------------------

Aus diesen Angaben kann abgelesen werden

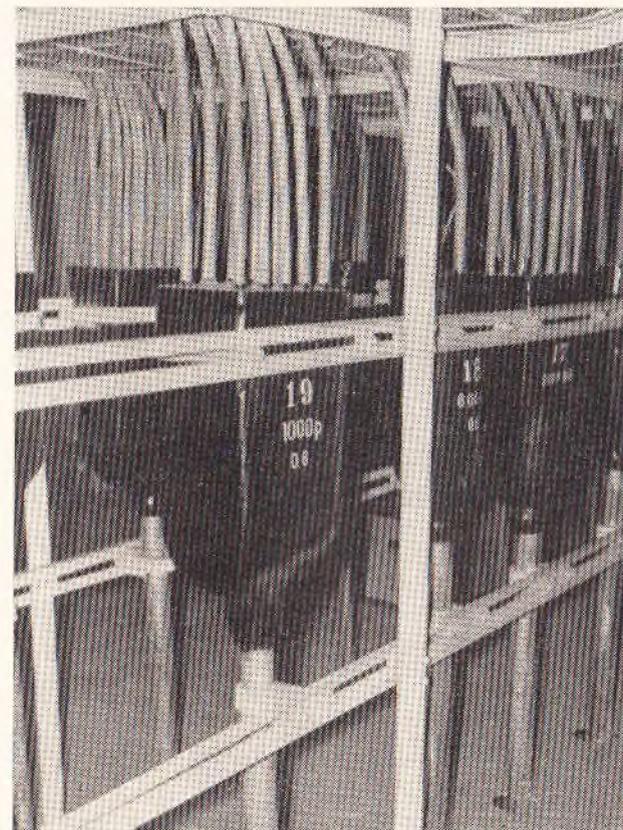
1. die Reihe im HVt,
2. die Nr. der Leiste in dieser Reihe,
3. die Zählrichtung der Leisten (Pfeil),
4. in welchem Kabel die Anschlußleitungen dieser Leiste geführt sind und
5. welche DA dieses Kabels an der Leiste liegen.

3.3. Die Aufteilungskabel, Aufteilungsmuffen und Anschlußkabel

Von den Trennleisten oder Sicherungsleisten des Hauptverteilers führen die Aufteilungskabel zu den Aufteilungsmuffen im Kabelauf­teilungsraum (s. Abb. 28 und 29).

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 diesen mit dem hochpaarigen Hauptkabel verspleißt. **Die Auf-**

Senkrechte Anordnung der Aufteilungsmuffen im Kabelaufteilungsraum

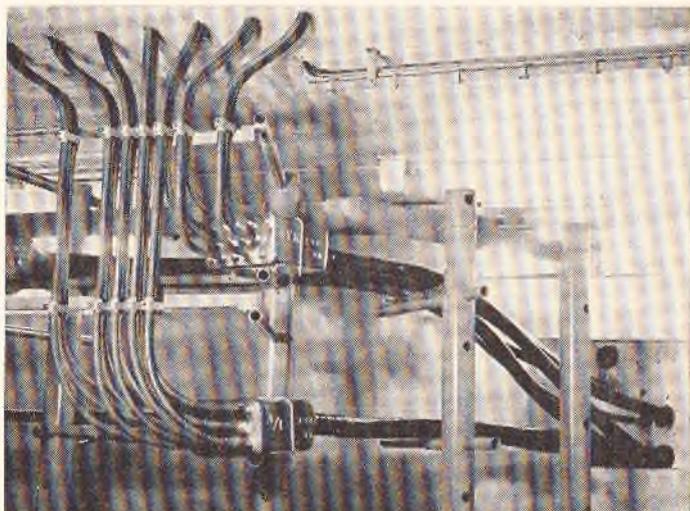


(Abb. 28)

teilungsmuffen sind an Muffengestellen im Kabelaufteilungsraum befestigt. Heute wird die waagerechte Anordnung der Aufteilungs­muffen (s. Abb. 29) bevorzugt angewendet.

Am HVt, senkrechte Seite, wurden früher die ausgeformten Auf­teilungskabel unmittelbar am Gestelleisen angebunden. Heute wer­den diese Kabel in einen mit Schlitz­en versehenen **Kunststoff-Kabel­führungskanal**, der am Gestell des HVt befestigt ist, gelegt. Durch die Schlitz­e im Kanal werden die Adern zu den Lötfa­hnen der Trenn­leisten geführt. Die Bauweise ist wesentlich einfacher und sauberer. Die Kabeladern liegen geschützt.

Waagerechte Anordnung der Aufteilungsmuffen im Kabelaufteilungsraum



(Abb. 29)

Im Abschnitt 1.4. „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 wurden 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 und dgl. 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 (s. Übersicht auf den Seiten 34 und 35).

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.

Der Aufbau der Aufteilungskabel, Aufteilungsmuffen und Anschlußkabel soll hier nicht weiter beschrieben werden, weil dies bereits in den entsprechenden Abschnitten ausführlich erfolgt ist. Sie finden den Aufbau der Aufteilungskabel im Abschnitt 2.3.1., den der Aufteilungsmuffen unter 7.1.1. und den der Anschlußkabel im Abschnitt 2.2.

3.4. Die Verzweigungseinrichtungen

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

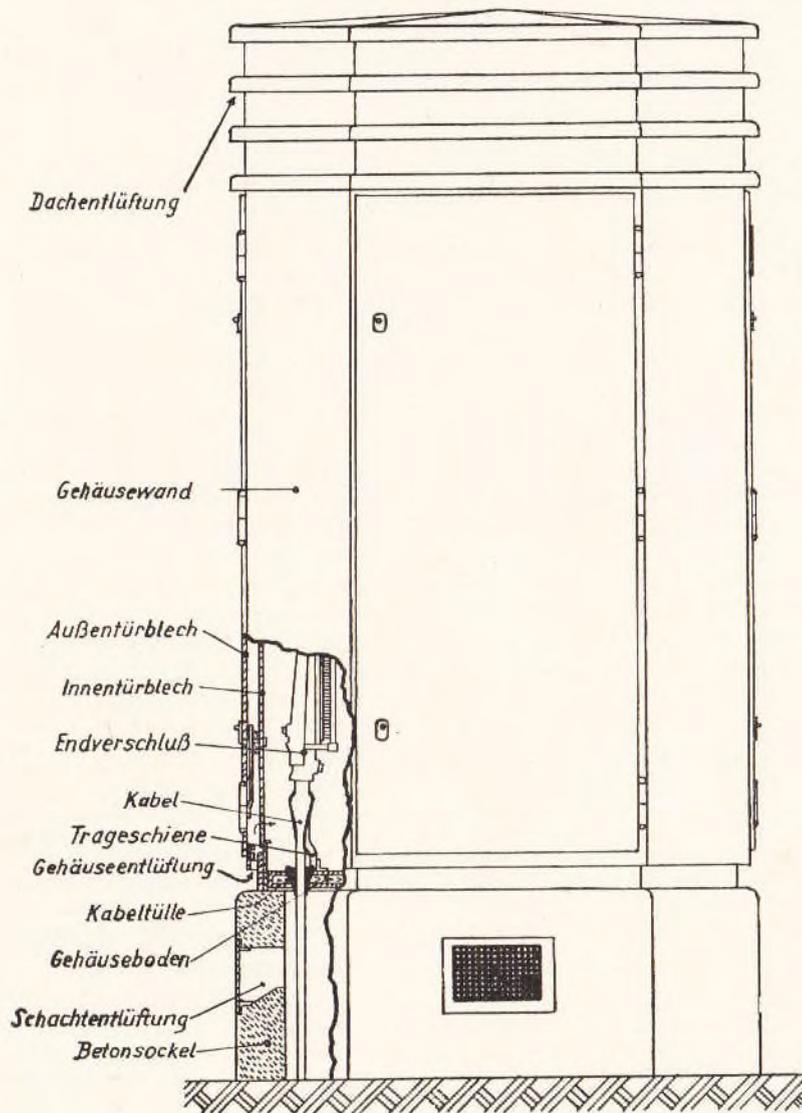
3.4.1. Der Linienverzweiger

Der **Linienverzweiger (LVz; s. Abb. 30)** steht am Anfang seines Versorgungsbereichs und nimmt das von der OVSt kommende hochpaarige Hauptkabel auf. Von ihm führen mehrere niederpaarige Hauptkabel in die verschiedenen Richtungen seines Versorgungsbereichs zu den Kabelverzweigern (KVz; s. Abb. 31 bis 34). Wie bereits im Abschnitt 1.3. erwähnt, werden heute nur noch vorübergehend neue LVz in unmittelbarer Nähe des vorgesehenen Standortes einer geplanten OVSt als Übergangsmaßnahme aufgestellt. Nach Errichtung der neuen OVSt übernimmt der HVt u. a. die Aufgabe des LVz.

Unter dem LVz befindet sich in der Regel der LVz-Schacht. In ihn 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 (s. Abb. 39, 40, 41 und 42) 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 Endverschlüsse der noch im LVz eingeführten Quer- und Verzweigungskabel sind neben den Endverschlüssen der ankommenden Hauptkabel angeordnet (s. Abb. 35). Die Verbindungen der ankommenden und abgehenden Kabel werden über ihre Endverschlüsse mit Schaltdrähten ausgeführt.

Es gibt LVz mit einem Fassungsvermögen von insgesamt 2000 Doppeladern und 1000 Doppeladern. Diese Zahlenangaben sind nur dann zutreffend, wenn im LVz die alten Endverschlüsse 32 (s. Abschn. 3.4.4.) eingebaut sind. **Die Anzahl der unterzubringenden Doppeladern kann bei Verwendung des Endverschlusses 58 oder 58a (s. Abschn. 3.4.4.) 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 einen besonderen Stahlbetonschacht eingebaut.

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).

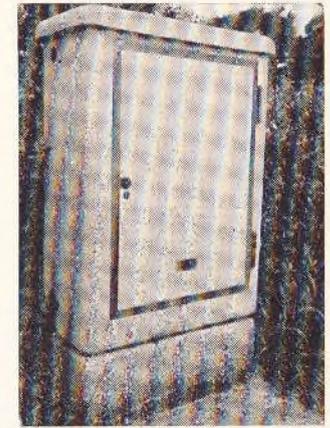
Linienverzweiger

(Abb. 30)

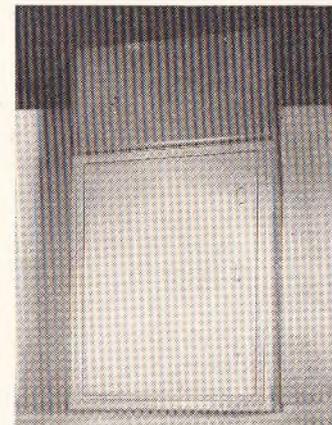
Das Gehäuse ist doppelwandig und aus Stahlblech gefertigt. Er ruht auf einem Rahmen aus Winkeleisen, der gleichfalls den Gehäuseboden, bestehend aus zwei Bodenblechen mit Holzzwischenlage, aufnimmt. Gußeiserne Türen im

KVz-Gehäuse aus Stahlblech

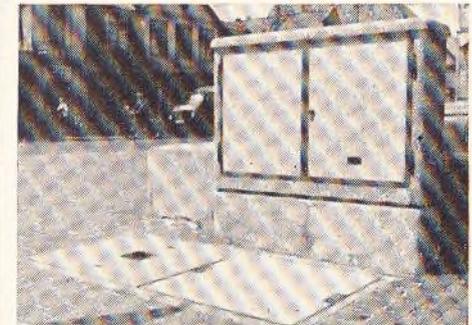
(Abb. 31)

KVz-Gehäuse aus Kunststoff

(Abb. 32)

KVz-Gehäuse 59 aus Kunststoff

(Abb. 33)

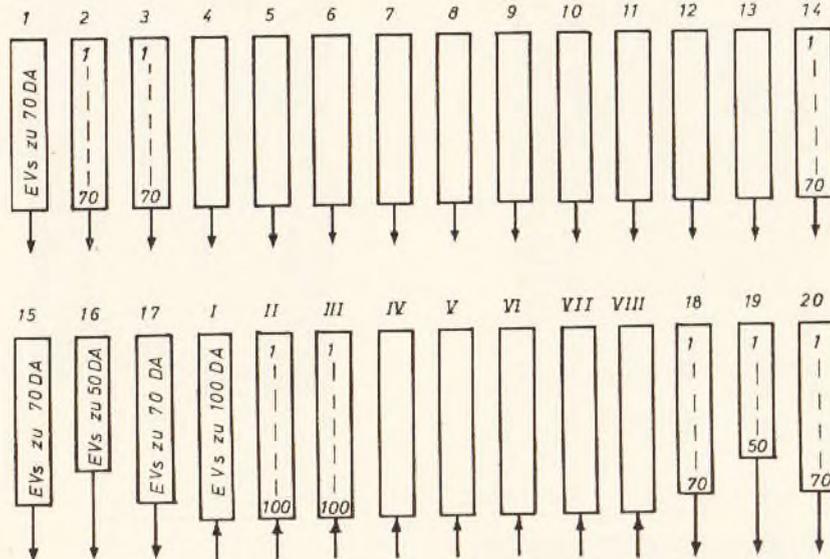
Doppel-KVz-Gehäuse

(Abb. 34)

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.

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



(Abb. 35)

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.

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

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 des EVs des LVz stellt noch das Fernsprechkästchen 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 Fernsprechkästchen gehört nun einmal zum heutigen Stadtbild (s. Abb. 36).

Fernsprechkästchen mit Linienverzweiger

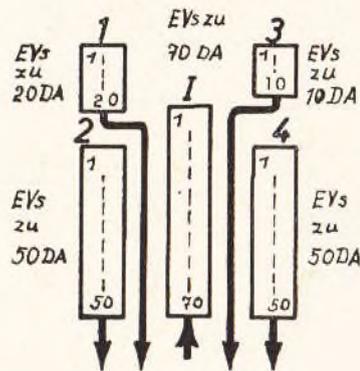


(Abb. 36)

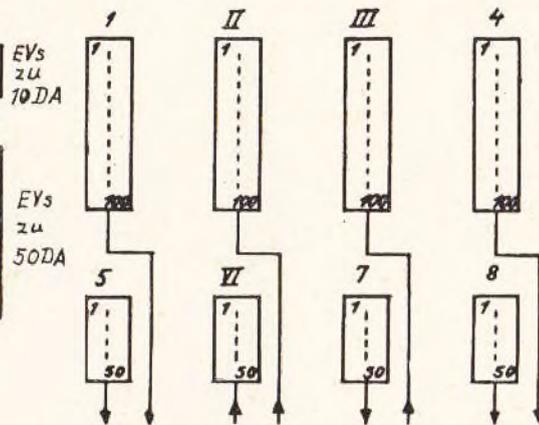
3.4.2 Der Kabelverzweiger

Die Kabelverzweiger (KVz; s. Abb. 31 bis 34) werden an den Übergangsstellen von Hauptkabeln zu Verzweigungskabeln in ihrem Versorgungsbereich aufgestellt. Die Anzahl der im KVz eingeführten Hauptkabeladern beträgt beim KVz alter Art etwa die Hälfte der eingeführten Verzweigungsadern; beim KVz 59 etwa 1 : 1,4 (s. auch Abb. 37). 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. **Das Verzweigungsnetz ist daher mit einer großen Anzahl Vorratsleitungen ausgestattet.** In Neubaugebieten wird heute vielfach von vornherein je Wohnung eine Doppelleitung installiert. Dies geschieht, um spätere kostspielige Erweiterungen zu vermeiden, denn es muß damit gerechnet werden, daß die Anzahl der erforderlichen Fernsprechan-schlüsse auch in der Bundesrepublik noch erheblich zunehmen wird.

Anordnung der EVs im KVz nach alter Art



Beispiel für die Anordnung der EVs 58 oder 58 a im KVz 59



(Abb. 37)

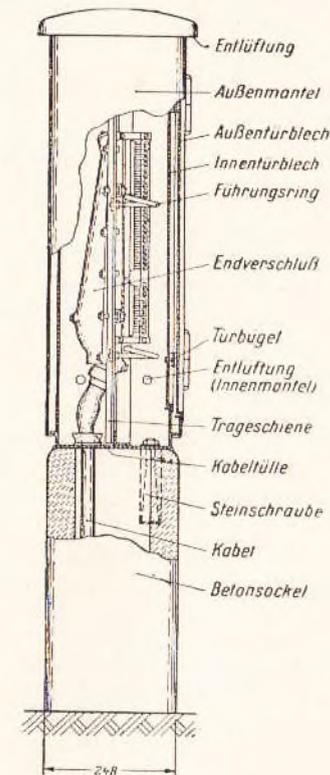
Die bis zum Jahre 1959 aufgestellten kleinen **Regel-KVz** haben **3 Buchten** (s. Abb. 37) und waren für **200 Doppeladern (DA)** vorgesehen; die großen KVz — auch Doppel-KVz genannt — haben **7 Buchten** und können **700 Doppeladern** fassen (s. Abb. 34).

Im Jahre 1959 wurde der **Norm-KVz 59** aus Kunststoff entwickelt, der mit den aus Kunststoff hergestellten Endverschlüssen 58 oder 58 a ausgerüstet wird. Er ist etwas größer als der genannte kleine KVz, hat **4 Buchten** (s. Abb. 37) und kann bis zu **600 DA**, z. B. **250 Hauptadern** und **350 Verzweigungsadern**, aufnehmen. Soll jedoch eine Wählersteinrichtung 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.

Die Kabelverzweiger bestehen wie die LVz aus dem **Gehäuse** und dem **Befestigungsgestell** und haben rechteckige Grundform (siehe Abb. 38). Das Gehäuse kann aus **Stahlblech**, **Kunststein** oder **Kunststoff** (s. Abb. 31 bis 34) 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.

Kabelverzweiger aus Stahlblech mit Betonsockel



(Abb. 38)

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.

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

3.4.3. Die Kennzeichnung der Verzweigungseinrichtungen im Anschlußnetz

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

Der Kernbereich, der nach Abschnitt 1.3. ohne LVz ist, erhält den Buchstaben A. In den LVz werden die EVs der ankommenden Hauptkabel 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.) benummert (s. Abb. 35); vgl. auch Band B 2 dieser Handbuchreihe.

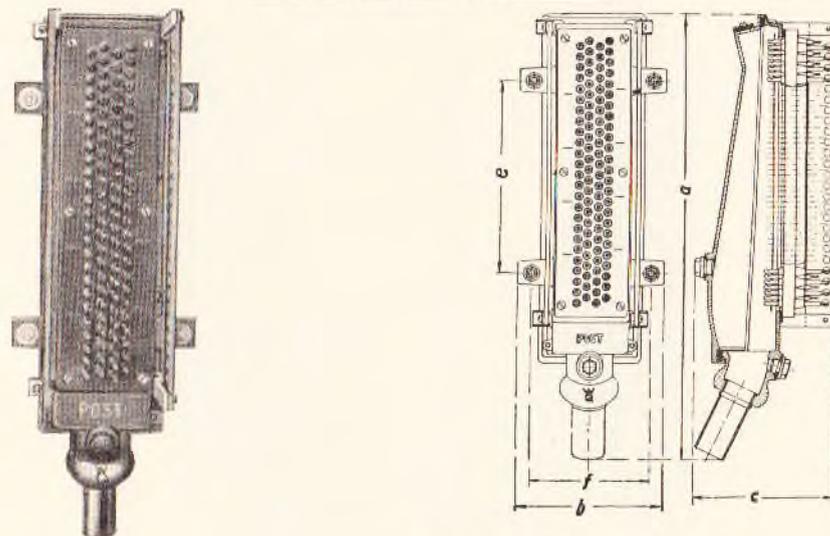
Die Kennzeichnung der KVz in den Schaltunterlagen geschieht fortlaufend mit einer arabischen Zahl, der der Kennbuchstabe des jeweiligen Bereichs vorangestellt ist. Zum Beispiel bedeutet A 3 der KVz 3 im Kernbereich und B 5 der KVz 5 im LVz-Bereich B usw. (s. auch Band B 2). Im KVz erhalten die EVs für 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 dargestellt worden. Die neuen Planungsrichtlinien schreiben nicht eindeutig vor, wie die EVs 58 oder 58a im KVz 59 anzuordnen sind; es wurde daher rechts in der Abb. 37 nur eine von mehreren Möglichkeiten für die Unterbringung der EVs 58 oder 58a im KVz 59 herausgewählt und schematisch dargestellt.

3.4.4. Die Endverschlüsse für Ortskabel

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-A1) abgeschlossen.

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. 39). 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

Endverschluß 32 für Ortskabel



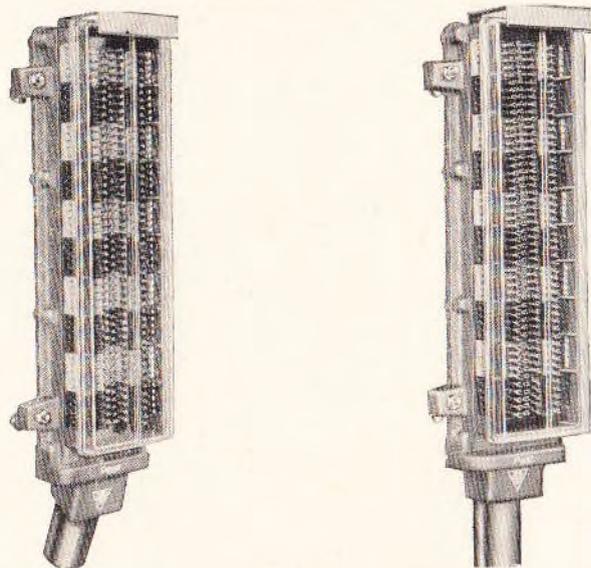
(Abb. 39)

Lötstiften. Die Lötstifte haben an beiden Enden verzinnete Löhaken. 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 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 (s. Abb. 40). 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.

Endverschluß 58 für Ortskabel

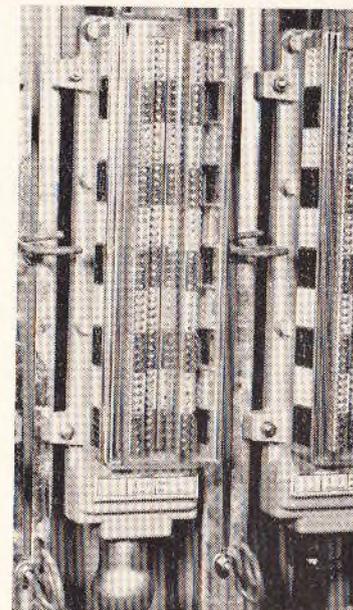
zu 100 DA
mit schrägem Lötstutzen

zu 100 DA
mit geradem Lötstutzen

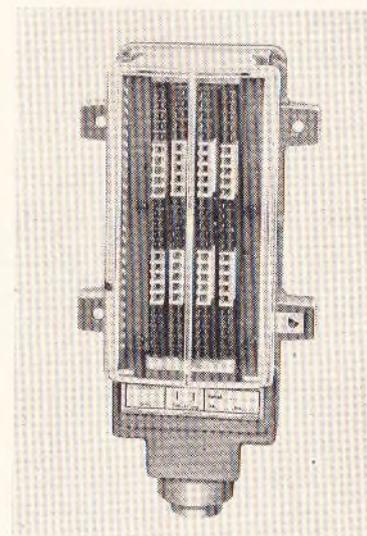
(Abb. 40)

Der EVs 58, der nicht mehr hergestellt wird, wurde noch verbessert und hat die Bezeichnung EVs 58 a erhalten. Er hat Drahtführungsplatten mit doppelter Anzahl von Drahtdurchführungen (je zwei übereinander) bekommen, damit bei doppelter Beschaltung der Löt-fahnen für jedes Installationsdrahtpaar eine Drahtdurchführung vorhanden ist. Dieser Endverschluß wird entweder mit dem üblichen Lötstutzen oder einem solchen aus Kunststoff geliefert (s. Abb. 41, linke Hälfte Lötstutzen, rechte Hälfte Kunststoffstutzen). Im Lötstutzen werden PM- bzw. PWE2Y-Kabel und im Kunststoffstutzen PE-Kabel (kunststoffisolierte Kabel) festgelegt. Das PE-Kabel wird unter Anwendung eines besonderen Verfahrens mit kaltaushärtendem Zwei-Komponenten-Gießharz, das in die Vergußkammer gegossen wird, festgelegt. Der Vergußstopfen aus Gießharz ist feuchtigkeitsdicht, druckluftdicht und gibt dem Kabel mechanischen Halt. Äußerlich unterscheidet sich der EVs 58 a nicht sehr vom EVs 58.

Zur Zeit wird ein neuer EVs, und zwar ein EVs mit LSA-Kontakten (kein Löten, kein Schrauben, kein Abisolieren), EVs 66 genannt (siehe Abb. 42), erprobt. Bei diesem Endverschluß wurde auf der Schaltseite

Endverschluß 58 a für Ortskabel
zu 100 DA mit Lötstutzen und Kunststoffstutzen

(Abb. 41)

EVs 66 mit LSA-Kontakten

(Abb. 42)

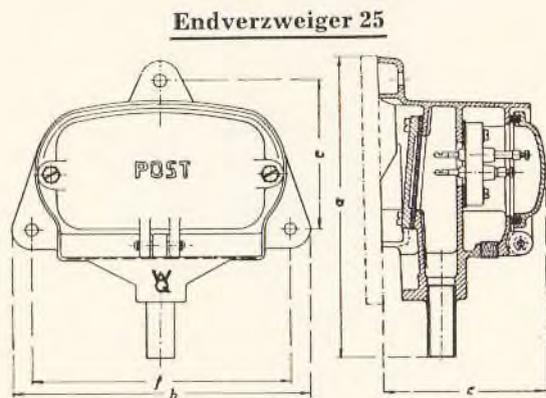
zwecks Zeitersparnis eine völlig neue Anschlußtechnik vorgesehen. Die Adern der Schaltdrähte brauchen bei dieser Technik weder gelötet, geschraubt noch abisoliert zu werden; sie werden nur mit Hilfe eines Schlagwerkzeugs in den Kontaktkörper eingedrückt. Bei diesem Vorgang wird die Isolierung der Ader an der Kontaktstelle eingeschnitten. Dadurch ist eine elektrisch gut leitende Verbindung zwischen dem Draht und dem Geräteanschluß hergestellt. Während der Zeit der Erprobung soll auf dieses Bauteil noch nicht weiter eingegangen werden.

3.5. 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 (s. Abb. 43 bis 46 b) und die Kabelüberführung mit dem Überführungsendverschluß (s. Abb. 47).

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

Es wurden Endverzweiger für Außenbau (EVza) zu 10 Doppeladern (s. Abb. 43, 44 und 45), die im allgemeinen an den Außenwänden der Gebäude — oder auch an Masten — angebracht werden, sowie End-



(Abb. 43)

verzweiger für Innenbau (EVzi) zu 5 oder 10 Doppeladern (s. Abb. 46 a und 46 b) entwickelt. In unseren bestehenden Anschlußnetzen finden wir allerdings auch noch EVza zu 5 DA und EVzi zu 20 DA; sie werden heute nicht mehr hergestellt.

Überführungsendverschlüsse gibt es für 10 Doppeladern (s. Abb. 47); sie sind am Mast der Kabelüberführung — dem Beginn der Freileitungslinie oder der Installationskabel — angebracht. Wir finden in den vorhandenen Freileitungslinien auch 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 (s. Anlagen 1 und 2), 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).

3.5.1. Die Endverzweiger für Außenbau (EVza)

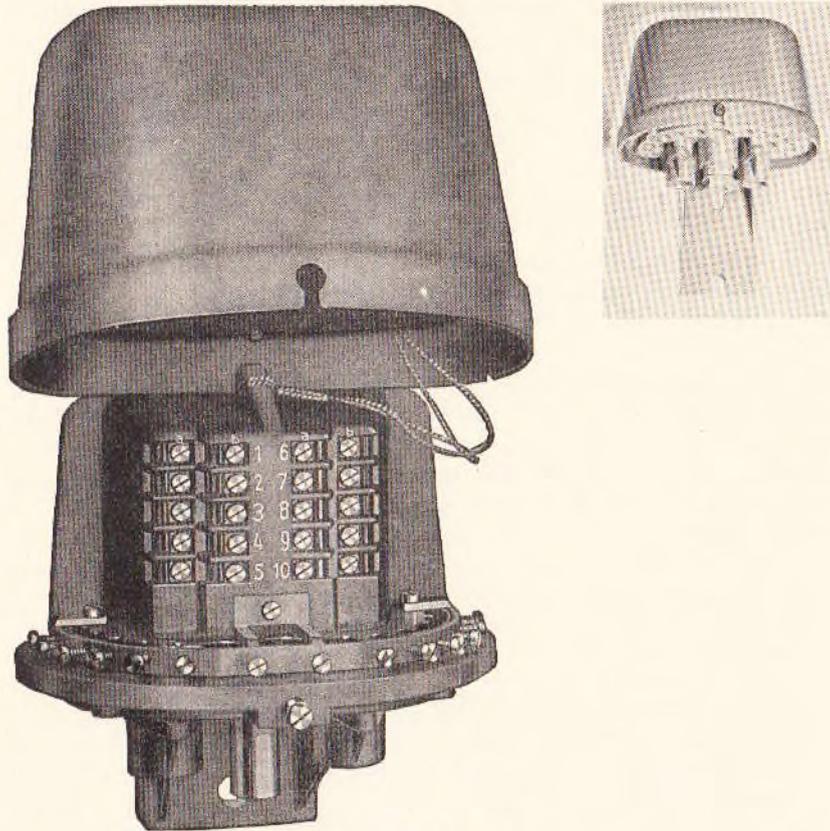
Der EVza 25 ist für den Kabelabschluß im Freien oder in feuchten Räumen bestimmt und wurde in zwei Größen — EVza zu 5 und 10 DA — hergestellt. Sein Gehäuse ist aus Gußeisen gefertigt.

Der EVza wird durch die Anschlußplatte in zwei Räume, den Kabelabschluß- und Schaltraum unterteilt (s. Abb. 43). 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.

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 Schaltraum 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. Um die Nachpflege der EVza (Entrostet und Streichen) zu vermeiden, wurde im Jahre 1959 ein neuer Endverzweiger, der EVza 59 zu 10 DA (siehe Abb. 44), 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 verzinnten Messingstutzen zum Einlöten von Kabeln mit Bleimän-

Endverzweiger für Außenbau (EVza 59)

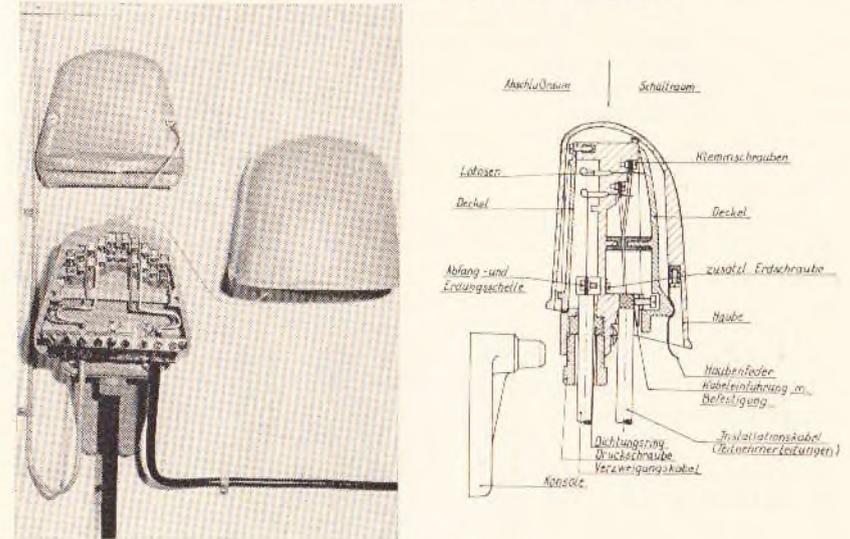


(Abb. 44)

teln oder eine **Stopfbuchse** zum Festklemmen der Verzweigungskabel. Die Klemmen 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 Ausgleichsplatte am Holzmast befestigt werden.

Zur Zeit wird ein weiterer Endverzweiger für den Außenbau, der **EVza 64a** (s. Abb. 45), erprobt. Auch dieser EVza ist aus Kunststoff gefertigt, hat einen Schalt- und Kabelabschlußraum und wird durch eine Kunststoffhaube geschützt. Es bleibt abzuwarten, welcher EVza nach Ablauf der Erprobungszeit verwendet werden soll.

Endverzweiger für Außenbau (EVza 64a)

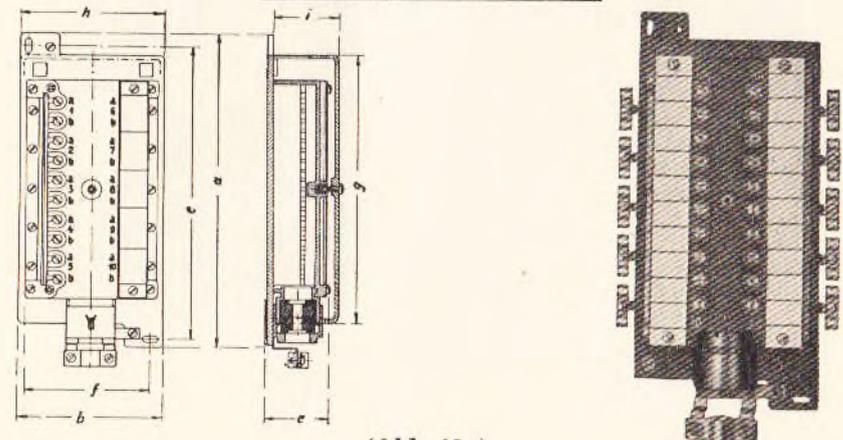


(Abb. 45)

3.5.2. Die 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.

Endverzweiger für Innenbau



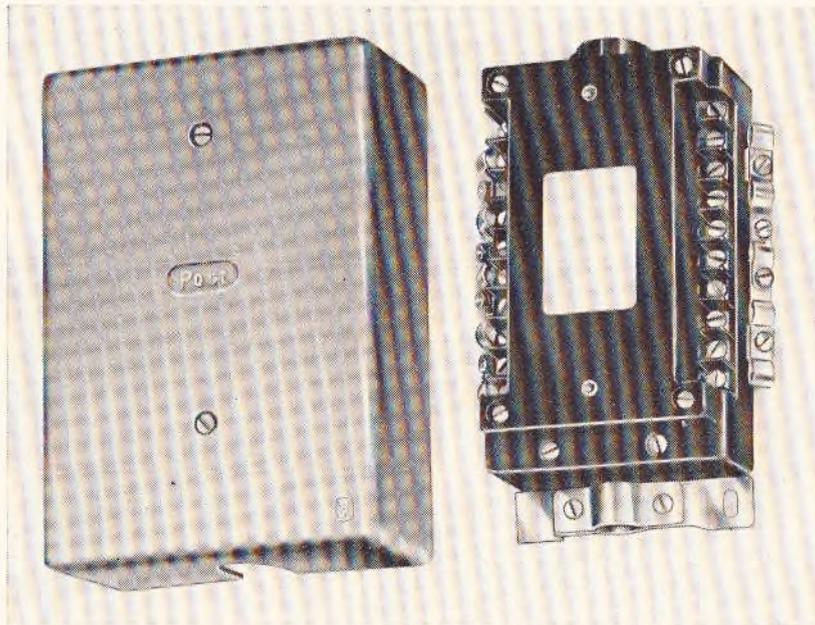
(Abb. 46 a)

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. 46 a).

Am Kasten des Endverzweigers befindet sich unten ein Gewindestutzen mit Überwurfmutter aus Preßstoff. Dieser Teil ist als Stoßbuchse 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 (s. Abb. 46b) 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 muß zum Schutz gegen Feuchtigkeit ausgegossen werden.** Er besteht auch aus hochisolierendem Preßstoff, besitzt aber einen abgeschlossenen Kabelabschlußraum. Die Schelle unter dem Einführungsstutzen dient zum Abfangen des Bleimantels und damit gleichzeitig als Erdungsschelle. Die Zählweise der Adern im EVzi ist besonders auf den Anschlußplatten durch erhabene Schrift kenntlich gemacht.

EVzi 57 a zu 10 DA mit Schutzkappe



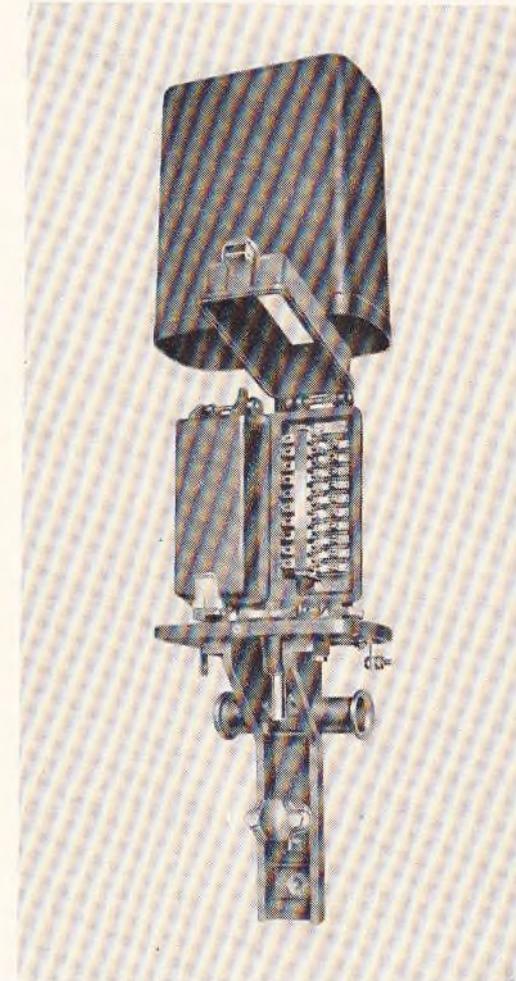
(Abb. 46 b)

3.5.3. Der Überführungsendverschluß

In unseren Anschlußlinien finden wir folgende Typen von ÜEVs:

- a) den Überführungsendverschluß für Ortsleitungen Bauart 50 Ausführung (ÜEVs-O1 50 Ausführung I) zu 5 und 10 DA,
- b) den Überführungsendverschluß für Ortsleitungen Bauart 50 Ausführung II (ÜEVs-O1 50 Ausführung II) zu 5 und 10 DA,

ÜEVs 59 mit hochgeschobener Kunststoffhaube



(Abb. 47)

- c) den Überführungsendverschluß für Ortsleitungen Bauart 50 Ausführung IIa (ÜEVs-O1 50 Ausführung IIa) zu 5 DA (mit Kunststoffhaube) und
- d) den Überführungsendverschluß für Orts- und Fernleitungen Bauart 59 (ÜEVs 59) zu 10 DA (s. Abb. 47). **Nur dieser Endverschluß wird heute noch beschafft und eingebaut.** Die übrigen genannten ÜEVs werden im Zuge von Instandsetzungsarbeiten vielfach durch den neuen ÜEVs 59 ersetzt.

Auf die Beschreibung dieser ÜEVs soll in diesem Band verzichtet werden, da dies im **Band C 2 „Oberirdischer Linienbau“** des „**Handbuchs der Fernmeldetechnik**“ geschehen ist.

3.5.4. 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 anstelle 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.

3.6. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 3.

- 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. Warum werden heute nur noch selten neue LVz eingeschaltet? 6. Wie werden Aufteilungsmuffen gelagert? 7. Wie werden die Aufteilungskabel neuerdings am HVt 55 befestigt? 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. Durch welche Zählweise wird das Auffinden der Lötstifte am HVt erleichtert und welche Angaben befinden sich auf den Bezeichnungsschildern der Trennleisten? 12. Weshalb müssen die Anschlußkabel in den Verzweigungseinrichtungen in Endverschlüssen abgeschlossen werden und welche Endverschlüsse kennen Sie? 13. Wieviel DA können die LVz aufnehmen, wenn sie mit EVs 58 ausgerüstet werden? 14. Aus welchem Material besteht der KVz 59 und was kann in ihm untergebracht werden? 15. Welche Endeinrichtungen kennen Sie und wo werden sie angebracht? 16. Welche Aufgaben kann der ÜEVs 59 übernehmen? 17. Welcher konstruktive und einsatzmäßige Unterschied besteht zwischen einem EVzi und EVza? 18. Wie werden die LVz, KVz und Endeinrichtungen in den Schaltunterlagen gekennzeichnet? 19. Über welche Schalteinrichtungen sind die Endeinrichtungen mit den Nummern C 4. 10 oder B O. 2 oder A 3. 2 mit dem HVt verbunden?

4. 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 beim 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.

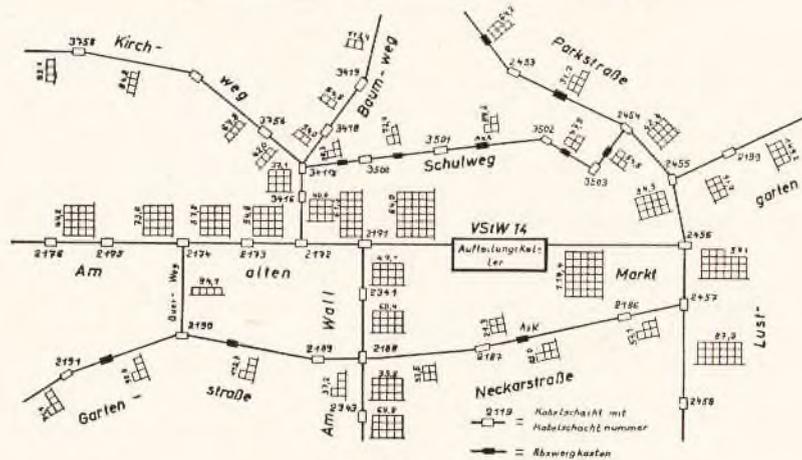
Die Kabelkanalanlage wird durch Kabelschächte unterteilt. Diese dienen zum Einziehen der Kabel und Herstellen und Lagern der Löt-muffen. Der Abstand der Schächte voneinander darf höchstens der größten Einziehlänge hochpaariger Kabel entsprechen und nicht mehr als 150 m betragen. Wenn es wirtschaftlich 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.

4.1. Aufbau des Kanalnetzes in großen Ortsnetzen

Aus dem vorstehenden Abschnitt ist uns bekannt, daß die **Kabelkanalanlage aus dem Kabelkanal, den Kabelschächten und den Abzweigkästen** besteht. Sie nimmt im **Kabelaufteilungsraum der OVSt oder im 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. 48 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. 48)

Die Kanäle für die Hauptkabel sind durch Kabelschächte in bestimmten Abständen unterbrochen. In die Kanäle für Verzweigungskabel sind nach Bedarf Abzweigkästen 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 Abzweigkästen 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.

4.2. Die Bauteile der Kabelkanalanlage

4.2.1. Die Kabelkanäle

Die Kabelkanäle werden aus Kabelkanalformsteinen oder in zunehmendem Maße aus Kunststoffrohren hergestellt. Können diese wegen zu geringer Deckung nicht verlegt werden, so sind hierzu nahtlose Kabelschutzrohre aus Flußstahl zu benutzen. Ist das Auftreten von Irrströmen zu befürchten, so werden für die Stahlschutzrohre schlecht leitende Baustoffe (Asbestzement- oder Kunststoff-

rohre) verwendet. Wenn der Kabelkanal wasserdicht sein muß, wurden früher 4 m lange Asbestzementrohre mit gelenkigen und gegen Wasserzufluß dichten Muffen verlegt; heute werden jedoch vorwiegend Kunststoffrohre hierfür verwendet.

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 Straßenkörpern 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 aus Beton 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.

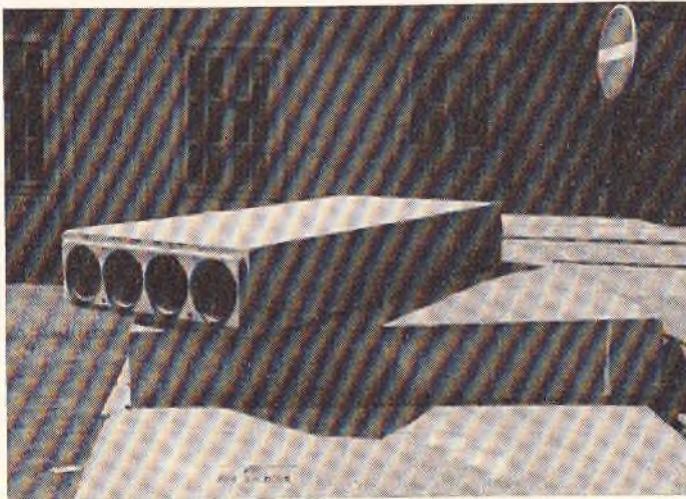
Maße und Gewichte der Kabelkanalformsteine

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. 49 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 10 mm Durchmesser und 50 mm Tiefe, in die beim Verlegen der Steine Stahldorne gesteckt werden. Um die Bleimäntel der

Kabelkanalformsteine mit 4 Zügen



(Abb. 49)

Röhrenkabel beim Einziehen nicht der rauhen Zementoberfläche auszusetzen, sind die Züge zum Schutz mit einer Bitumenschicht versehen.

Die Kunststoffrohre, die als Rohrzüge verlegt werden, sind aus dem Werkstoff **Hart-Polyvinylchlorid (Hart-PVC)** oder **Hart-Polyäthylen (Hart-PE)** gefertigt. Hart-PVC-Rohre mit einem Außendurchmesser von 110 mm und einer Wanddicke von 3,2 mm (Kabelkanalrohre 110 × 3,2) werden in 6 m und 12 m Längen geliefert. Daneben gibt es noch Kunststoffrohre aus Hart-PVC mit einem Rohrdurchmesser von 50 mm und einer Wanddicke von 1,8 mm (Kabelkanalrohre 50 × 1,8) in Längen von 6 m. Zwischenlängen werden durch Zersägen der Normlängen gewonnen. Jedes Hart-PVC-Rohr ist an einem Ende mit einer angeformten oder aufgeklebten 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 **mindestens 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 (Düker), 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.

Für den Übergang zwischen Kabelkanalformsteinen und Kunststoffrohren wurden **Übergangskabelkanalformsteine** geschaffen. Sie bestehen aus normalen Kabelkanalformsteinen, in die an einem Ende je Kanalzug ein kurzes Kunststoffrohr fest eingesetzt ist.

4.2.2. 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.

Kabelschächte (KSCh), die zum Lagern der Löt muffen bestimmt sind, werden **Lötschächte** 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 sollen möglichst klein gehalten werden, weil die Herstellungs- und Instandhaltungskosten sehr groß sind.

Die Größe der Schächte, die allen arbeitstechnischen Anforderungen entsprechen muß, 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 Schachtdecke und der Kabelschachtabdeckung.

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:

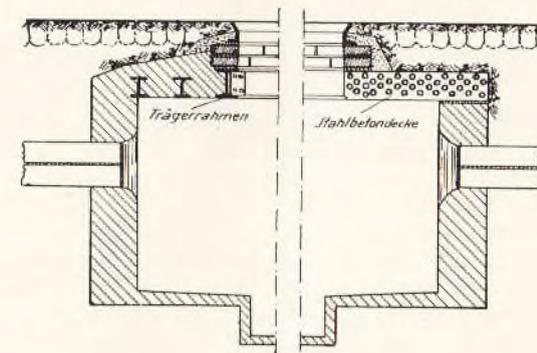
- a) **KSch in Gehwegen**, mindestens 2 m von der Fahrbahnkante entfernt,
Verkehrslast: 800 kg/qm,
- b) **KSch in Gehwegen**, auf denen mit einem gelegentlichen Befahren durch Fahrzeuge zu rechnen ist (z. B. Gehwegrandstreifen oder Parkstreifen),
Verkehrslast nach Brückenklasse 12, und
- c) **KSch in 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 Kabelschachtabdeckung 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 , 70×140 cm oder bei sehr großen KSch 70×210 cm.** Die Decken der Lötshächte werden zu meist mit der großen Öffnung und die der Durchziehschächte mit der kleinen Öffnung hergestellt. In der Abb. 50 ist ein Kabelschacht im Schnitt dargestellt; die linke Hälfte ist 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. 50)

Die Kabelschachtabdeckung besteht aus dem Rahmen und einem Deckel oder aus dem Rahmen und zwei Deckeln (s. Abb. 51). Die Deckel sind mit **Aushebeöffnungen** und zur Entlüftung der KSch mit **Entlüftungsschlitz** versehen.

Wir kennen

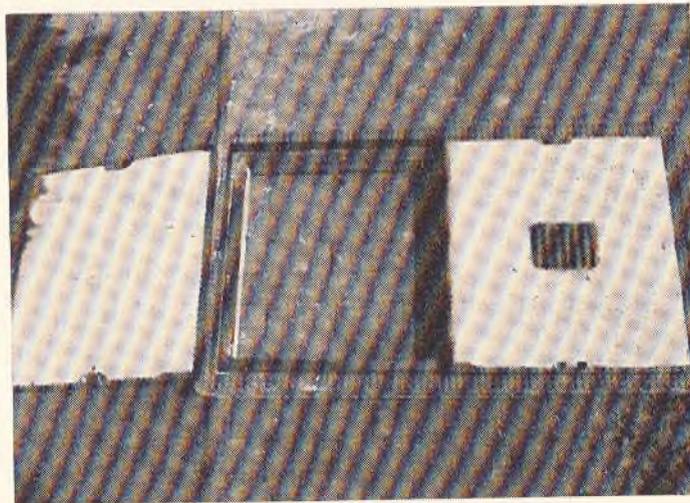
- einteilige Kabelschachtabdeckungen mit Entlüftung und**
- zweiteilige Kabelschachtabdeckungen mit Entlüftung.**

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 eingefäßt.

Einteilige Kabelschachtabdeckungen haben eine lichte Weite von 70×70 cm und zweiteilige eine lichte Weite von 70×140 cm. Neben

Kabelschachtabdeckung, zweiteilig mit Entlüftung



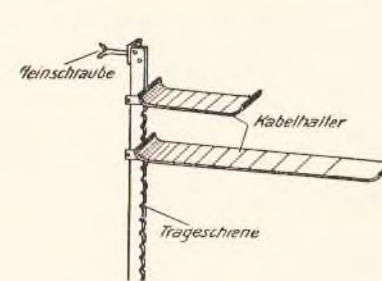
(Abb. 51)

diesen quadratischen und rechteckigen Kabelschachtabdeckungen sowie den viereckigen Deckeln werden zur Zeit Versuche mit **rautenförmigen** (\square) **Kabelschachtabdeckungen** mit dreieckigen (\triangleleft oder \triangle) **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 Tragestange aus Rundeisen bestehen.

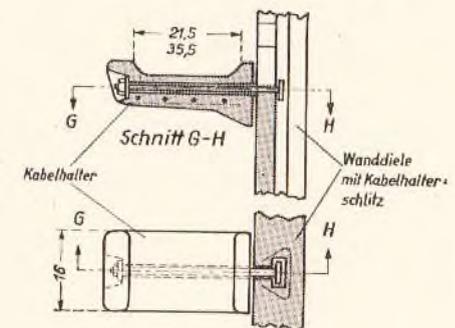
Um die Kabel- und Lötuffen ordnungsgemäß lagern zu können, werden sogenannte **Kabelhalter** in die KSch eingebaut. Sie bestanden früher aus Stahlblech und wurden an den senkrecht in der Schachtwand angeordneten Trageschienen (s. Abb. 52) angebracht. Diese Halter bedurften laufender Nachpflegearbeiten und waren dadurch unwirtschaftlich; neuerdings werden die **Beton-Kabelhalter** benutzt, die mit einem Messinganker im senkrecht angeordneten **Kabelhalterpfosten** oder **Schlitz der Wandlinie** (s. Abb. 53) zu befestigen sind.

Kabelhalter aus Stahlblech



(Abb. 52)

Kabelhalter aus Beton



(Abb. 53)

4.2.3. Die Abzweigkästen (AzK)

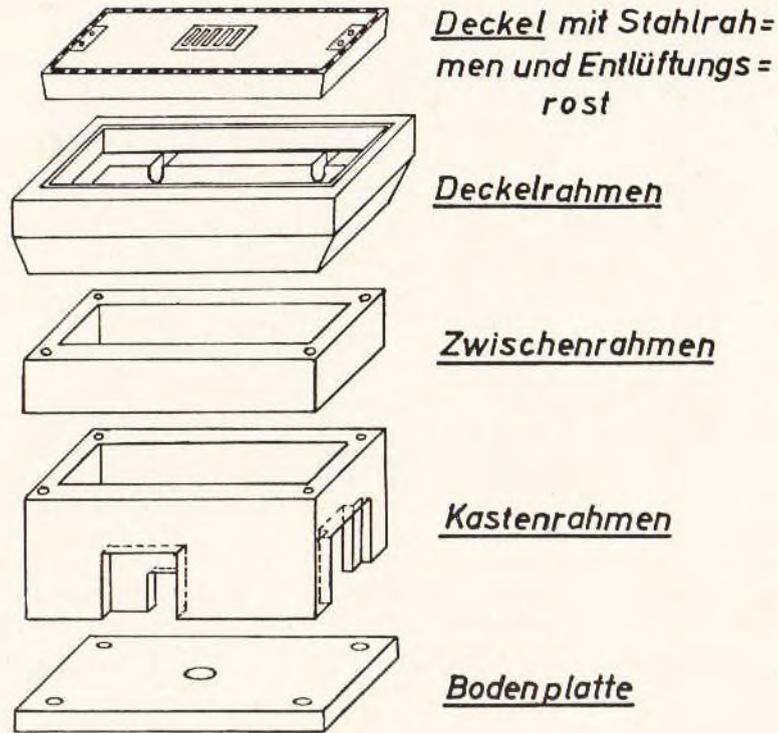
Die AzK werden im allgemeinen im **Kabelkanal für Verzweigungskabel** eingeordnet, damit sie die Lötuffen aufnehmen können und das Einziehen der Kabelteillängen ermöglichen. Der Abstand der AzK voneinander richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und der Lage der Grundstücke; er soll allgemein **50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

Die 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. 54).

Die Deckel und Deckelrahmen sind mit Flachstahl oder mit einer Graugußzarge eingefast; der Entlüftungsrast im Deckel ist aus Grauguß gefertigt. **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 70×70 cm oder 140×70 cm verwandt 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 des AzK aufgehängt wird, nimmt das durchsickernde Regenwasser und den eindringenden Straßenschmutz auf.

Einzelteile des Abzweigkastens



(Abb. 54)

4.3. Entlüften und Abdichten der Kabelkanäle

Die Kabelkanalanlage, die aus Kabelkanalformsteinen hergestellt ist, ist nicht vor Gas- und Wassereintritt 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 zu überprüfen sind. Aus diesen Gründen sind bei derartigen Arbeiten folgende Sicherheitsmaßnahmen zu beachten:

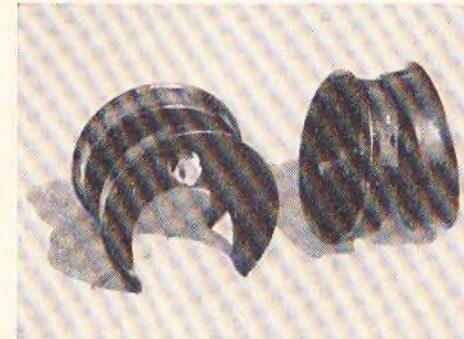
1. Jeder dritte KSch soll im Kanalnetz eine Abdeckung mit Entlüftung erhalten, darunter vor allem jeder Endschacht, jeder Schacht mit Kanalverzweigungen und alle höchstgelegenen Schächte in Kanalanlagen mit Höhenunterschieden. Als Regelabstand der Entlüftungsstellen gelten etwa 300 m. **Kabelschachtdeckungen ohne Entlüftungsschlitze werden**

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 Schachtdeckung zu zwingen.
5. Im Kabelkanal, der Verzweigungskabel führt, sind alle aus den AzK in die Häuser eingeführten Kanäle sowohl in den AzK als auch in den Einführungskellern abzudichten.

Zum Abdichten der Kanalöffnungen dienen **zweiteilige Abdichtschalen** (s. Abb. 55). Sie wurden bisher aus Stahlblech, neuerdings jedoch aus Kunststoff gefertigt. Eine Schraube verbindet die beiden Teile miteinander. Für unbesetzte Öffnungen werden **Vollschalen**

Abdichtschalen



(Abb. 55)

und für besetzte Öffnungen **Schalen mit entsprechenden Durchlaßöffnungen** verwandt. 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 vor-

bereiteter 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 Schalenteile streicht, die Ränder mit **Abdichtwickeln** umgibt und die Mutter der Schraube mit einem Steckschlüssel andreht.

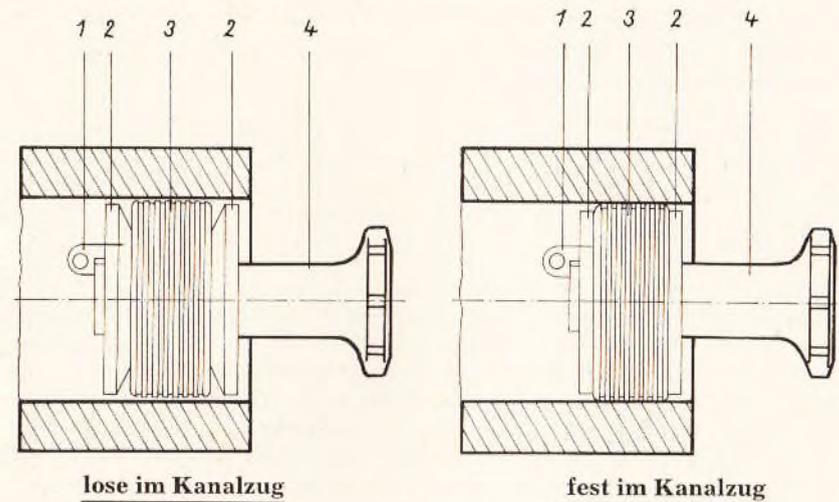
Abdichtschalen lassen sich jedoch nicht mehr verwenden, wenn der Kabelaußendurchmesser mehr als 70 mm beträgt. In diesem Fall ist wie folgt zu verfahren:

1. In den Kabelkanalzug ist mit einem stumpfen Holzstab etwas Putzwolle fest um das zentrisch zu lagernde Kabel 10 cm tief einzustopfen.
2. In den verbleibenden Hohlraum ist ein plastischer Dichtungswickel in fortlaufenden Windungen fest hineinzudrücken und Windung sorgfältig mit einem stumpfen Holzstab zu verstemmen. Hohlräume müssen unbedingt vermieden werden.
3. Vor den eingestemmtten Dichtungswickel ist ein dichter, etwa 2 cm dicker Abschlußpfropfen aus Abdichtmasse einzustopfen. Die vordere Seite des Pfropfens ist so zu verschmieren, daß die Abdichtmasse zwischen Kabel und Stirnwand des KKF oder Rohres eine glatte, in sich geschlossene Oberfläche bildet.

Für unbelegte Züge von Kabelkanälen und Kabelkanal-Hauseinführungen werden z. Z. sogenannte **Abdichtstopfen aus Kunststoff** (s. **Abb. 56**) erprobt. Sie bestehen aus der Gewindehülse (1), den beiden Spreizscheiben (2), dem Dichtungsring aus Synthese-Kautschuk (3) und dem Handrad (4). Die Teile 1, 2 und 4 bilden zusammen eine Spannvorrichtung für den Dichtungsring (3), dessen Außendurchmesser durch Drehen am Handrad innerhalb gewisser Grenzen vergrößert und so an den Innendurchmesser des Kanalzuges angepaßt werden kann. An der Öse der Gewindehülse (1) kann erforderlichenfalls ein im Kabelkanalzug vorhandenes Hilfsseil befestigt werden.

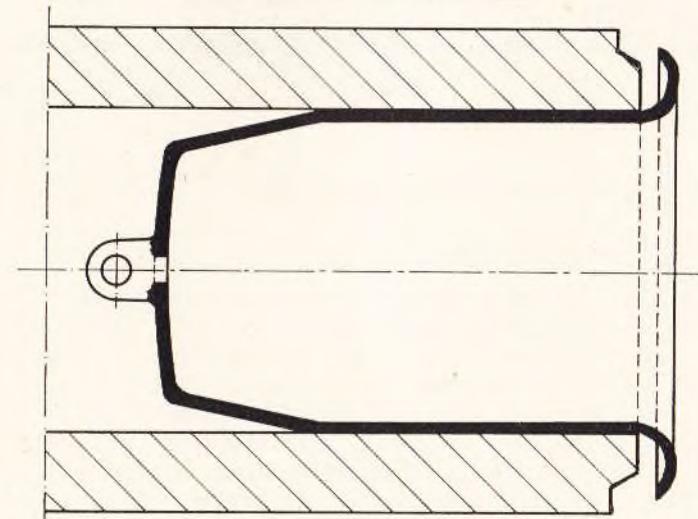
Neben den Abdichtstopfen wurden **Abdichtbecher aus Weich-PE** (s. **Abb. 57**) entwickelt. Sie bestehen auch aus Kunststoff. Die am Becherboden angebrachte Öse hat den gleichen Zweck wie die Öse am Abdichtstopfen. Der leicht konische Becher wird in den Kanalzug eingeführt und durch einige leichte Schläge mit der flachen Hand fest in den Kanalzug eingetrieben.

Abdichtstopfen aus Kunststoff



(Abb. 56)

Abdichtbecher aus Kunststoff



(Abb. 57)

Unbelegte **Kabelkanalformsteine aus Beton, Stahlrohren, Asbestzementrohren** und **PE-Rohren** sollen im allgemeinen mit **Abdichtstopfen** verschlossen werden.

Unbelegte Kabelkanalzüge aus **PVC-Rohren** sind dagegen mit **Abdichtbechern** zu verschließen.

Kurze Kanalstrecken, z. B. Straßen- und Flußkreuzungen, können auch mit **Abdichtbechern** verschlossen werden.

4.4. Der Richtdorn

Die **Kabelkanäle aus Formsteinen**, die fast ausschließlich 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 Lederreiber 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 (s. Abb. 58).

Richtdorn mit Lederscheibe und Bürste



(Abb. 58)

4.5. Der Bau einer Kabelkanalanlage

4.5.1. Planverfahren und Auskundung

Das aus dem Jahre 1900 stammende **Telegraphenwegegesetz** (s. auch Band A 1 des „Handbuchs der Fernmeldetechnik“) **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 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 absehbarer 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 und Bezirksbauführer bzw. Bauleiter. 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.

4.5.2. 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 **inzubauenden Anlage zuzüglich des notwendigen Arbeitsraums**.

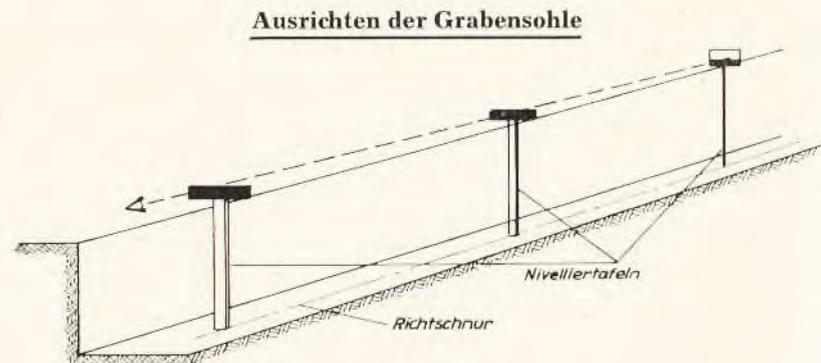
Die Breite der Kabelkanalgräben hängt nicht nur von der Breite, sondern auch von der Anzahl der übereinanderliegenden Kabelkanalformsteine ab. Die Breiten wurden neu festgelegt und betragen nunmehr:

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 3×4 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 so weit ausgeschachtet, daß die Rohsohle erreicht ist, muß — bevor die letzten Unebenheiten ausgeglichen werden — darauf geachtet werden, daß der **Kanalgraben im Tafelschnitt liegt**, d. h., daß 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. 59 zeigt das Ausrichten der Grabensohle. Auf der Grabensohle werden drei Holztafeln (sogenannte Nivelliertafeln), die aus einem waagerechten und



(Abb. 59)

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, wenn nicht das Auslegen von Kunststoff-Kanalrohren (s. Abschnitt 4.5.3.) wirtschaftlicher ist.

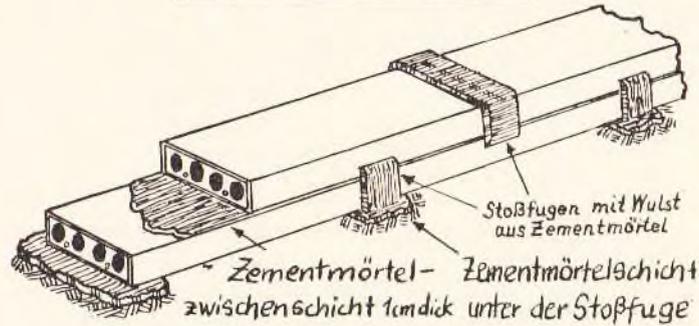
Steht zu befürchten, daß sich die Grabensohle später, nachdem der Kabelkanal fertiggestellt ist, **senkt** (Bergwerks- oder Moorgebiet), **so muß die Grabensohle besonders befestigt werden**. Hierzu wird eine Lage Stampfbeton (1 Teil Zement, 2 Teile Sand, 4 Teile Kies), die durch Moniereisen gegen Senkungen 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 durchgefuchtet 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 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 jeder 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 Stoßstelle eingebettet. Wird ein Kabelkanal mit mehreren aufeinanderliegenden Kabelformsteinen gebaut, so müssen sie im Mauerverband (s. Abb. 60) verlegt werden.

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 Halte-dorne gesteckt werden, unten liegen. **Es darf auch nicht vergessen werden**, in jeden Kanalzug der Formsteine **den** schon erwähnten

Kabelkanal im Mauerverband



(Abb. 60)

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 oder Schmutz eindringen kann.

Beim Verlegen der Kabelkanalformsteine kann auch sofort je Kanalzug ein Zugdraht — bestehend aus 5 mm oder 4 mm dickem verzinktem Stahldraht — eingelegt werden. Dies wird besonders dann notwendig sein, wenn befürchtet werden muß, daß die Kanalzüge später verschlammen oder der Kabeleinziehvorgang wegen der zu erwartenden Verkehrsbehinderung sehr schnell erledigt werden muß. Es wird jedoch von dieser Maßnahme nicht sehr viel Gebrauch gemacht, denn einerseits stören die vielen Zugdrähte im KSch bei den Montagearbeiten und andererseits besteht die Gefahr, daß die Stahldrähte — wenn auch verzinkt — im Laufe der Jahre durchrosten.

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 eingeschaufelt und sorgfältig verstampft.

4.5.3. Herstellen eines Kabelkanals aus Kunststoff-Kabelkanalrohren (Hart-PVC)

Das ständige Anwachsen der Städte erfordert auch ständig vermehrte Anlagen der Versorgungsunternehmen, wie z. B. Gas-, Wasser-, Starkstrom-, Fernheizungsleitungen usw. Der vorhandene Raum in

den Gehwegen und Straßen wird daher immer mehr mit Versorgungsleitungen angefüllt. Folglich wird es immer schwerer, für unsere Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalformsteinen, die bekanntlich geradlinig verlaufen müssen und nur selten um Hindernisse herumgeführt werden können, den erforderlichen Platz im Straßenkörper zu finden. Die Kabelkanalrohre aus Kunststoff passen sich den vorgefundenen Verhältnissen im Straßenkörper besser an, denn sie müssen nicht geradlinig verlegt werden, sondern können um Hindernisse herumgeführt werden. Der Bau solcher Anlagen ist im Vergleich zu den Kabelkanalformsteinen jedoch etwas teurer. Er wird daher nur dann geplant und ausgeführt, wenn er wirtschaftlich vertretbar ist.

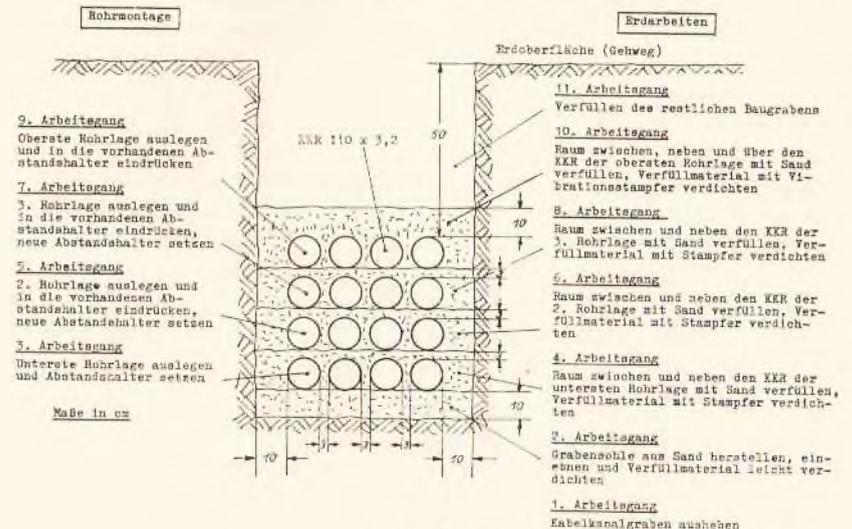
Die Erdüberdeckung (einschließlich Straßendeckschicht) beträgt bei Kanälen aus Hart-PVC-Rohren

- in Gehwegen 50 cm und**
- in Fahrbahnen 80 cm.**

Die Sohlenbreite richtet sich nach der Anzahl und Weite der nebeneinander anzulegenden Rohre, des erforderlichen Raumes zwischen den Rohren und dem Arbeitsraum neben den äußeren Rohren. Die Maße sind aus der Abbildung 61 zu erkennen.

Die Grabentiefe ist abhängig von der Überdeckung, der Anzahl und Weite der übereinander anzuordnenden Rohre, dem erforderlichen Zwischenraum und einer 10 cm hohen Schicht Füllsand (s. Abb. 61).

Beispiel für die Anordnung von PVC-Rohren

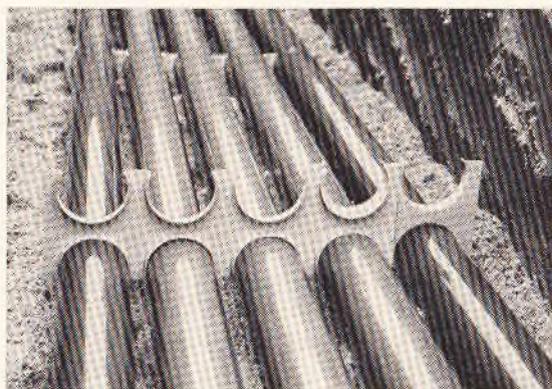


(Abb. 61)

Die Grabensohle muß für eine einwandfreie Rohrverlegung eben und leicht verdichtet sein.

Auf diese vorbereitete Grabensohle werden die Rohre nebeneinandergelegt und durch **Überschieben von Kunststoff-Abstandhaltern in ihrer Lage zueinander festgelegt**. Die Abstandhalter sind im **Mindestabstand von 1,5 m** zu setzen (s. Abb. 62).

Ausgelegte PVC-Rohre mit Abstandhalter



(Abb. 62)

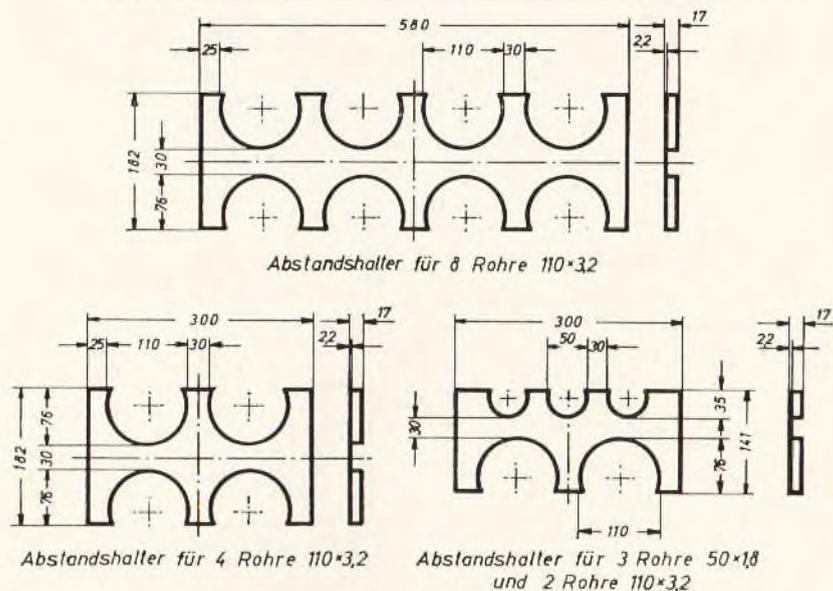
Die Abb. 62 und 64 wurden uns freundlicherweise von Herrn G. Ebbeler, Darmstadt, zur Verfügung gestellt und gehören zu seinem Aufsatz in der Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, Heft 18/1966 „Kabelkanalanlagen aus erdverlegten Hart-PVC-Rohren“.

Es gibt verschiedene Abstandhalterformen (s. Abb. 63). Sie reichen aus, um alle Rohrverbände miteinander zu verbinden. Sollen über den Rohren mit 110 mm Außendurchmesser für Hauptkabel Rohre mit nur 50 mm Durchmesser für Verzweigungskabel angeordnet werden, so ist der Abstandhalter 50/3 + 110/2 (s. Abb. 63) zu verwenden.

Nach dem Verlegen der untersten Rohrlage und Setzen der Abstandhalter müssen die Zwischenräume mit Sand (Körnung bis 7 mm) verfüllt und mit einem geeigneten Holzstampfer sorgfältig verdichtet werden. In Sonderfällen wird der Sand mit Zement im Verhältnis 20:1 verfestigt.

Wie weit der Graben vor Verlegen der nächsten Rohrlage zu verfüllen ist, geht aus der Abb. 61 hervor. Die übrigen Lagen werden in gleicher Weise verlegt. Nach dem Aufbringen der letzten Füllschicht, die 10 cm oberhalb der Rohre enden soll, ist das eingebrachte Füllmaterial (Sand) zusätzlich mit einem leichten maschinellen Stampfer

Regelausführungen der Abstandhalter aus Hart-PVC

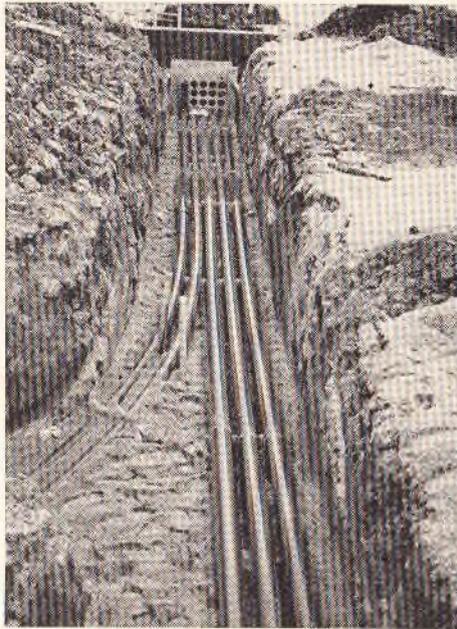


(Abb. 63)

(Vibrationsstampfer) zu verdichten. Die übrigen Arbeitsgänge, wie weiter Verdichten, Wegeoberfläche herstellen usw., unterscheiden sich nicht von dem der Kabelkanäle aus Kabelkanalformsteinen.

Das Auslegen der PVC-Rohre in Lieferlängen bis zu 12 m und Verbinden ist einfach und schnell zu bewerkstelligen. Im allgemeinen kann auf besondere Rohrbögen verzichtet werden, denn die Rohre lassen sich ohne besondere Maßnahmen in Bögen und Radien (siehe Abb. 64) zwischen 6 und 10 m auslegen. Sie 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 Kleber bestrichen und so gleich zusammengedrückt. Die Verbindungen müssen fachgerecht und sorgfältig hergestellt werden. Das sorgfältige Verkleben ist unerlässlich, denn nicht gut verklebte Rohrverbindungen können bei Temperaturschwankungen auseinanderreißen. Die genaue Herstellung von Rohrverbindungen ist in einer Arbeitsanweisung beschrieben, die hier nicht im einzelnen erläutert werden kann. Glatte Rohrenden werden mit Doppelklebmuffen aus Hart-PVC verbunden. Eine weitere Verbindungsart ist das Aufschumpfen. Durch das Weiten eines

Kabelkanal mit geraden und gebogenen Rohren aus Hart-PVC



(Abb. 64)

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.

4.5.4. 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.

Die technischen Vorschriften über den Bau von KSch aus Mauerwerk erfordern eine statische Berechnung für die Schachtwände und -decken, die von einem behördlich zugelassenen Prüfingenieur für Bautechnik anerkannt werden muß. Nur für Kabelschächte bestimmter Norm-Größen kann diese besondere Berechnung entfallen, da die Maße und Ausführungsart in diesen Fällen bereits er-

mittelt 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.

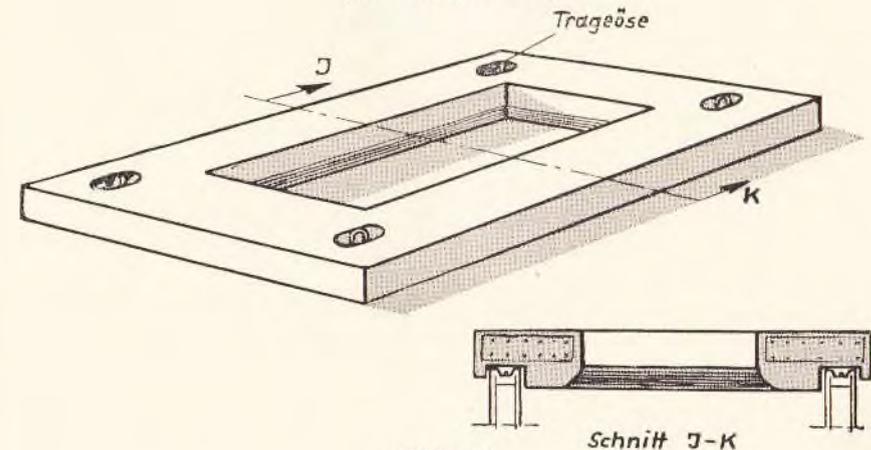
Die Sohle des Schachtes wird ebenfalls aus Mauerwerk hergestellt und erhält an geeigneter Stelle ein Sickerloch oder einen sogenannten **Pumpensumpf** zum restlosen Ausschöpfen des etwa in den Kabelschacht eingedrungenen Wassers.

Die Decke kann aus **Stahlbeton (Fertigdecke)** (s. Abb. 65), **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 Kabelschachtdeckung 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 Ortobet**on genügender Festigkeit oder aus **Stahlbetonfertigr**ahmen aufgebaut werden. Die Kabelschachtdeckung 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. 50 bereits ein Kabelschacht aus Mauerwerk mit zwei verschiedenen Deckenarten schematisch im Schnitt dargestellt wurde.

Stahlbeton-Fertigdecke

(rechteckige Form)



(Abb. 65)

4.5.5. Herstellen eines Kabelschachtes aus Ortbeton

Für das Herstellen von **KSch aus Ortbeton** sind ähnliche 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 Schachtsohle wird gleichfalls aus Beton in bestimmter Dicke mit 2 cm dicken Glatzstrich 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 den KSch aus Mauerwerk.

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

4.5.6. Aufbau der Stahlbeton-Fertigschächte

Die in den Abschnitten 4.5.4. und 4.5.5. genannten KSch wurden in den letzten Jahren immer mehr von den KSch aus **Stahlbeton-Fertigteilen** 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 oder Rohre in den KSch, fremde Anlagen usw., dies erfordern.

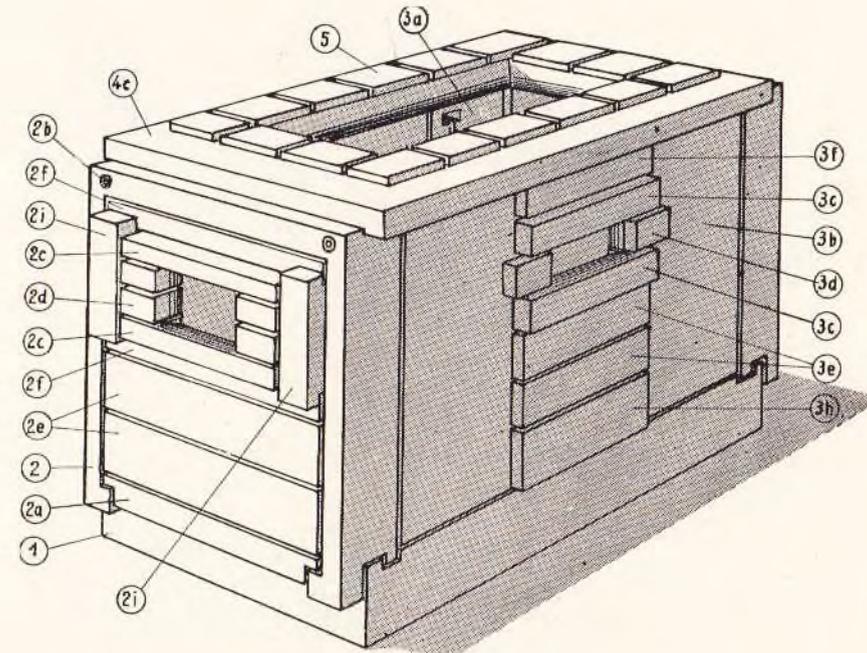
Die KSch aus Stahlbeton-Fertigbauteilen werden in **rechteckiger** oder annähernd **ovaler Form** gefertigt; der ovalen Form ist laut Mitteilung des FTZ infolge der nachstehend genannten Vorteile der Vorzug zu geben:

1. Möglichkeit des An- und Ablaufs der Kabelkanalformsteine in alle 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. 66 bis 70 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.

Der Fertigschacht (rechteckige Form)

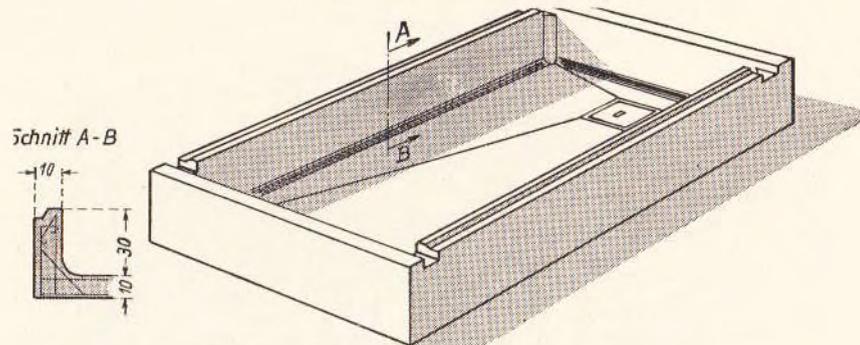


- | | |
|----------|---|
| 1 | Wanne |
| 2 | Stirnwandrahmen |
| 2a | Einlegebalken |
| 2b | Anker mit 2 Scheiben und 2 Muttern |
| 2c | Sohlen- bzw. Sturzbalken |
| 2d | Backensteine |
| 2e/2f | Fülldielen (Stirnwand) waagrecht |
| 2i | Fülldielen (Stirnwand) lotrecht |
| 3a/3b | Wanddiele (Längswand)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

(Abb. 66)

Bodenwanne eines Fertigschachtes

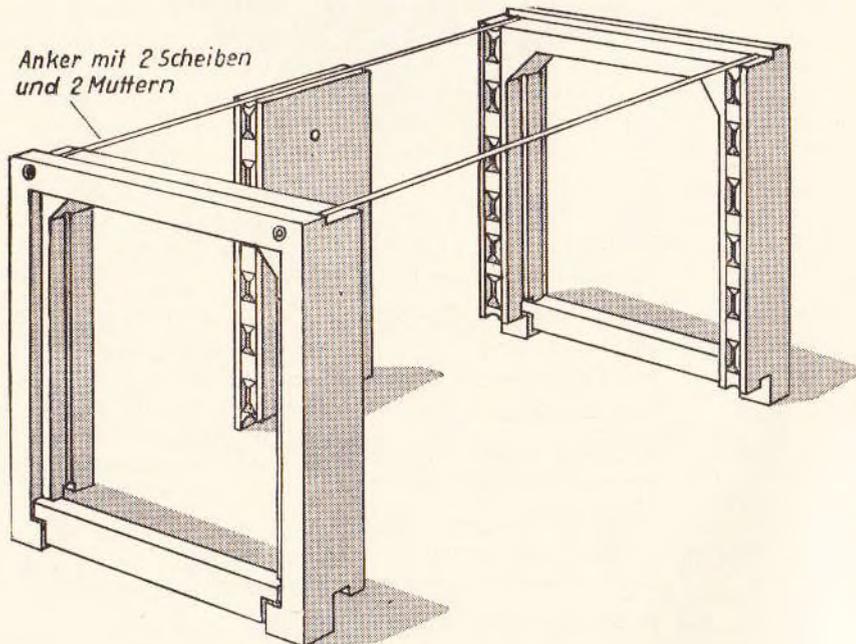
(rechteckige Form)



(Abb. 67)

Stirnwandrahmen eines Fertigschachtes

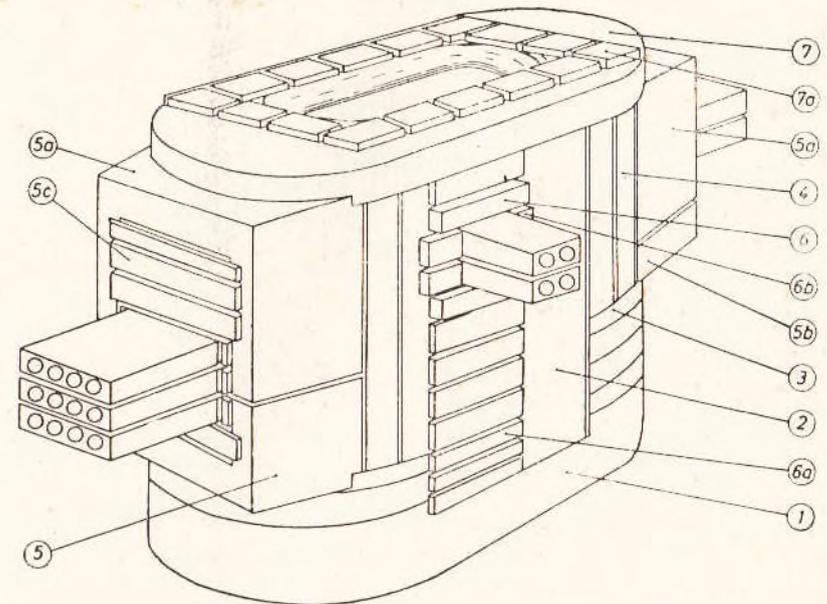
(rechteckige Form)



(Abb. 68)

Die Wandstärken lassen sich daher besonders kleinhalten. Die wesentlichen **Bauteile des rechteckigen KSch** (s. Abb. 66 bis 68) sind:

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

Stahlbeton-Fertigschacht (ovale Form)

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

(Abb. 69)

Nach Einführen des Kabelkanals 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.

4.5.7. Aufbau der Abzweikkästen

Der Abzweikkasten aus Stahlbeton kann beim Neubau des ein- oder zweizügigen 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 des Deckelrahmens werden die 4 Rundstahlstäbe in die Ecklöcher eingeschoben; sie ragen aus dem Zwischenrahmen so weit heraus, 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.

Liegen die AzK oder KSch in Gehwegen ohne feste Decke, so können sie leicht zu Unfällen der Fußgänger und Radfahrer Anlaß geben. Um dies zu verhindern, muß **um den Deckelrahmen eine 30 cm breite — zum Erdreich hin geneigte — Umpflasterung erfolgen.** Anstatt des Pflasters können auch andere Baustoffe, z. B. Gemisch aus Kaltasphalt, Splitt, Sand oder Kies, verwendet werden.

4.6. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 4.

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 und Kunststoffrohre für Kabelkanalanlagen 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 Be-

lastungsgruppen teilt man die Kabelschächte ein und wo sind sie im Straßenkörper anzuordnen? 7. Was gibt es für Kabelschachtdeckungen und aus welchen Einzelteilen bestehen sie? 8. Aus welchen Einzelteilen bestehen die Abzweikkästen? 9. Womit sind die Kabelkanäle abzudichten? 10. Was hat zu geschehen, bevor ein geplanter Kabelkanal gebaut wird? 11. Welche Mindestdeckung muß ein Kabelkanal a) aus Kabelkanalformsteinen und b) aus Kabelkanalrohren (PVC-Hart) im Gehweg und 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 Kabelkanals zu erfüllen? 14. Warum wird dem Einbau von Stahlbetonfertigschächten der Vorzug gegeben? 15. Nennen Sie die Einzelteile des ovalen Stahlbeton-Fertigschachtes! 16. Wann verwenden wir: a) Hart-PVC-Rohre und b) Hart-PE-Rohre? 17. Welche Aufgabe sollen die Kunststoffabstandhalter beim Kabelkanal aus Hart-PVC-Rohren erfüllen? 18. Welche Abmessungen haben die Kabelkanalrohre aus Hart-PVC? 19. Welches FBZ wird beim Übergang von Kabelkanalformsteinen auf Kunststoffrohre verwandt?

5. Einziehen von Röhrenkabeln

5.1. Die Kabelwinden

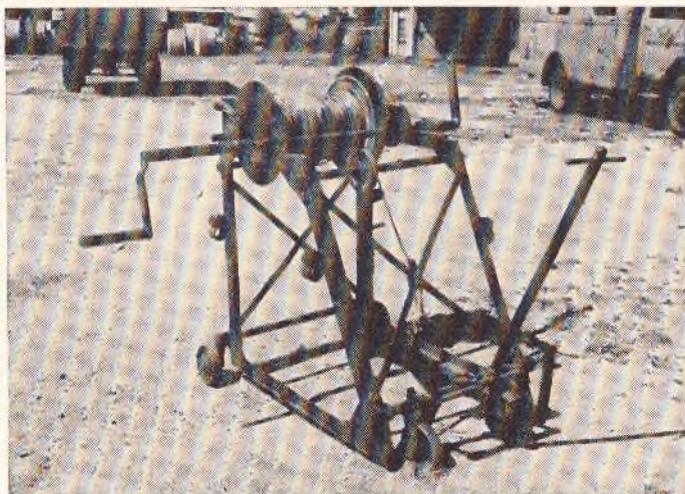
Die Röhrenkabel ziehen wir im allgemeinen mit Kabelwinden in die Züge des Kabelkanals ein; nur niederpaarige Kabel werden auf kurzen Strecken von Hand eingezogen. Zur Erleichterung der hiermit verbundenen Arbeiten sind eine Reihe von Kabelwinden entwickelt worden, so z. B. **die kleine Kabelhandwinde,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

5.1.1. Die kleine Kabelhandwinde

Diese Handwinde ist sehr einfach und besteht aus einem auf vier kleine Eisenräder gestellten Bock aus Flach- oder Winkeleisen, 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 (s. Abb. 71).

5.1.2. Die große Kabelhandwinde

Die große Kabelhandwinde 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 Zugseiltrommeln und der Zahnräder gelagert. Durch Umlagen der Hebel oder Umsetzen der Handkurbeln auf eine andere Vorlegewelle lassen sich mit 3 oder 4 fein abgestuften Übersetzungen Einziehggeschwindig-

Kleine Kabelhandwinde (Rohrholme fehlen)

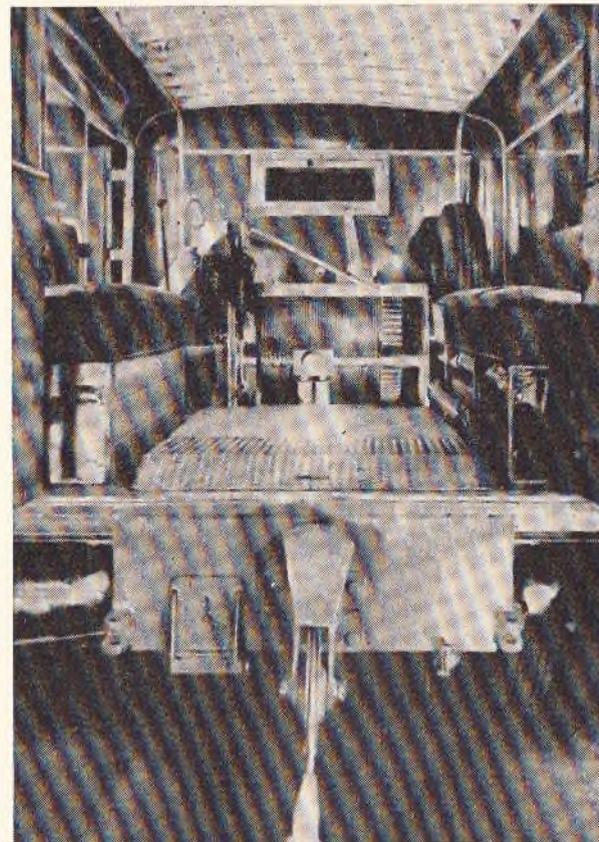
(Abb. 71)

keiten von 2 bis 18 m je Minute einschalten. Die größte Zugleistung beträgt 4000 kg, sie läßt sich jedoch nur bei der kleinsten Einziehggeschwindigkeit erreichen. Die große Kabelhandwinde findet heute in der Praxis kaum noch Verwendung. An ihre Stelle ist die fahrbare Kabelkraftwinde getreten.

5.1.3. Die fahrbare Kabelkraftwinde

Die fahrbare Kabelkraftwinde stellt auf diesem Gebiet die letzte Entwicklungsstufe dar und wird von allen Fernmeldeämtern verwendet, die über Röhrenkabelnetze verfügen. Die Konstruktion gleicht im Prinzip der großen Kabelhandwinde, nur daß sie mit Motorkraft betrieben wird. Diese Winde ist in einem Spezial-Dieselmotorwagen mit geschlossenem Aufbau eingebaut (s. Abb. 72), dessen Fahrmotor nach Umschaltung über einen Nebenbetrieb auch die Kabelwinde antreibt.

Vier Vorwärtsgänge ermöglichen bei dieser Winde Einziehggeschwindigkeiten von 2 bis 10 m je Minute. Mit einem Rückwärtsgang kann das Zugseil abgespult werden. Wird die zulässige Höchstbelastung überschritten, trennt eine Kupplung selbsttätig Motor und Winde. 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.

Fahrbare Kabelkraftwinde (Innenansicht)

(Abb. 72)

5.2. Das Fernmeldebaugerät

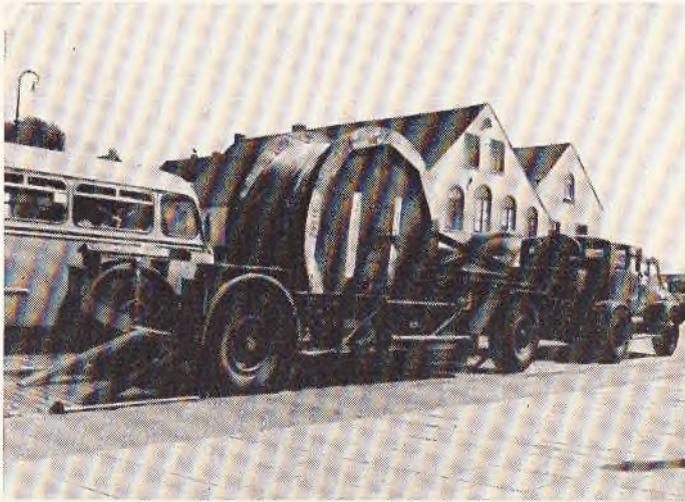
Für das Einziehen der Röhrenkabel werden neben der Winde noch nachstehende Geräte benötigt:

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

5.2.1. Der Kabeltransportanhänger

Zum Transport großer Kabeltrommeln wird im allgemeinen ein **Kabeltransportanhänger** (s. Abb. 73) 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 Vermeidung von Unfällen müssen die Kabeltrommeln während des Transports ausreichend festgelegt und gesichert werden.

Kabeltransportanhänger



(Abb. 73)

5.2.2. Die Kabeltrommelwinden und das Setzeisen

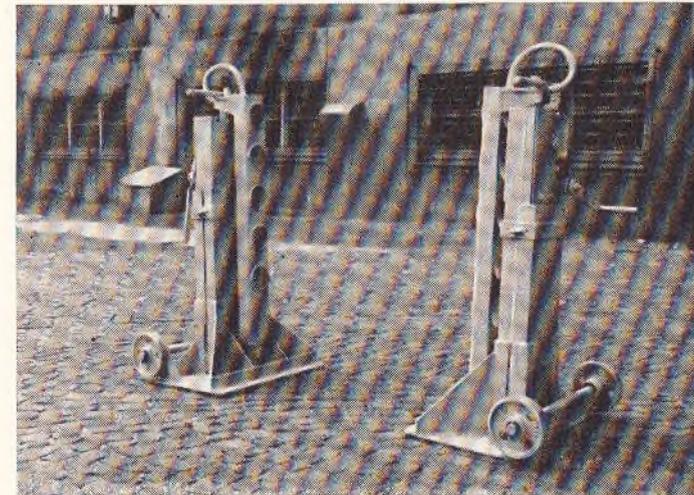
Ist das Abrollen des Kabels vom Kabeltransportanhänger aus räumlichen oder anderen Gründen nicht möglich, so **muß die Trommel mit Kabeltrommelwinden an der Arbeitsstelle aufgebockt werden**. Die in der Abb. 75 dargestellten Kabeltrommelwinden lassen sich leicht transportieren, sind stabil gebaut und 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 (s. Abb. 74) verwendet werden. Sie sind an der Trommelnabe anzusetzen.

Setzeisen an der Trommelnabe



(Abb. 74)

Kabeltrommelwinden



(Abb. 75)

5.2.3. Die Einschiebegeräte

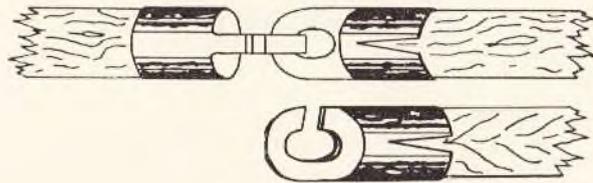
Die **Einschiebegeräte** dienen zum Einziehen des Kabelzugseils. Es werden vorwiegend **Einschiebegerüste aus Holz oder Metall** — auch kurz Schiebegerüste genannt — von 0,5 m, 1 m oder 1,25 m Länge

verwendet, die an den Enden beim Einschieben in den Kanalzug ineinandergehakt oder miteinander verschraubt werden (s. Abb. 76 und 77).

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.

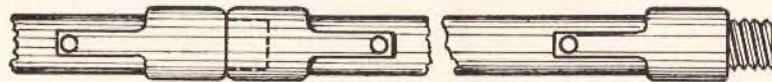
Im allgemeinen wird das Gestänge von einem Schacht zum anderen durchgeschoben. Ist der Kanalzug stark verschlammte, so muß das Gestänge von beiden Seiten eingeschoben werden. Auf die beiden ersten Stäbe setzen wir zunächst Kupplungsstücke (s. Abb. 78), die so geformt sind, daß sie beim Zusammentreffen im Kanalzug ineinanderhaken und den Schlamm nicht vor sich herschieben, sondern liegen lassen.

Schiebegestänge mit Hakenöse



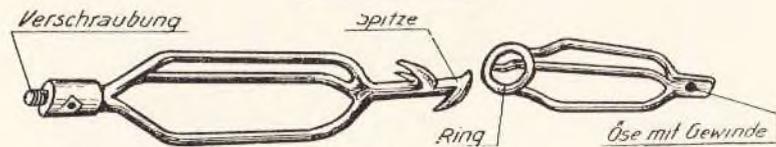
(Abb. 76)

Verschraubbares Schiebegestänge



(Abb. 77)

Kupplungsstück



(Abb. 78)

Neben dem Einschiebegestänge finden heute beim Einziehen des Zugseils immer mehr 14 mm breite und 3 mm starke **Stahlbänder** Verwendung, die in Längen von 20 bis 100 m lieferbar sind. Sie können mittels Kupplungsstücke verlängert werden. Der Kanal muß bei großen Längen völlig sauber sein. Das Stahlband wird besonders gern bei kurzen und durch AzK unterbrochenen Kanalstrecken eingesetzt.

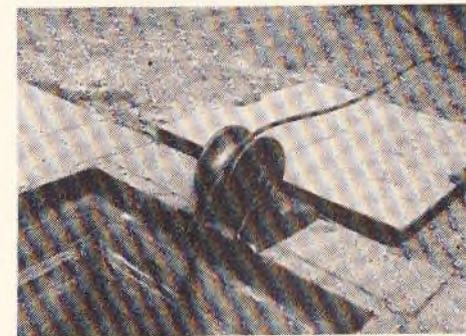
Es erspart Arbeitszeit, läßt sich zu einem Ring von 1 m Durchmesser aufrollen und leicht transportieren.

Z. Z. laufen Versuche mit einer **Motorhaspel** mit 2,5 PS Zweitaktmotor zum **Ausziehen von Kanalzugdrähten unter gleichzeitigem Einziehen des Windenzugseils**. Darüber hinaus soll festgestellt werden, wie weit sich diese Haspel nach geringfügigem Umrüsten auch zum **Ab- und Aufhaspeln des Stahlschiebebandes** verwenden läßt.

5.2.4. 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. 79). Mit Winkelfuß versehen, können sie an dem Rand der Kabelschachtöffnung aufgestellt werden und als Umlenkrolle für das Zugseil dienen.

Packrolle mit Winkelfuß

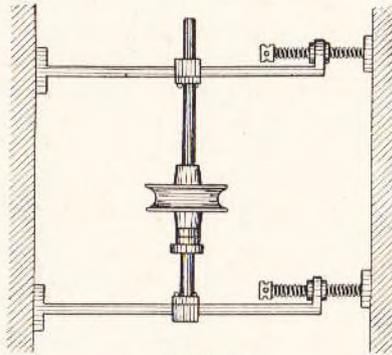


(Abb. 79)

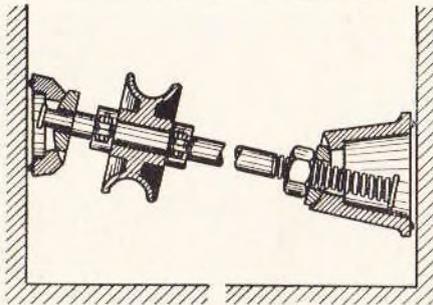
Gleitrollen mit starrer Welle (s. Abb. 80) oder Gleitrollen mit Spannstock (s. Abb. 81) werden in KSch nur dann zum Umlenken der Kabel eingebaut, wenn die benutzten Züge im Ziehschacht (Hilfsschacht) nicht in der gleichen Richtung und Höhe weiterverlaufen, sondern versetzt oder im Winkel weiterführen.

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.

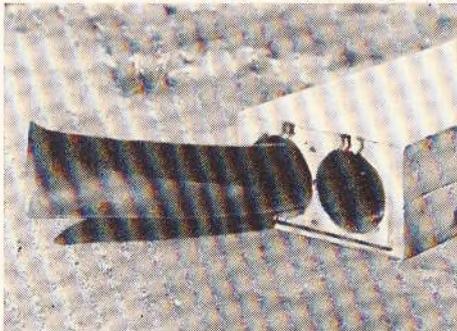
Bei geringfügigen Abweichungen genügt ein in den Kanalzug eingesetzter **Kabelschleifbogen** (s. Abb. 82). Die **Kanaltülle** (s. Abb. 83) schützt die Kante der Kanalöffnung vor dem Einsägen des Zugseils, wenn es nicht genau in Richtung des Kanalzugs verläuft.

Gleitrolle mit starrer Welle

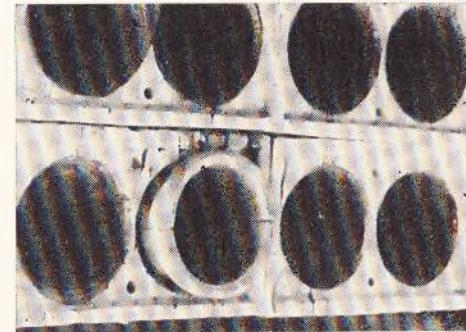
(Abb. 80)

Gleitrolle mit Spannstock

(Abb. 81)

Kabelschleifbogen

(Abb. 82)

Kanaltülle

(Abb. 83)

5.2.5. Der Kabelziehstrumpf und Nachziehstrumpf

Der Kabelziehstrumpf (s. Abb. 84) verbindet das Zugseil mit dem Röhrenkabel. Der Strumpf wird in den Schäkel des Zugseils eingehakt und über den Anfang des Kabels geschoben.

Kabelziehstrumpf

(Abb. 84)

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 Stahllitze geschlossen.

5.2.6. 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.

5.2.7. Die Deckelhebergeräte

Den verschiedenen Arten der Aushebeöffnungen in den Kabelschacht-
abdeckungen und Abzweigkastendeckeln entsprechend, sind verschie-
dene Deckelhebergeräte entwickelt worden, die hier jedoch nicht sämt-
lich beschrieben werden können. Die Abb. 85 und 86 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 festsitzende Deckel** ist
die Einführung eines **3teiligen fahrbaren Deckelhebers** beabsichtigt.

Universaldeckelheber



(Abb. 85)

Deckelhebezange



(Abb. 86)

5.2.8. Die Absperrgeräte und Warnzeichen

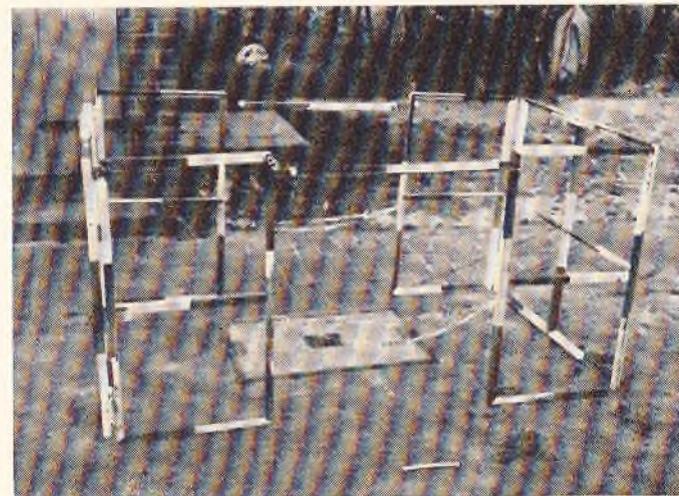
Bevor ein KSch geöffnet wird, ist das **Einheits-Absperrgerät für KSch oder AzK** und — falls der KSch in der Fahrbahn liegt — zu-
sätzlich das vorgeschriebene Warnzeichen aufzustellen. Das Einheits-
Absperrgerät (s. Abb. 87) besteht aus zwei zusammenklappbaren
Hälften, ist rot-weiß lackiert und umschließt die Kabelschachtöffnung
vollständig.

Die Kabelwinde, das Zugseil und die Kabeltrommel sind neben den
KSch besonders zu sichern. Diesen Zwecken dienen **Sperrgeräte**, be-
stehend aus **Schrankenrohren**, **Schrankenschildern** und **Aufstell-
böcken** (s. Abb. 88), oder **ausziehbare Scherengitter** (s. Abb. 89).

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

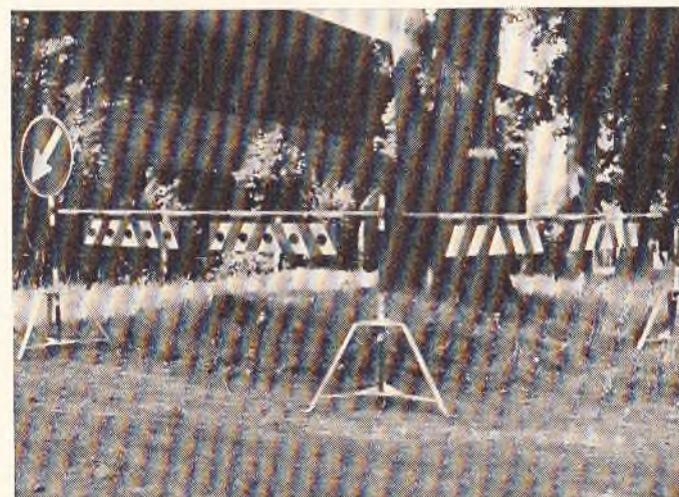
Zu den Warnzeichen gehören auch **Sturmlaternen** und **Blindeleuchten**.
Blindeleuchten sind besonders dann einzusetzen, wenn es der Verkehr
verlangt, z. B. Straßen mit starkem Verkehr, unübersichtliches Ge-
lände, Baustellen mitten in der Fahrbahn.

Einheits-Absperrgerät für KSch und AzK



(Abb. 87)

Schrankenrohr mit Schrankenschild



(Abb. 88)

Scherengitter



(Abb. 89)

5.3. 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 Bautruppführers (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 darauf zu achten, daß die nachstehenden Kabeltypen nur innerhalb der angegebenen Temperaturgrenzen eingezogen werden dürfen: Kabel mit PVC-Mäntel (Kurzz. Y) von -5 bis $+50^{\circ}$ C; Kabel mit PE-Mäntel (Kurzz. 2 Y) von -20 bis $+50^{\circ}$ C.**

Damit die Arbeitsgänge beim Einziehen eines hochpaarigen Röhrenkabels mit der fahrbaren Kabelkraftwinde verständlich sind, sollen diese nachstehend, dem Ablauf des Vorgangs entsprechend, im einzelnen erläutert werden.

5.3.1. 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 auf die Baustelle aufmerksam gemacht worden. Die Winde, das Zugseil und die Kabeltrommel werden durch die vorstehend bereits beschriebenen Sperrgeräte oder Scherengitter besonders gesichert.

5.3.2. Das Öffnen der Kabelschächte

Die KSCh werden mit dem passenden Deckelhebergerät 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.**

5.3.3. 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 UVFBau oder neuerdings UVVf) geprüft werden. Die Prüfung mit dem Gasspürgerät hat sofort nach Öffnen des KSCh zu erfolgen. Die Anwendung des Gasspürgerätes „Dräger 19/31“ ist in der Anlage 8 genau beschrieben worden.

5.3.4. Das Einziehen des Zugseils

Das Einschleppergerät 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 Holzzyylinder 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.

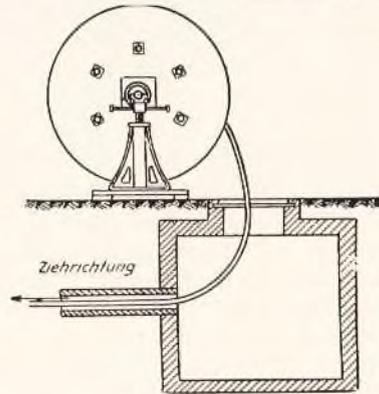
5.3.5. Das Aufstellen der Kabeltrommel und Kabelkraftwinde

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. 90 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. 90)

5.3.6. 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 Schäkel 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 Rand der Einstiegsöffnung in den Löttschacht, neben dem Standort der Winde, muß die Packrolle mit Winkelfuß zwecks schonender Führung des Zugseils aufgestellt (s. auch Abb. 89) 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.

5.3.7. 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 einem Ende, das an der 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.**

5.3.8. 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 ein — falls erforderlich — unter gleichzeitigem Einreiben des Kabels mit Kabelgleitfett. Die Bautruppendangehörigen 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.

5.3.9. 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. Es muß am Kanalaustritt vor der scharfen Betonkante durch Unterlegen eines **Kabelschutzstückes aus Kunststoff PE-Hart** (bisher Stahlblech) geschützt werden. Das Schutzstück hat eine halbrunde Form und paßt sich gut dem Kanalzug an. Die Baustelle ist anschließend abzuräumen, und die Kabelschächte sind ordnungsmäßig zu verschließen.

5.4. Ausziehen von Röhrenkabeln

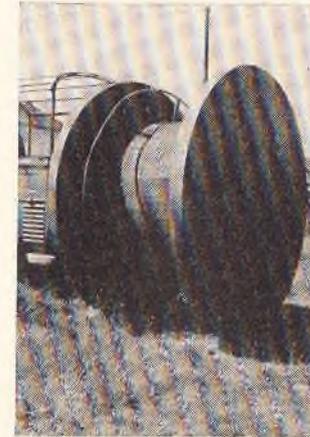
Vor dem Ausziehen der Röhrenkabel aus dem Kabelkanal ist genau zu prüfen, ob das richtige Kabel gefunden wurde. Ist das sichergestellt, trennt man die Lötstellen heraus und verschließt die Kabelenden. Dazu werden besondere Bleikappen benutzt, die mit dem Bleimantel zu verlöten sind. Falls keine Kappen 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 genügender 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 kurz-zuhaltender 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. 91).

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 herausgezo-

Kabelzietrommel



(Abb. 91)

gen. Das Zugseil, das inzwischen vom Ziehstrumpf gelöst wurde, muß nun im schmalen Wickelraum der Ziehtrommel befestigt und durch Drehen der Trommel so weit aufgespult werden, bis mindestens die Länge des herauszuziehenden Kabels erreicht ist. Das Kabel, das darauf im breiten Wickelraum befestigt wird, kann durch das Anziehen der Winde, die die Ziehtrommel in Zugrichtung dreht, aus dem Kanal weiter herausgezogen und gleichzeitig aufgetrommelt werden.

5.5. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 5.

1. Welches FBG verwenden wir beim Einziehen hochpaariger Röhrenkabel?
2. Womit müssen große Kabeltrommeln transportiert werden? 3. Womit werden Kabeltrommeln beim Rollen gelenkt und wie geschieht dies? 4. Bis zu welcher Temperatur unter dem Gefrierpunkt dürfen Kabel eingezogen werden und welchen Sinn hat diese Vorschrift? 5. Geben Sie die Reihenfolge der Arbeitsvorgänge beim Einziehen eines hochpaarigen Röhrenkabels in einen Kabelkanal für Hauptkabel an! 6. Wie und womit werden Kabelschachtdeckel geöffnet und welche Gefahr besteht bei der Verwendung falscher Werkzeuge? 7. Welche Einschiebgeräte benutzen wir zum Einziehen des Kabelzugseils? 8. Wann und warum verwenden wir Gleitrollen mit starrer Welle und mit Spannstock? 9. Was hat vor dem Betreten der Kabelschächte zu geschehen? 10. Was muß geschehen, wenn das einzuziehende Kabel mit einem Druckluftventil ausgerüstet ist? 11. Womit wird der Luftdruck gemessen, und wie groß muß dieser mindestens vor und nach dem Einziehen des Kabels sein? 12. Womit und wann wird das Röhrenkabel beim Einziehen eingefettet? 13. Welche Restarbeiten sind nach dem Ziehvorgang zu erledigen? 14. Wie werden Röhrenkabel aus dem Kabelkanal herausgezogen?

6. Auslegen von Erdkabeln

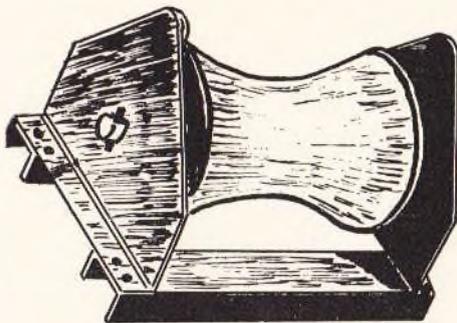
Erdkabel werden heute fast ausnahmslos, abgesehen von kleinen Längen, vom Unternehmer ausgelegt. Der Fernmeldehandwerker muß aber wissen, wie und mit welchen Geräten diese Arbeiten ausgeführt werden, da er jederzeit einem Baubeobachter als Hilfskraft bei Unternehmerarbeiten beigegeben werden kann. Wir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

6.1. 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 5. bekannt.

Die **Erdkabelrolle** ist in der Abb. 92 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.

Erdkabelrolle im Kugellager

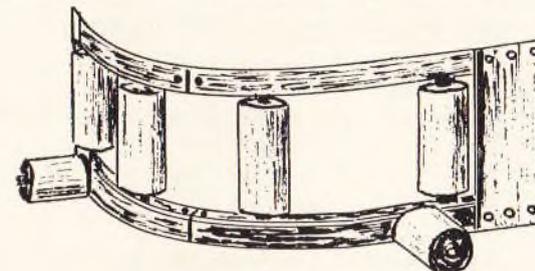


(Abb. 92)

Sind Erdkabel im Kabelgraben um Ecken zu ziehen, so kann eine **verstellbare Rollenführung** in den Kabelgraben eingesetzt werden (s. Abb. 93). Die genannten **Kabeltrommelzangen** (s. Abb. 94), die die Trommel gleichmäßig und entsprechend der Auslegegeschwindigkeit des Kabels fortbewegen sollen, werden auf dem Trommelscheiben-

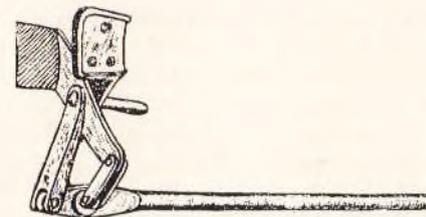
rand so aufgesetzt, daß die Backen der Zange den Rand umfassen. Die Führung der Trommel ist so infolge der Hebelwirkung des Geräts einfacher und leichter.

Verstellbare Rollenführung mit Mittelscharnier



(Abb. 93)

Kabeltrommelzange



(Abb. 94)

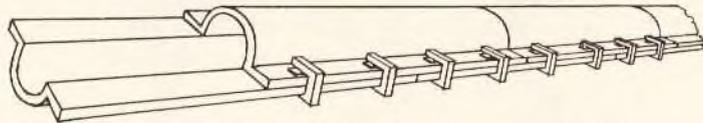
6.2. Das Fernmeldebauzeug (FBZ)

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 im Abschnitt 9. besonders zusammengestellt worden.

Den besten äußeren Schutz bieten sogenannte **Kabelschutzrohre** aus Stahl oder **Kabelschutzzeisen** (s. Abb. 95), die einzeln verlegt oder zu einer starren Rohrleitung zusammengesetzt werden können. **Besteht die Gefahr, daß diese Rohre** — durch Fehler benachbart liegender fremder Anlagen — **unter Starkstrom geraten können, so sind nicht-**

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

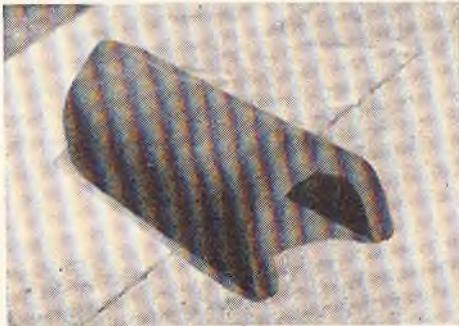
Starre Rohrleitung aus Kabelschutzzeisen



(Abb. 95)

Der Warnungsschutz, der vor mechanischer Beschädigung schützen und auf unsere Fernmeldekabel hinweisen soll, besteht aus **Kabelschutzhauben** (s. Abb. 96), die aus hartgebranntem Ton gefertigt sind, oder aus festgebrannten **Ziegelsteinen** bzw. kleinen **Betonplatten**. **Kalksandsteine dürfen zum Abdecken nur dann benutzt werden, wenn sie mindestens 6 bis 8 Wochen abgelagert sind.** Bei Verwendung von frischen Kalksandsteinen besteht die Gefahr, daß durch noch nicht gebundenen Kalk Korrosionen am Kabelmantel auftreten. **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 Pickelhiebe 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. 96)

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 neuerdings 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 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 bis 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 bis 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.

6.3. Das Planverfahren

Die Erdkabel können selbstverständlich erst dann verlegt werden, wenn, wie im Abschnitt 4. beschrieben, das Bauvorhaben ordnungsgemäß vorbereitet, d. h. geplant, ausgedundet 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 oft nach Kabelwegen** (fachmännisch Kabeltrasse genannt) **abseits der Hauptverkehrsstraßen, selbst wenn sie in privaten Grund und Boden zu betten sind.** 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.

6.4. 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 ordnungsgemäß 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.

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 Gebäuden sind die Ortskabel auch auf Privatgelände in der Regel in einer Tiefe von 60 cm auszulegen.

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

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.**

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 8-Form mit genügend breiten Bogen übereinandergereiht werden kann, derart auszuliegen, 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 Signalleuchte ausgerüstet ist oder sich durch verabredete Zeichen mit der Winde verständlich machen kann, den Anfang des Kabels und hebt Schäkel und Kabelspitze über die Rollen 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 gezerzt oder gerissen werden kann. Stromlose Adern oder Mantelrisse unterhalb der Bewehrung können die Folge sein.

Besonders zu beachten ist noch, daß PMbc-Kabel nicht bei Temperaturen unter 0° C und über 40° 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. Abschnitt 5.3.).

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 Kabelschutzhauben 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 die von der Forschungsgesellschaft über das Straßenwesen herausgegebenen Richtlinien und Merkblätter beachten. Die Wegeoberfläche ist richtig wiederherzustellen und die Baustelle nach Abräumen für den Verkehr freizugeben.

6.5. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 6.

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 ist eine Trasse?
5. Was ist ein Trassenband, wann und wie tief wird es verlegt und welche Aufgabe soll es erfüllen?
6. Was hat zu geschehen, wenn die DBP ihre Erdkabel im privaten Grund und Boden legen möchte?
7. Wie tief werden Ortskabel im öffentlichen und wie tief im privaten Grund verlegt?
8. Wonach richtet sich die Tiefe und die Breite eines Erdkabelgrabens?
9. Was muß geschehen, wenn starke Baumwurzeln als Hindernisse in Kabelgräben vorgefunden werden?
10. Wann dürfen Erdkabel mit Zugmaschinen und Lastkraftwagen ausgezogen werden?
11. Worauf muß beim Abdecken der Erdkabel mit Ziegelsteinen besonders geachtet werden?
12. Dürfen zum Abdecken der Kabel auch Kalksandsteine benutzt werden?

7. 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 Fernmeldebaugerät und Fernmeldebaugerät kennenzulernen.

7.1. Das Fernmeldebauzeug

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

7.1.1. 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:

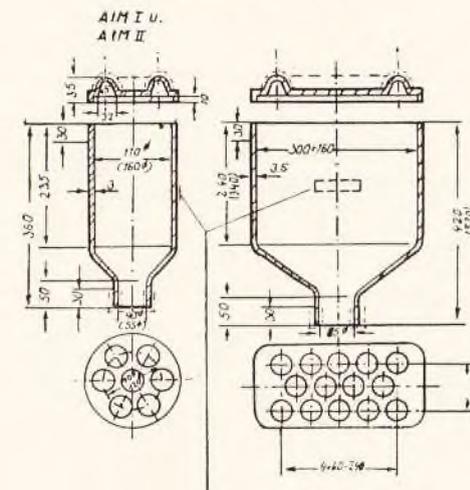
- Aufteilungsmuffen mit runder Grundform,**
- Aufteilungsmuffen mit rechteckiger Grundform,**
- Verbindungsmuffen, längsgeschlitzt,**
- Abzweigmuffen mit zweifacher Verzweigung und**
- Abzweigmuffen mit dreifacher Verzweigung.**

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 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. 97** sind die **Aufteilungsmuffen** im **Schnitt** dargestellt. Die eingeklammerten **Durchmesserzahlen** beziehen sich auf die Größe der **AtM II** beziehungsweise **AtM IV**. Wie wir auf Seite 37 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 **verzinnnten Messingdeckel**, der mit **Stopfbuchsenverschraubungen** versehen ist, befestigt. Es gibt daher 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.**

Aufteilungsmuffen



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

Werkstoff:
Hüttenweichblei
- - - - = feuerverzinkt

(Abb. 97)

Die **Verbindungsmuffen** wurden ebenfalls genormt. Es gibt nur noch **längsgeschlitzte Muffen** in 8 verschiedenen Größen. In **Abb. 98** ist eine **Verbindungsmuffe** im **Schnitt** dargestellt. **Abb. 100** zeigt die wirkliche Form. Aus der **Tabelle** in der **Abb. 98** lassen sich alle Maße entnehmen. Die **Zahl** im **Kurzzeichen** gibt den **Bleimanteldurchmesser** der zu verbindenden **Kabel** an.

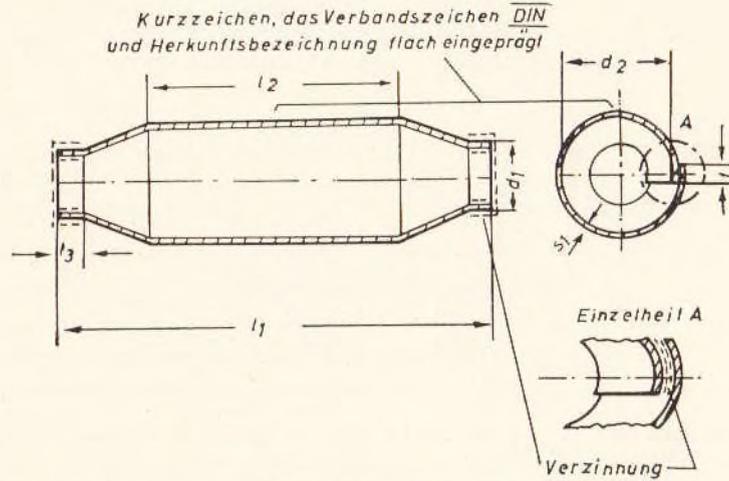
Die **Abzweigmuffen** sind auch genormt. Es gibt 3 Größen **Zweifach-Abzweig-Bleimuffen** und 6 Größen **Dreifach-Abzweig-Bleimuffen**. **Alle Abzweigmuffen** sind **einteilig** und **längsgeschlitzt**. Aus der **Abb. 99** und der **Tabelle** können alle Einzelheiten entnommen werden. Die **Kurzzeichen** 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 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 **Kabellötter** an **Ort und Stelle** selbst gefertigt werden, so ist **Walzblei** (**Hüttenweichbleche** von

Verbindungsmuffen

Maße in mm



Kurzzeichen	d1	d2	l1	l2	l3	s1	t
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:

Halstänge l3 innen und außen

Überlappung innerer Muffenrand t+15mm außen

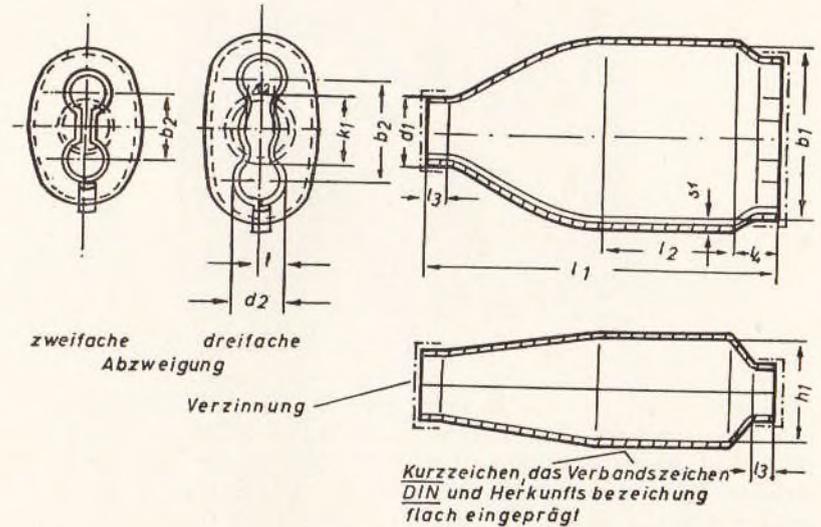
äußerer Muffenrand l=innen und außen

feuerverzinkt
auf Anforderung
auch unverzinkt

(Abb. 98)

1, 1.5, 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.

Abzweigmuffen



Abzweig-Bleimuffe	Kurzzeichen	b1	b2	d1	d2	h1	k1	k2	l1	l2	l3	l4	s1	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 d1 vergrößert werden, wodurch das Maß b2 kleiner wird.

Halstänge l3 innen und außen

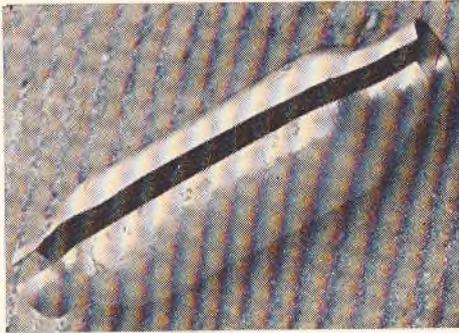
Überlappung innerer Muffenrand t+15mm außen

äußerer Muffenrand t innen und außen

wischverzinkt
auf Anforderung
auch unverzinkt

(Abb. 99)

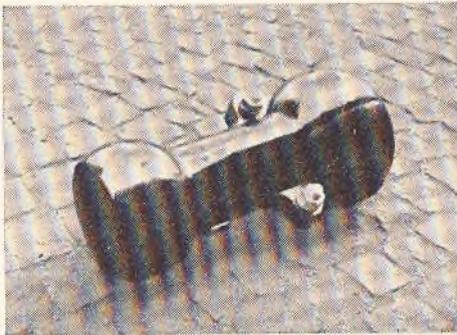
Verbindungsmuffe



(Abb. 100)

Neben den Muffen aus Walzblei gibt es noch die **Verbindungsmuffen und Abzweigmuffen für Fernmeldekabel aus Gußeisen**. Sie werden im allgemeinen als **Schutzmuffen für die Lötstellen der bewehrten Bezirks- und Fernkabel verwendet**. Wir kennen weiter die **Flußkabelmuffen aus Gußeisen** (s. Abb. 101) in den Formen I und II. Beide Muffenarten sind zweiteilig. Die **Schutzmuffen für Fernkabel sollen die Lötstellen und die Flußkabelmuffen das Flußkabel vor mechanischer Beschädigung schützen**.

Flußkabelmuffe



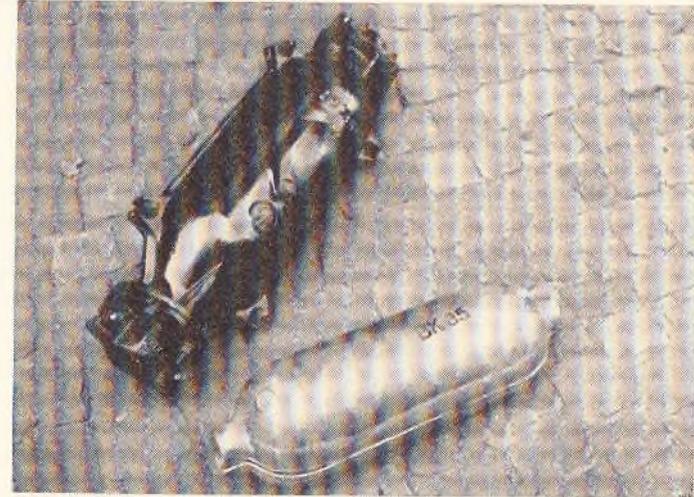
(Abb. 101)

7.1.2. 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 Über-

sprechen 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 (s. Abb. 102), in die Adern einzeln eingeschaltet. Für Röhrenkabel ist sie aus Kupferblech und für Erdkabel aus Hüttenwalzblei gefertigt; sie ist längsgeteilt. Zum Schutz gegen mechanische Beschädigung wird die Bleimuffe in einer gußeisernen Schutzmuffe, die mit Füllmasse (Normale Masse, Kennbuchstaben SN, s. Seite 135) auszugießen ist, gelagert.

Kondensatormuffe und Schutzmuffe



(Abb. 102)

7.1.3. Die Pupin-Spulenkästen und Pupin-Spulenmuffen

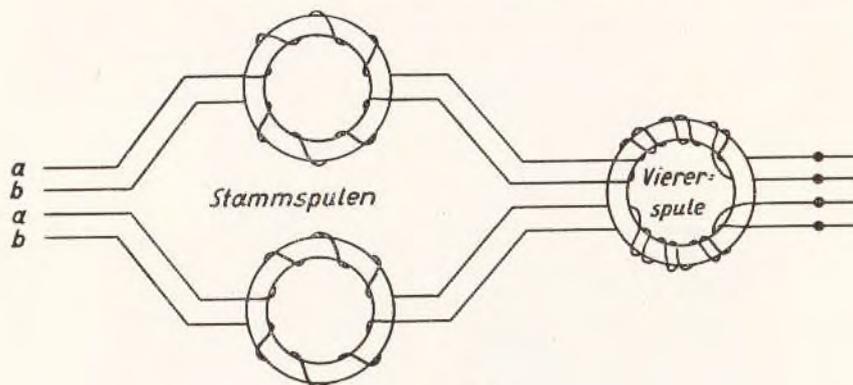
Die Spulenkästen oder neuerdings Spulenmuffen enthalten die sogenannten Pupinsspulen, die in die Kabeladern der nicht trägerfrequent ausgenutzten Fern- und Bezirkskabel — in Ausnahmefällen auch der Ortsverbindungskabel — eingesetzt werden, um die Dämpfung für einen bestimmten Frequenzbereich kleinzuhalten. Sie werden entsprechend einem besonderen Bespülungssystem in die genannten Kabel eingeschleift.

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. 103).

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

Die Pupinsspule (**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 Isolier-

Spulensatz im DM-verseilten Kabel

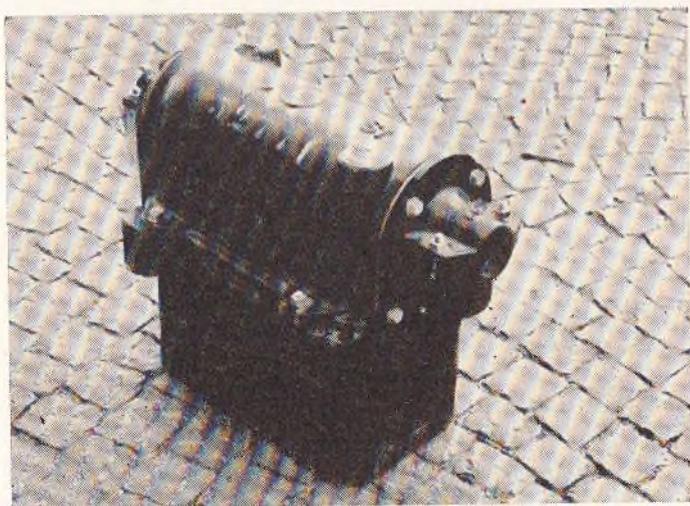


(Abb. 103)

masse 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 einen Pupin-Spulenkasten (s. Abb. 104) oder neuerdings in eine Pupin-Spulenmuffe eingebaut.

Pupin-Spulenkasten (geschlossen)



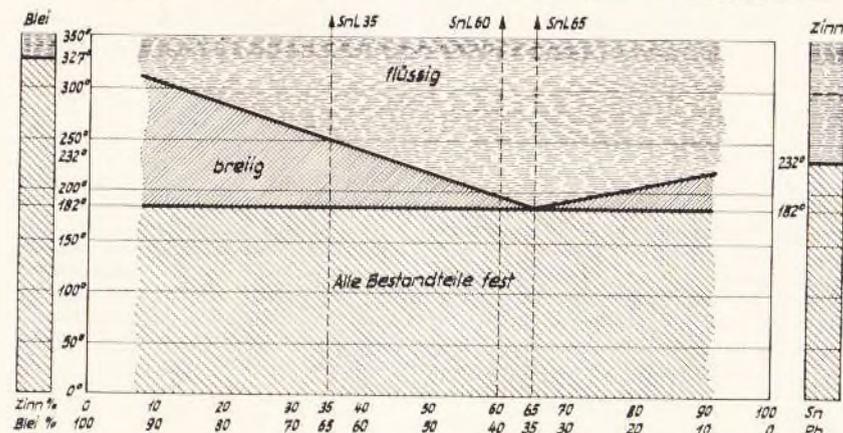
(Abb. 104)

7.1.4. Das Lötzinn

Bei Kabelarbeiten werden als Weichlote Zinnlegierungen verwendet. Aus dem Schaubild (Abb. 105) ersehen 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, abhängig von 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.**

Zinnbleilot

Die für den Lötvorgang wichtigen Eigenschaften der verschiedenen Legierungen



(Abb. 105)

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 **Verarbeitungsspanne 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 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**.

7.1.5. Die Füll- und Abbrühmassen

Füllmassen (entsprechen etwa den früheren Vergußmassen) sind **isolierende Massen**, die dazu dienen, Endverschlüsse, Endverzweiger, Kabelmuffen und Pupin-Spulenkästen wie Spulenmuffen 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 135) unter lfd. Nr. 1, 2 und 3 angegeben.

Abbrühmassen 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**.

7.1.6. Das Mischwachs

Die Kabeladern der 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 Wachserschmelzgerät 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. Da als Aufteilungskabel in der Regel nur noch kunststoffisolierte Kabel (AtOk-Kabel) verwendet werden sollen, entfällt für diesen Arbeitsgang das Mischwachs.

7.1.7. Das Lötzubehör

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

Flußmittel dienen dazu, die gereinigte Lötstelle während der Erwärmung vor Luftzutritt und damit vor Oxydationen zu schützen und die Verbindung 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

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

1	2	3	4	5	6
Lfd. Nr.	Masseart	Kennbuchstaben ¹⁾	Farbkennzeichnung der Behälter	Verarbeitungstemperatur ²⁾	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	a) zum Füllen von Kabelzubehörteilen für Starkstromkabel mit einer Nennspannung bis 11 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
3	Helle Füllmasse	FH	gelb	120 °C	c) zum Füllen des Raumes zwischen Innen- und Außenmuffe und dgl. für Fernmeldekabel mit Aluminium- oder Stahlwellmantel
4	Abbrühmasse	FA	weiß	135 °C	zum Füllen des Innenraumes von Zubehörteilen (Muffen, Endverschlüssen, Spulenkästen und dgl.) für Fernmeldekabel
				120 °C	zum Abbrühen von Kabelenden

¹⁾ Die Masse SP entspricht etwa der Masse A nach VDE 0651/XII. 44.
Die Masse FH entspricht etwa der Masse C nach VDE 0651/XII. 44.
Die Masse FA entspricht etwa der Masse D nach VDE 0651/XII. 44.
An Stelle der Masse B nach VDE 0651/XII. 44 kann je nach Sachlage die Masse SN oder SP verwendet werden.
²⁾ Bei Kabeln mit Isolierung und/oder Mantel aus temperaturempfindlichen Werkstoffen, z. B. PVC, PE oder dergleichen, ist die Verarbeitungstemperatur gemäß den Angaben der Kabelhersteller zu wählen.

werden. **Sonstige Flußmittel** (Lötwater, Lötfett, 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 verwürgen. Um diese Arbeit zu erleichtern, verbinden wir die Adern zweckmäßigerweise mit 25 mm langen, **längsgeschlitzten, verzinnten Verbindungs-Löthülsen**, die dann nach dem Überschieben verlötet werden. Verschieden starke Kabeladern werden in Übergangsröhrchen von 25 mm Länge verbunden, die ebenfalls längsgeschlitzt und verzinnt 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, 30 und 50 mm Breite gebraucht. Die Glasgewebebänder werden in Bandbreiten zu 15, 30 und 50 mm geliefert und bestehen aus alkalifreiem Textilglas 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 Ortskabelststellen 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 Glasgewebeband befestigt, einzulegen. Das Blaugel/Siogel hat die Eigenschaft, Feuchtigkeit aufzunehmen. Es saugt vorhandene Feuchtigkeit auf und ver-

ändert 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 160).

7.2. Das Fernmeldebaugerät

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

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

7.2.1. Das Kabellöterzelt

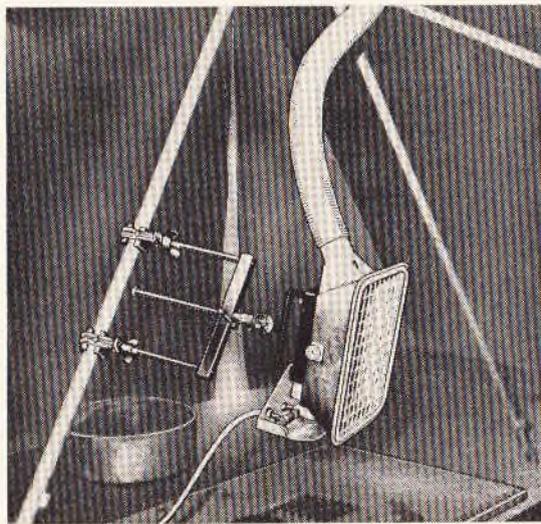
Das Kabellöterzelt soll die Spleißstelle während der Spleiß- und Lötarbeiten schützen. Es besteht aus dem Zeltgestell und der Zeltplane (s. Abb. 106).

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 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 Federschnappverschlüsse 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 Lederschnallen am Zeltgestell befestigt. Die beiden Stirnseiten der Plane sind in der Mitte geteilt und können durch Lederschnallen verschlossen werden. In der einen Längsseite befindet sich ein mit Zellglas verschlossenes Fenster, und in der anderen Seite eine mit Asbest feuersicher ausgeführte Öffnung für den Dunstabzugschlauch des Lötovens. Ein besonders angenähter Bodenstreifen soll das vom Zelt herabrinnende Regenwasser vom Lötischacht 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.

Neben dem Propangasofen, der künftig nicht mehr beschafft wird, wurde ein **Propan-Heizstrahler** entwickelt (s. Abb. 108). Er besteht aus dem Infrarotstrahler mit Züandsicherung und Regulierventil, einer verstellbaren Befestigungsvorrichtung, einem 6-m-Hochdruckschlauch und einem Schlauchanschluß. Mit seiner Befestigungsvorrichtung kann er am Zeltgestänge, an der Schachtleiter oder Verstrebungen befestigt und in beliebiger Richtung verstellt werden, so daß die Strahlung auf den Arbeitsplatz gerichtet werden kann. Wenn der Strahler unter Erdgleiche verwendet oder unmittelbar über der Einstiegsöffnung des Kabelschachtes angebracht wird, ist er — ebenso wie die Propanöfen — mit dem Dunstabzugschlauch zu versehen, damit bei der Verbrennung entstehende Abgase abgeführt werden.

Propan-Heizstrahler



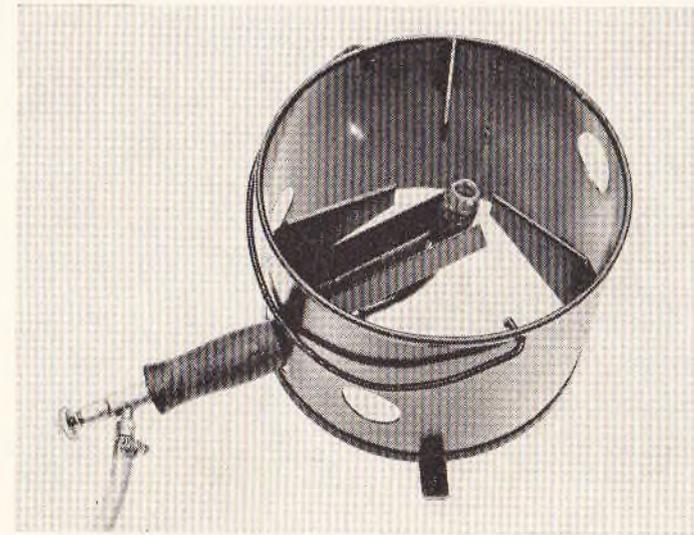
(Abb. 108)

Da der Propangasofen nicht mehr beschafft wird, mußte als Ersatz für das Erwärmen von Vergußmasse usw. ein anderes Gerät entwickelt werden. Es wurde daher das in Abb. 109 dargestellte **Propan-Kochergestell** eingeführt. Es besteht aus Stahlblech und hat eine Halterung, in die ein Propan-Brennergriff mit Lötinsatz eingehängt wird. Auf diese Weise läßt sich sehr schnell die Vergußmasse usw. in einem Tigel erwärmen.

7.2.3. Die Kabelschachtbeleuchtung

Zur **Beleuchtung** der Kabelschächte und anderer in der Dunkelheit liegender Löt-Arbeitsstellen **benutzen wir** entweder die **elektrische**

Propan-Kochergestell



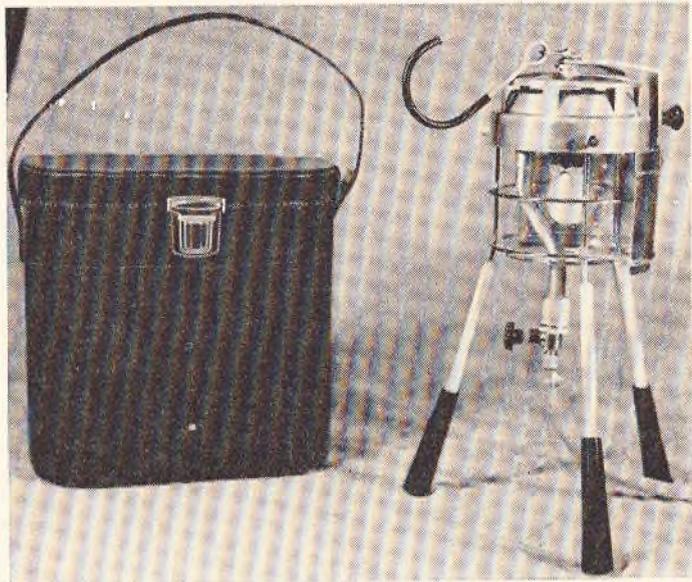
(Abb. 109)

Kabelschachtleuchte oder eine Propan-Leuchte (s. Abb. 110). 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.

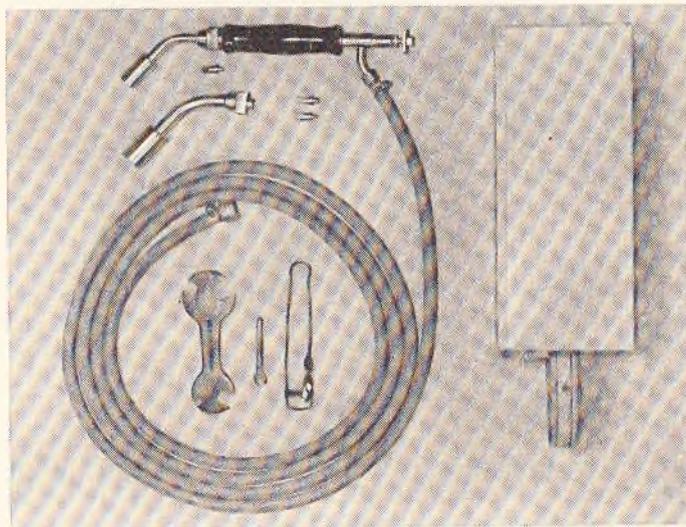
Die Propan-Leuchte kann als Hänge- oder Standleuchte benutzt werden. Die Fußstützen können abgenommen werden, falls sie beim Arbeiten stören sollten. Der zur Leuchte gehörende druckfeste Schlauch kann entweder über einen Mitteldruckregler 1,5 atü beziehungsweise Doppel- oder Dreifachabzweigstück an 5- 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.

7.2.4. 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 werden. **Für Drahtlötungen verwenden wir neben dem**

Propanleuchte mit Tragetasche

(Abb. 110)

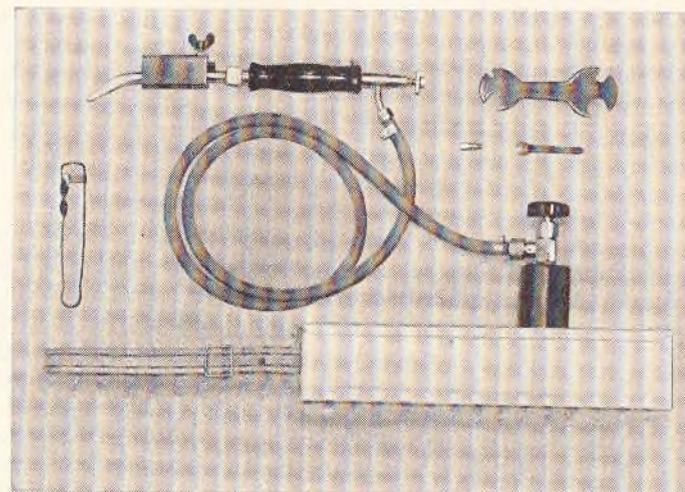
Einzelteile des Propan-Kabel-Lötgeräts

(Abb. 111)

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. 111) besteht aus einem druckfesten Schlauch, dem Brennergriffstück mit Feinregulierungsventil, 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. 111 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. 112) gehören eine Stahlflasche für 90 Gramm Propan, ein druckfester Schlauch, ein Brennergriffstück mit Doppelfeinregulierungsventil, ein LötKolbenbrennereinsatz mit verstellbarem Luftring und Windschutzhaube, eine Lötspitze aus Kupfer, ein Transportkasten und Zubehör. Der Transportkasten ist so geformt, daß er der kleinen Propangasflasche gleichzeitig als Halterung dienen kann, denn **die Propangasflaschen müssen während des Betriebs aufrecht stehen**. Im LötKolbenbrenner ist das zur Spitze aus-

Einzelteile des Propan-LötKolbens

(Abb. 112)

geschmiedete und im Winkel gekröpfte Rundkupferstück so gehalten, daß eine aus dem Brenner austretende Flamme auf das Kupferstück trifft und es wärmt. Die dem Gerät beigegebene Bedienungsanweisung ist zu beachten.

7.3. Arbeitsablauf bei den Kabellöt- und Kabelspleißarbeiten

Das Fernmeldenetz kann der Nachrichtenübermittlung nur dann zuverlässig dienen, wenn es sorgfältig und den Bauvorschriften entsprechend errichtet wurde. Der Fernmeldehandwerker hat daher bei den im folgenden beschriebenen Kabellöt- und Spleißarbeiten eine besondere Verantwortung, kann er doch durch unsachgemäße und schlechte Arbeitsausführung den Menschen und der Deutschen Bundespost erheblichen Schaden zufügen. Fällt beispielsweise ein hochpaariges Kabel durch „Absuff“ aus, so bleiben oft ganze Stadtteile ohne Telefonverbindung, was weitreichende und schwerwiegende Folgen für die Allgemeinheit nach sich ziehen kann. **Sorgfältiges und genaues Arbeiten wird hier also zur gebieterischen Pflicht.**

Nachdem das gebräuchlichste FBZ und FBG bereits im vorherigen Abschnitt erläutert wurde, sollen nachfolgend die grundsätzlichen Arbeitsgänge und Arbeitsverfahren einschließlich der Vorschriften, die beim Herstellen von Kabellöt- und Spleißstellen beachtet werden müssen, beschrieben werden. **Diese Arbeitsgänge beschränken sich auf das Anfertigen von Verbindungs- und Abzweiglötstellen papierisolierter Kabeladern im Anschlußkabelnetz.** Vorweg wollen wir aber erfahren, welche Sicherungsmaßnahmen bei Kabellötarbeiten allgemein notwendig und wie die Lötungen fachgerecht auszuführen sind.

7.3.1. Sicherungsmaßnahmen

Die bei den Kabellöt- und Spleißarbeiten unbedingt zu beachtenden Sicherungsmaßnahmen sind in den Vorschriften zur Verhütung von Unfällen im Fernmeldebaudienst (UV FBau) oder in der Unfallverhütungsvorschrift für den fernmeldetechnischen Dienst (UVVfT) enthalten. Bisher wurden die UV FBau jedem Fernmeldelehrling und Fernmeldehandwerker ausgehändigt, künftig erhalten sie **Unfall-schutzhefte**, die sich jeweils auf den entsprechenden Betriebszweig, z. B. unterirdischer Linienbau oder oberirdischer Linienbau, beziehen. Die wichtigsten dieser Bestimmungen sind hier — soweit sie die Lötarbeiten betreffen — auszugsweise zusammengestellt worden:

Lötarbeiten in Gebäuden

1. Der Hauseigentümer oder Verwalter muß vor Beginn der Arbeiten verständigt werden.
2. Der Zugang zu den Hauptabsperrröhren der Versorgungsleitungen wie Gas und Wasser ist vorher zu erkunden.
3. Der nächste Feuermelder oder Fernsprechananschluß ist in Erfahrung zu bringen, um ihn bei Gefahr nicht erst suchen zu müssen.
4. Die Treppen und Notausgänge müssen bei größeren Gebäuden festgelegt werden, falls Feuer ausbricht.
5. Mit dem Gasspürgerät ist festzustellen, ob die Räume, in denen gearbeitet werden soll, gasfrei sind.
6. Die Behandlung der Propangasflaschen siehe im „Merkblatt für die Verwendung von Propan im Fernmeldewesen“ (Anlage 9 dieses Bandes).

Lötarbeiten in Kabelschächten

1. Die Baustelle ist dem Straßenverkehr gegenüber kenntlich zu machen und mit den bekannten Absperngeräten und Warnzeichen zu sichern.
2. Die KSch sind mit den passenden Deckelhebergeräten zu öffnen, vorschriftsmäßig zu lüften und auf Gasfreiheit mit dem Gasspürgerät zu prüfen (so auch Abschnitt 5.3.3. und Anl. 8).
3. Die KSch dürfen nur mit Hilfe von Leitern betreten werden.
4. Die Behandlung von Propangasflaschen siehe im „Merkblatt für die Verwendung von Propan“ im Fernmeldewesen, Anlage 9, dieses Bandes.
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 Dunstabzugschlauch 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 einen dauernden Luftzug beschleunigt werden.

Die bei „Lötarbeiten in Kabelschächten“ unter 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 Anlage 6 „Richtlinien zur galvanischen Verbindung der metallischen Kabelhülle von starkstrombeeinflussten Fernmeldekabeln“ zu ersehen.

7.3.2. Grundsätzliches über Lötarbeiten

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

7.3.2.1. 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 vom Körper fortfliegen, 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. Dann 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 Löt- wulst — auch Lötplombe genannt — entsteht.

Die längsgeteilten und selbstgefertigten Muffen, die — soweit erforderlich — vorerst zu verzinnen sind, werden nach dem Spleißen übergeschoben und an den Bleimantel gepaßt. In die Oberflächenmitte der Muffe müssen je nach Größe der Muffe ein oder zwei Winkel (so: >) geschnitten werden, damit die vorhandene Feuchtigkeit in der Spleißstelle und die beim Löten entstehenden Lötgase (stark wasserdampfhaltig) abziehen können. Unmittelbar vor dem Löten der Muffenhälse sind die Kabelenden, und zwar immer das gegenüber-

liegende, 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 talggetränkten 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.** Lötzinntropfen sind daher abzuschmelzen und durch frisches Zinn zu ersetzen, um Schäden zu vermeiden. **Das Lötzinn 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 Lötnaht 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 werden auch **Stahlwellmantelkabel (PWE2Y-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 (s. auch Seite 152) 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 **Speziallötmedium „Flusol“** oder **„Etanol“** 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, verzinnnte Manteloberfläche zum Vorschein. Darauf kann der Wellmantel auf die gleiche Weise weiterbehandelt werden wie der Bleimantel.

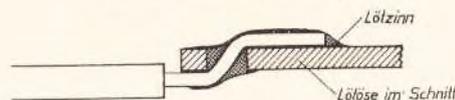
7.3.2.2. Lötungen mit Röhrenlötzinn

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; 1,4 und alle 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** (s. Abb. 113 bis 115). 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 verzinnnten 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- oder 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 Lackschicht, 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.

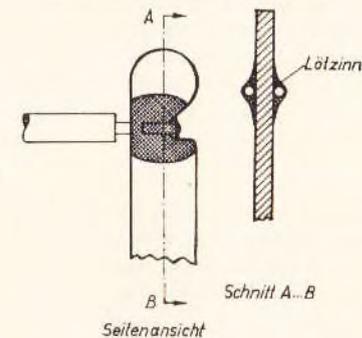
Das angespitzte Ende der Ader wird bei den gelochten Lötösen von unten (s. Abb. 113) durch das Loch geführt und leicht gebogen. Bei den hakenförmigen Lötösen wird der Draht um den Haken (s. Abb. 114) gelegt. Die Lötfahnen mit Krallen im EVs 58 und EVza 59 haben sich nicht bewährt; es wurden daher für diese beiden Abschlusseinrichtungen neue Lötfahnen entwickelt (s. Abb. 115a und 115b). Die Lötfahnen im Kabelabschlußraum haben im EVs 58 oder 58a wie im

Löten an einer Lötöse



(Abb. 113)

Löten an einem Löthaken

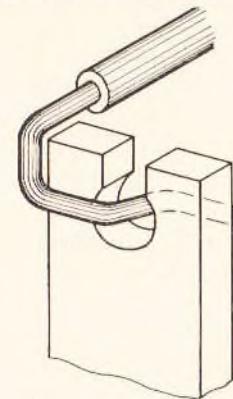


(Abb. 114)

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 und 58a 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.**

Lötfahne

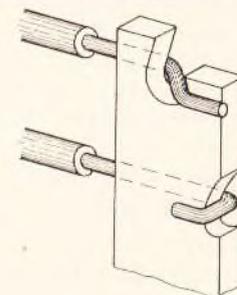
im Kabelabschlußraum
des EVs 58, 58a und EVza 59



(Abb. 115a)

Lötfahne

im Schaltraum
des EVs 58 und 58a



(Abb. 115b)

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 einem 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 sowie 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. Wenn 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 Adernisolierung 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 abgeschnitten werden; dabei ist darauf zu achten, daß sie nicht in die Lötstiftreihen des Hauptverteilers fallen, denn sie könnten hier sonst Betriebsstörungen verursachen.

Die Spitzen der Raupen von Kabeladern der Fern- und Bezirkskabel und der Ortsverbindungskabel sowie der 0,4 mm starken Anschlußkabeladern, wenn sie in 0,6 mm dicke 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, 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.

7.3.3. Grundsätzliches über Kabelspleißarbeiten

7.3.3.1. Vorrichten der Kabeladern

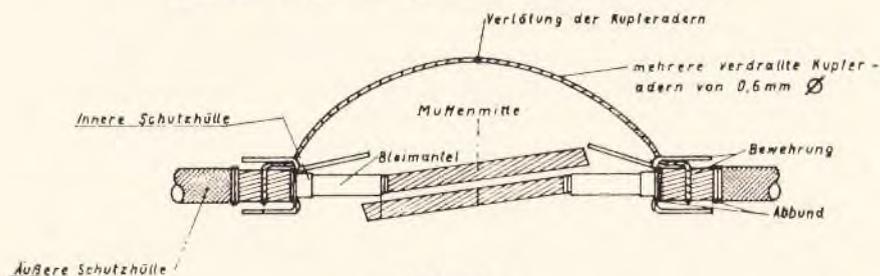
Die Kabelenden müssen zunächst so hingebogen und befestigt werden, daß die Spleißstelle möglichst handlich gefertigt und nach dem Verlöten einwandfrei gelagert werden kann. Die Länge der Spleißstelle hängt von der Länge der zu verwendenden Muffe und diese wiederum von dem Durchmesser des Kabels ab. Da 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 etwa 1,5 cm tief eingekerbt, an einer Seite hochgebogen und mit einer geeigneten Zange 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 Glasgewebband umwickelt.

Beim PMbc-Kabel muß die Bewehrung — je nach Größe der Löt-muffe — abgesetzt und nach Fertigstellung der Lötstelle wieder galvanisch durchverbunden werden. Wie hierbei zweckmäßig vorzugehen ist, wird nachstehend beschrieben (s. auch Abb. 116):

Die äußere Schutzhülle ist durch einen Drahtwickel (äußerer Abbund) festzulegen. Vor diesem Wickel zur Spleißstelle hin ist die Schutzhülle abzutrennen und zu entfernen. Die nunmehr freiliegenden Bewehrungsdrähte sind auf etwa 9 cm Länge ab Drahtwickel zu kürzen, hochzubiegen und mit einem petroleumgetränkten Lappen vom Teer

PMbc-Kabelenden mit abgesetzter Bewehrung



(Abb. 116)

zu reinigen. Die innere Schutzhülle unter den verbliebenen Bewehrungsdrähten ist ab äußeren Abbund in einer Breite von 50 mm mit einigen Lagen Weich-PVC (Koroplast oder Isolierband) und darüber mit Glasgewebeband zu bewickeln. Die Bewehrungsdrähte sind nunmehr in ihre alte Lage zu bringen und durch einen 2. Drahtwickel (innerer Abbund), der am Ende der Weich-PVC-Bandage anzubringen ist, festzulegen. Die Bewehrungsdrähte sind zwischen den beiden Abbunden mit einer Stahlbürste gut zu reinigen. Um diese gereinigte Stelle ist ein aus mehreren 0,6 mm starken Kupferdrähten bestehendes Seil zu legen, mit der Lötpaste Flusol zu bestreichen und mit Röhrenlötzinn rundherum zu verlöten. Die Enden der Bewehrung können nunmehr zurückgebogen und mit Weich-PVC-Band fest umwickelt werden. Die innere Schutzhülle vor dem inneren Abbund kann jetzt entfernt werden. Sie ist jedoch nicht unmittelbar hinter dem Abbund, sondern erst nach 20 mm abzutrennen, damit diese Schutzhülle später mit in die Korrosionsschutzbinde hineingebunden werden kann und der Bleimantel völlig geschützt ist. Die nun folgenden Arbeitsgänge, wie Absetzen des Bleimantels, Spleißen der Adern und Zulöten der Muffe unterscheiden sich nicht von denen am PM-Kabel. **Nach dem Spleißen und Verlöten der Muffe muß die Bleimuffe mit einer Korrosionsschutzbinde (s. auch Seite 160) umwickelt werden.** Zum Abschluß werden die beiden Kupferseile im weiten Bogen zur Mitte geführt und miteinander verlötet. 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 Spezialschneidewerkzeugs, **vorgenommen**; er wird auf dem

Wellenberg aufgesetzt und eineinhalbmal 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 Wellchere abgeschnitten und der Mantel abgezogen werden kann. Um den von der Kunststoffhülle befreiten Teil des Stahlwellmantels, der nicht in den Muffenhals hineinragt, vor Rostbildung zu schützen, muß der **Korrosionsschutz voll wiederhergestellt** werden. Dazu wird der freie Teil bis über den Lötwellst hinaus zunächst mit Füllmasse, Sorte SP, bestrichen und dann mit Glasgewebeband umwickelt. Danach wird die Bleimuffe mit PVC-Band — von der Muffenmitte beginnend und halb überlappend — bis auf 100 mm auf den PVC-Mantel in 2 Lagen bewickelt und der ganze Vorgang noch einmal wiederholt. Das Band muß faltenfrei aufgewickelt werden und darf keine Spannung enthalten. 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. Dann 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 28 beschrieben wurde, zu berücksichtigen. **Das ist notwendig, um beim Spleißen das Greifen der richtigen Viererseile zu erleichtern und sie nicht zu vertauschen.**

7.3.3.2. 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 150° C) darf der zum Erhitzen der Abbrühmasse benutzte Ofen nicht im Kabelschacht, in geschlossenen Räumen oder im Zelt, sondern nur im Freien aufgestellt werden.**

7.3.3.3. Prüfen der Kabeladern

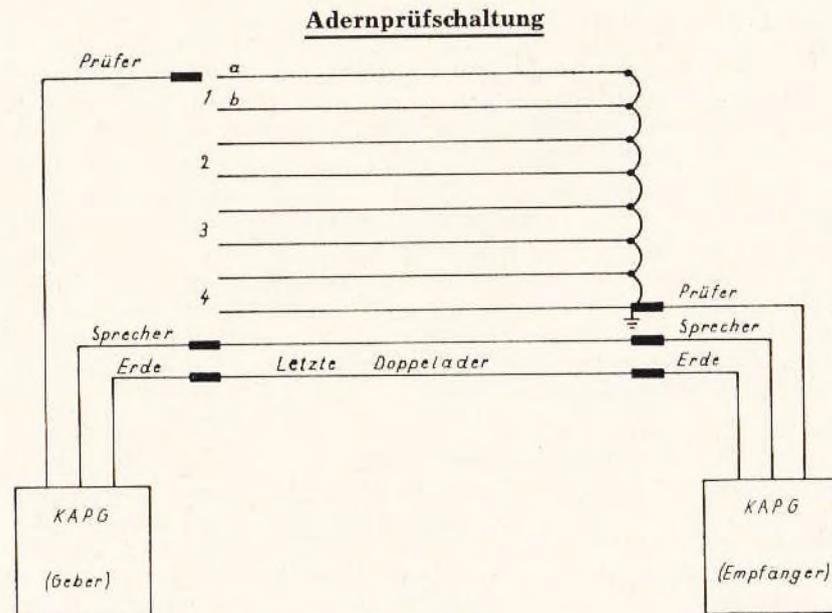
Die Kabeladern der Kabelleilängen, die miteinander verbunden werden sollen, müssen elektrisch auf richtige Adernfolge und einwandfreien Zustand geprüft werden. Das geschieht durch das sogenannte Vorprüfen und Nachprüfen. Hierbei müssen Fehler wie Adernvertauschung, Berührung der Adern und stromlose Adern 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,
- Stromdurchgang,
- Berührung mit anderen Adern und
- Berührung der Adern mit dem Kabelmantel.

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

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 ferti-



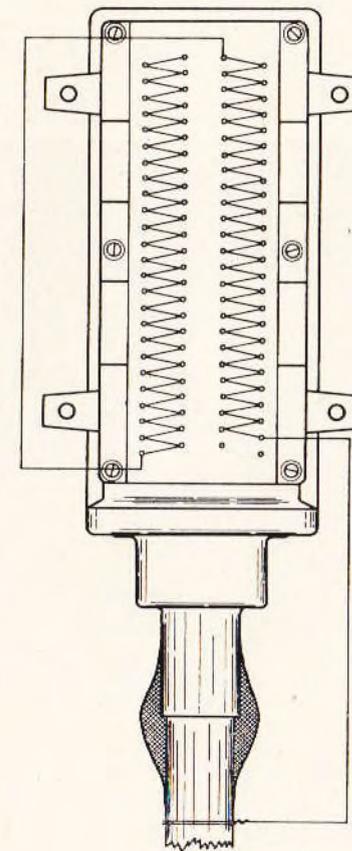
(Abb. 117)

genden 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. 117 arbeitet. Das Prüfgerät besteht aus zwei Sprechgarnituren und der Prüfeinrichtung.

Der Lötter A befindet sich bei der Spleißstelle und der Prüfhelfer B in der OVSt am HVt, LVz oder beim KVz. Der Prüfhelfer erdet am Kabelabschluß alle Adern bis auf die letzte Doppelader (s. Abb. 118), 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

Geerdeter Endverschluß



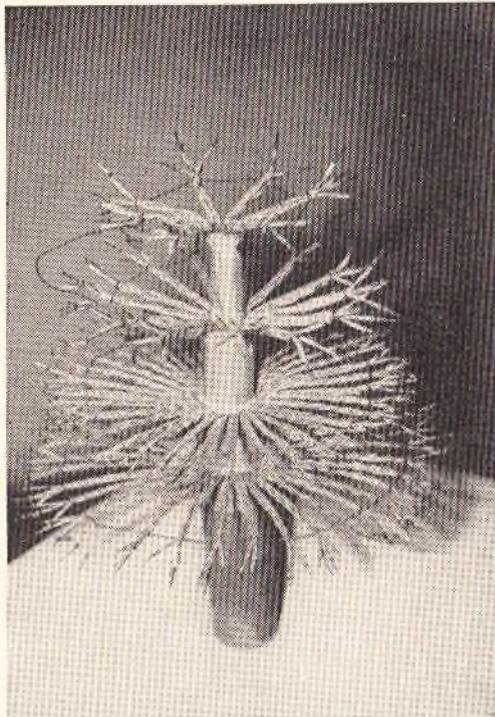
(Abb. 118)

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.

Ist das Kabel noch nicht am Hauptverteiler, LVz oder KVz abgeschlossen, so muß eine sogenannte **Prüfblume** (s. Abb. 119) gefertigt werden, um die Adern entsprechend der Schaltung in Abb. 117 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.

Prüfblume

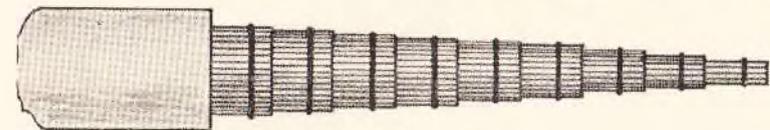


(Abb. 119)

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. 120) zu bilden, um wenigstens die Zusammengehörigkeit der Adern prüfen zu können. Zwecks Anfertigung des Prüfstumpfs muß das freiliegende Ende des Kabels auf etwa 30 bis 50 cm Länge je nach Anzahl der Lagen abgemantelt werden. Daraus 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.

Prüfstumpf



(Abb. 120)

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.

7.3.3.4. Das Anfertigen der Würgestellen

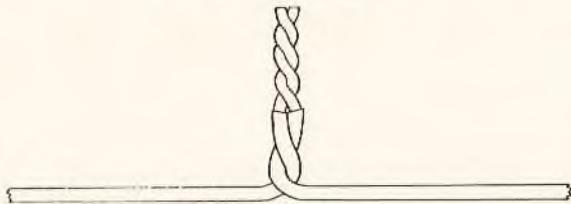
Nachdem die Kabelenden — wie unter 7.3.3.1. beschrieben — vorgerichtet sind, werden sie lagenweise gegeneinander so verdreht, daß sich die Zähladern möglichst gegenüberliegen.

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 übereinanderzulegen 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. Nach-

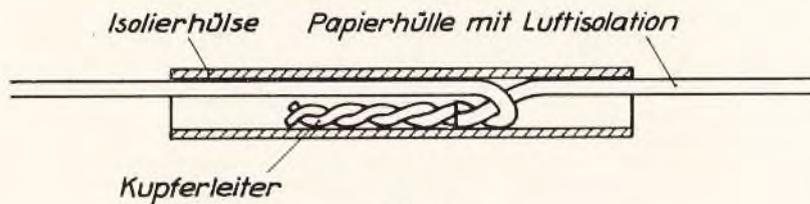
dem die überschießende Länge mit dem Seitenschneider abgeschnitten und die letzten Schläge der Raupe mit der Schnabelzange fest nachgezogen sind (s. Abb. 121), legt man die Würgestelle in Richtung der Ader, aber entgegen der Isolierhülse um und schiebt die Isolierhülse über die Würgestelle (s. Abb. 122). 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. 121)

Durch Isolierhülse geschützte Kabelader



(Abb. 122)

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 und das Vorverzinnen der in die Muffenhülse hineintragenden Kabelmäntel vergessen werden.** Das Verlöten der Kabelmuffen mit dem Bleimantel wurde bereits im Abschnitt 7.3.2.1. beschrieben.

7.3.4. 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 nunmehr 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.

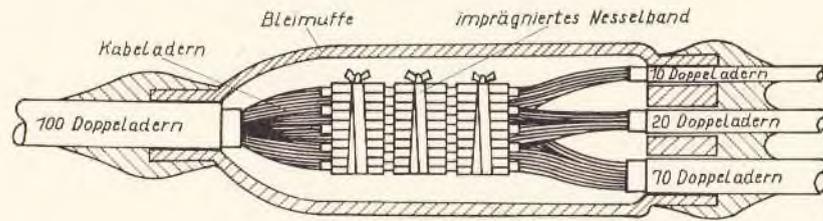
In einer **Abzweiglötstelle** (s. Abb. 123) werden mehrere verschiedenpaarige Kabel miteinander verspleißt. Soll ein Kabel in mehrere Kabel aufgeteilt werden, sind die abzuzweigenden Adernpaare entsprechend dem Spleißplan — er schreibt die Aufteilung der Adern vor — übersichtlich und ohne Kreuzungen 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. Wie dies zu geschehen hat, ist im **Band B 2** dieser Handbuchreihe näher erläutert.

Im **Kabelschacht** müssen die **Lötstellen** an der Wand auf **Kabelhaltern** gelagert werden, und zwar so, daß die **Lötstelle möglichst unmittelbar zwischen 2 Kabelhaltern** liegt. Mehrere Lötstellen sind im Schacht versetzt anzuordnen.

Lötstelle mit dreifacher Verzweigung



(Abb. 123)

Erdkabelöltstellen wurden früher nach ihrer Fertigung mit einem besonderen Schutzkasten umgeben, der mit Füllmasse ausgegossen im Erdreich gelagert wurde. In den letzten Jahren ist mit Erfolg versucht worden, die Erdkabelöltstellen nur mit einer Kunststoffbinde (Coroplastbinde) 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 aufgebracht 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 Erdkabelöltstellen gegen Bleimantelbrüche infolge Bodensenkungen muß die Lötstelle 30 cm aus der Kabeltrasse ausgebogen 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

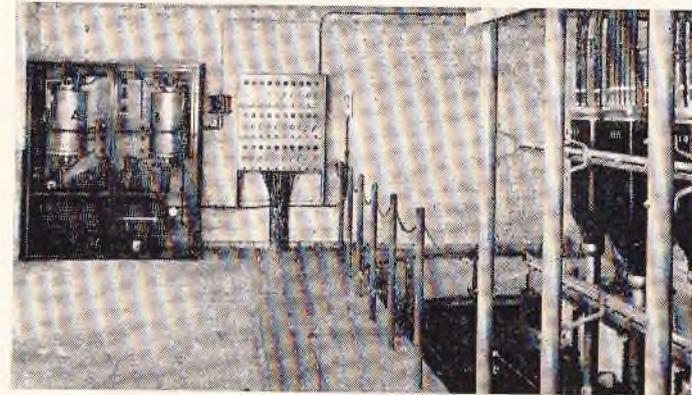
Grabensohle aufzubringen. Erst auf diese Erdschicht wird die Lötstelle gelagert und zur Verhinderung mechanischer Beschädigung mit einer 10 cm hohen steinfreien Erdschicht eingedeckt, auf die dann eine weitere Lage Betonabdeckplatten bzw. Ziegel aufzubringen ist.

7.4. Kabelmantelprüfung mit stationären Druckluftanlagen

Wie wir bereits wissen, werden neue Röhren-, Brücken- und Flußkabel vom Kabelwerk mit Druckluft gefüllt an die Baustelle oder Lagerstelle versandt. Um unsere eingebauten Röhrenkabel im Ortsnetz während des Betriebes unter Kontrolle zu halten, d. h. fest-

Gesamtansicht der stationären Druckluftprüf- und Trocknungsanlage im Kabelaufteilungsraum

Links der Kompressorschrank, rechts die Verteilertafel



(Abb. 124)

zustellen, ob die 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 dies über ein besonderes Sicherungs- und Kontrollsystem im Wählersaal angezeigt. Der zu dieser Anlage gehörende Kompressorteil mit den erforderlichen Aggregaten zur Erzeugung der Trockenluft und die Verteilungstafel für die Druckluftüberwachung der einzelnen Kabel befinden sich (s. Abb. 124) gewöhnlich im Kabelaufteilungsraum der

OVSt. Die Kabel werden einzeln über Druckluftventile, die sich vor den Stopfstellen auf dem Kabel befinden, und Schläuche an die Verteilertafel 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. Die 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 Fehlereingrenzung 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.**

7.5. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 7.

1. Welche Kabelmuffen gibt es? 2. Wozu benötigen wir beim Verlöten der Anschlußkabel Stangenlötzinn und wofür Röhrenlötzinn? 3. Wieviel Zinngehalt hat a) das Stangenlötzinn und b) das Röhrenlötzinn? 4. Welche Flußmittel werden beim Löten mit Stangenlötzinn verwendet? 5. Welche Aufgabe hat die Füllmasse, und warum benutzen wir Abbrümmasse? 6. Was muß unbedingt mit dem Bleimantel unter dem Muffenhals geschehen, bevor die Muffe um die Spleißstelle gelegt und verlötet wird? 7. Warum muß beim Löten unter einem Kabellöterzelt ein Dunstabzugschlauch am Propangas-Ofen oder Propan-Heizstrahler angeschlossen werden? 8. Wo sind die Propangasflaschen beim Löten in Kabelschächten aufzustellen? 9. Was ist bei Lötarbeiten in Gebäuden zu beachten? 10. Wann ist die richtige Löttemperatur beim LötKolben erreicht? 11. Welche Kabeladern müssen nach dem Verwürgen noch zusätzlich verlötet werden? 12. Was muß nach dem Verlöten der Muffen in PMbc-Kabeln mit der Bewehrung geschehen? 13. Welche Kabeladern müssen abgebrüht werden? 14. Warum wird über jedes Viererseil ein Gruppenring geschoben? 15. Welche möglichen Fehler sollen durch das Vor- und Nachprüfen der Kabeladern beim Spleißvorgang vermieden werden? 16. Wann fertigen wir für den Prüfungsvorgang eine Prüfblume und wann einen Prüfstumpf an? 17. Beschreiben Sie kurz das Anfertigen von Würgestellen! 18. Durch welches Mittel wird die letzte Feuchtigkeit aus der gefertigten Lötuffe herausgezogen? 19. Zählen Sie die einzelnen Arbeitsgänge auf, die beim Herstellen einer Verbindungslötstelle zu verrichten sind. 20. Womit und wie stellt man den Korrosionsschutz a) bei PMbc-Kabeln und b) bei PWE2Y-Kabeln nach dem Verlöten der Muffen wieder her? 21. Wie werden Erdkabelststellen gelagert? 22. Wozu dienen stationäre Druckluftprüfanlagen?

8. Schaltarbeiten in Verzweigungseinrichtungen

8.1. 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 Bautruppführer zu melden, der dann unverzüglich den Schaltplatz beim Baubezirk benachrichtigt.

Wir unterscheiden Einzelschaltaufträge und Sammelschaltaufträge. Die **Einzelschaltaufträge** (s. Anl. 4a und 4b) stellt der Schaltplatz aus; sie dienen z. B. dem Schaltwart, der die Schaltung im Anschlußnetz ausführt, als Unterlage für neu einzurichtende Hauptanschlüsse. **Sammelschaltaufträge** (s. Anl. 5a und 5b) 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 Bautrupps ausgeführt.

Erledigte Schaltaufträge müssen spätestens **binnen 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.

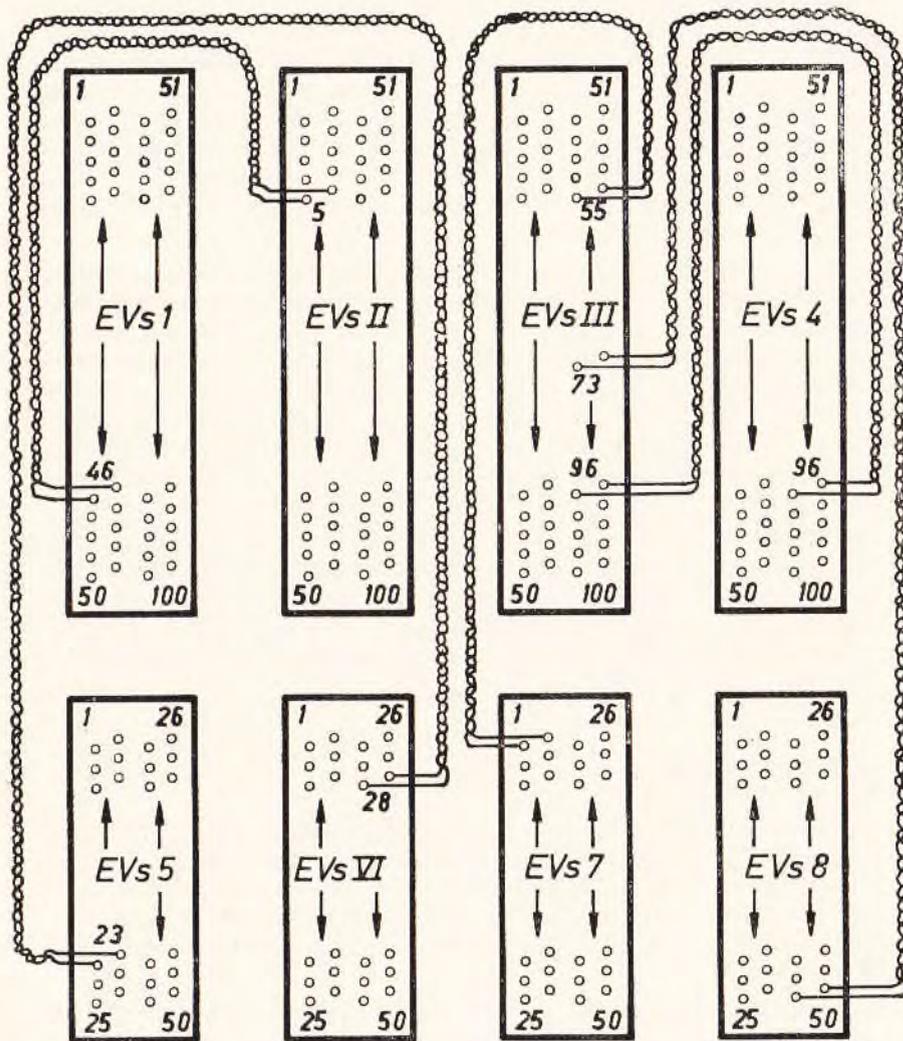
8.2. Das Ausführen von Schaltarbeiten

Im Abschnitt 3. 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. 125 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 kunststoffisolierten Drähten mit 0,6-mm-Leitern bestehen, sind von den Führungsschienen flach nach den Stiften zu führen. Bei Endver-

Beispiel für die Schaltdrahtführung im Kabelverzweiger 59



(Abb. 125)

schlüssen mit Schraubklemmen sind die blanken Drahtenden im Uhrzeigersinn unter die Schraubklemme zu legen. Die überstehenden Drahtenden werden sowohl bei den verlöteten als auch bei den verschraubten Schaltdrähten mit dem Schrägschneider abgeschnitten.

Wenn die Leitungsnummern in den Schaltaufträgen bisher farbig gekennzeichnet wurden, mußten die Schaltdrähte dieser Leitungen die gleiche Kennzeichnung erhalten. Nach einer 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 Lötflächen und Schraubklemmen zu umwickeln. Diese rot gekennzeichneten Schaltdrahtverbindungen dürfen ohne besondere Aufforderung weder getrennt noch umgeschaltet oder sonst in irgendeiner Weise in ihrer Betriebsicherheit 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 Fernsprechtstörungsstelle geschehen, nach deren Anweisung gearbeitet werden muß.

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

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

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

9. Der Starkstromschutz

9.1. Schutz gegen Starkstromanlagen allgemeiner Art

Im unterirdischen Linienbau wird man bei fast jeder Arbeit im Erdreich mit Leitungen anderer Versorgungsträger zusammentreffen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß hier Kanalisationsanlagen, Gas-

rohre, Wasserleitungen und nicht zuletzt elektrische Leitungen verschiedener Ausführung verlegt werden. 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 **gefährlose** 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:

**Größtmöglicher Abstand
zwischen Starkstrom und Fernmeldekabel**

Dieser Grundsatz wird sich nicht immer verwirklichen lassen, da das Erdreich unter den Straßen besonders in den wichtigen und zum Teil recht engen Straßenzügen der großen Städte oft sehr dicht mit Versorgungsleitungen belegt ist. Die **Abstände**, die bei **Näherungen** oder **Kreuzungen** zwischen 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 **Kabelschutzisen** 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 ebensoweit über den Anfang- und den Endpunkt der Näherungsstelle hinausragen.

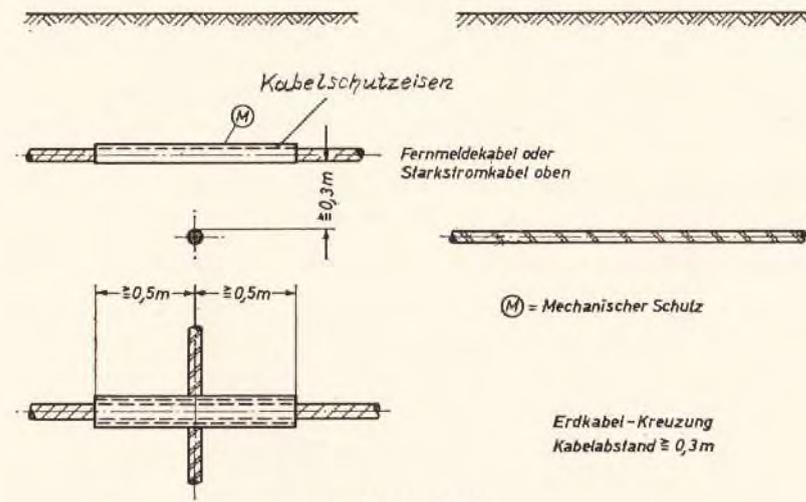
Gegen **Wärmewirkungen** sind **Schutzmaßnahmen bei Kreuzungen** und **Näherungen** nur dann erforderlich, wenn der Abstand zwischen den beiden Kabelanlagen **weniger als 0,3 m** beträgt. Die dem Starkstromkabel zugewandte Seite des Fernmeldekabels ist in einem derartigen Fall mit **Kabelschutzhauben** 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 Abb. 126 und 127 dargestellt. Sie sind an dem zuletzt verlegten Kabel vorzunehmen.

Erdkabel-Kreuzung

(Kabelabstand mindestens 0,3 m)



(Abb. 126)

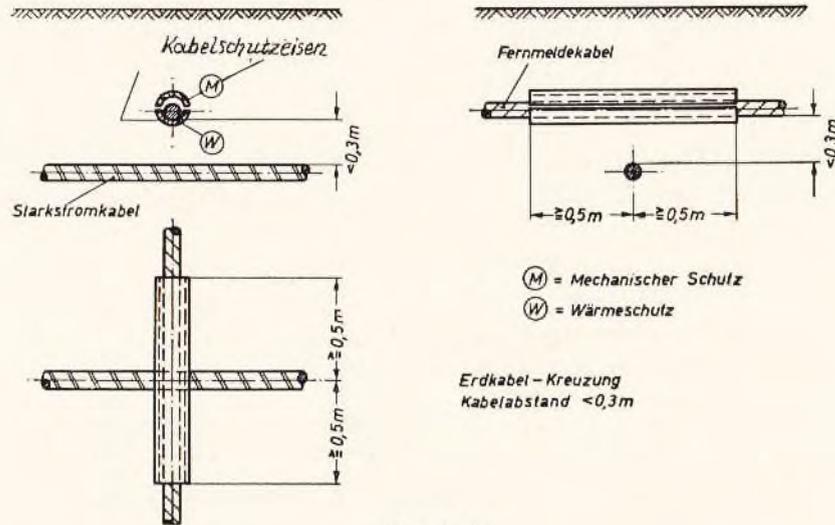
Befinden sich Fernmeldekabel in Kanälen, ist ein Schutz gegen Wärme und mechanische Einwirkungen nicht erforderlich. Liegt das Starkstromkabel in genügendem Abstand, d. h. 20 cm oberhalb des Kanals, so muß es gegen mechanische Beschädigungen abgedeckt werden.

Starkstromkabel dürfen nicht in unseren Kabelkanalanlagen untergebracht oder unmittelbar auf Kabelformsteinen gelagert werden. Bei **Parallelführungen** mit einem Kabelkanal sind die Starkstromkabel **mindestens in einem Abstand von 20 cm** auszulegen.

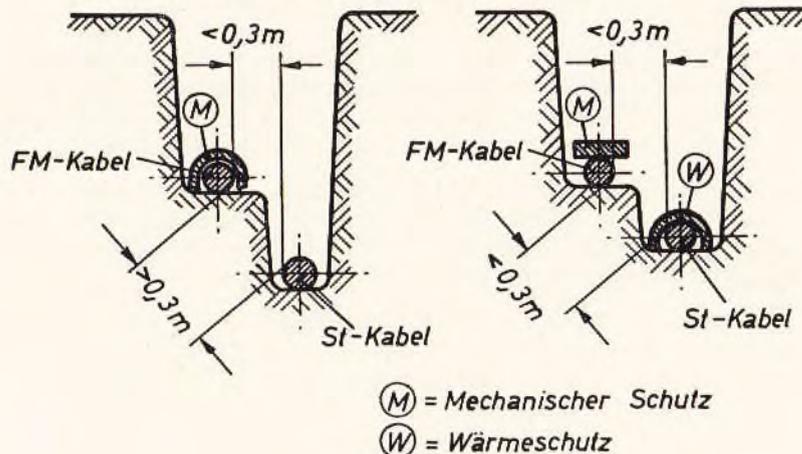
Das Verlegen von Starkstromkabeln und Fernmeldekabeln in einem gemeinsamen Graben ist im allgemeinen zu vermeiden. Nur wenn sich dadurch erhebliche Kosten ersparen lassen, kann nach vorausgegangener Prüfung durch die vorgesetzten Dienststellen ausnahmsweise so verfahren werden. Die Art der Auslegung, die Mindestabstände, der erforderliche Wärmeschutz und der mechanische Schutz werden in der Abb. 128 dargestellt.

Erdkabel-Kreuzung

(Kabelabstand kleiner als 0,3 m)



(Abb. 127)

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

(Abb. 128)

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 berechnet oder 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 verständigen sich beide Partner über den Zugang oder den Wegfall von Gefahrenstellen. 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.

9.2. 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 und KÜf) oder Fernsprechkäuschen in den genannten Bereichen errichtet werden sollen.**

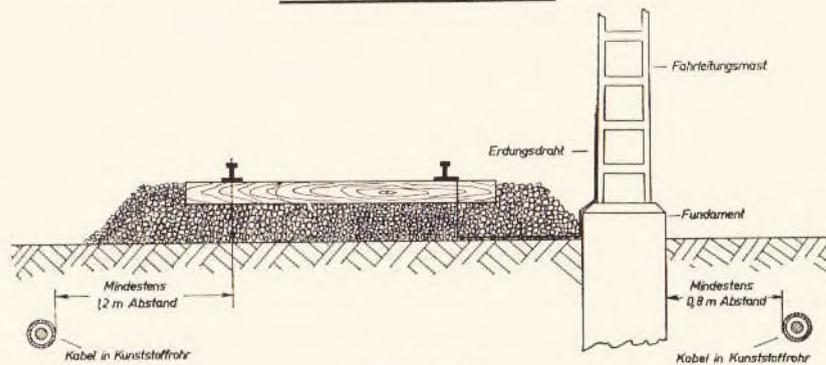
Der in den letzten Jahren vorangetriebene Ausbau des elektrisch betriebenen Streckennetzes der Deutschen Bundesbahn (DB) stellt in der Nähe von Bahnanlagen auch an den unterirdischen Linienbau besondere Anforderungen.

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 des „Handbuchs der Fernmeldetechnik“).

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 schutz-**

geerdet sind (Fundamente von Fahrleitungsmasten, Signal- und Lampenmaste eiserne Brücken usw.), soll **wenigstens 0,8 m** betragen (vgl. hierzu Abb. 129).

Kabel auf Bahngelände



(Abb. 129)

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

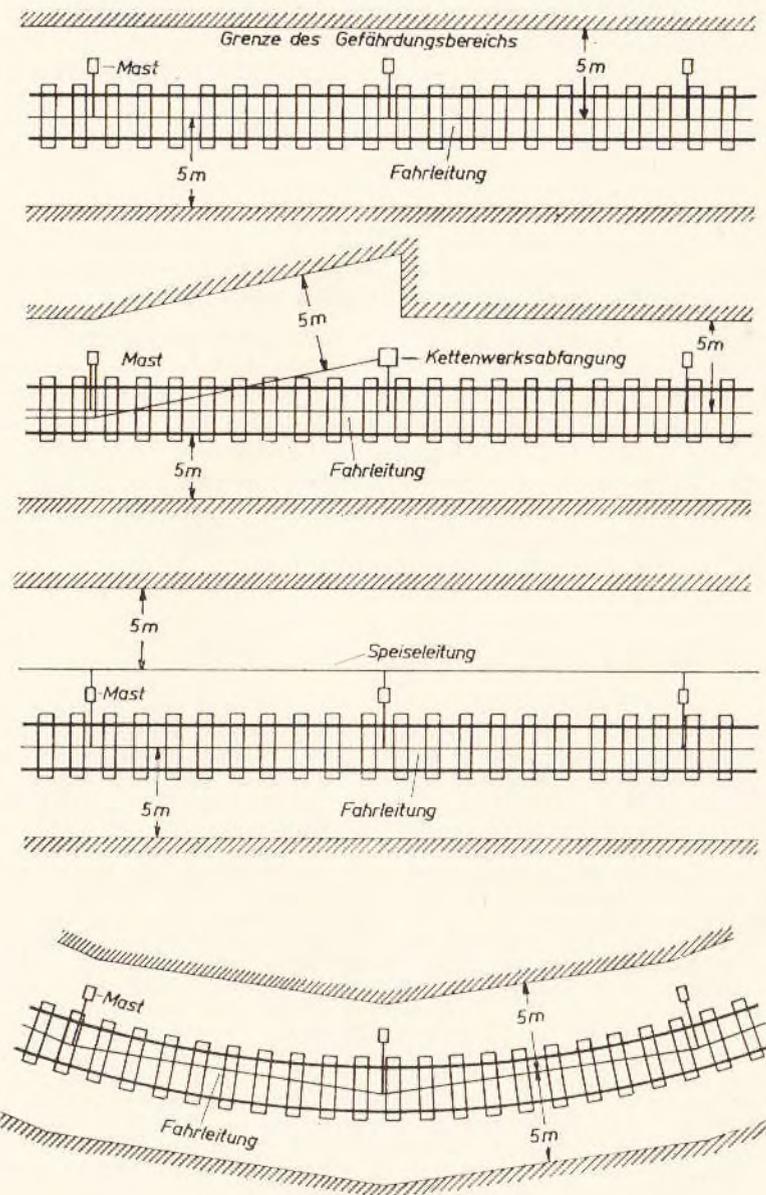
Kann in **Einzelfällen** auf die **Benutzung des Bahngeländes nicht verzichtet** werden, müssen **Kabel mit Kunststoffmantel** verwendet werden, z. B. PWE2Y-, PLEY- oder PLDEY-Kabel. Stehen **nur Kabel ohne Kunststoffhülle zur Verfügung**, sind diese **in Kunststoffrohre einzuziehen**. Die so erzielte 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. 130).

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 Kettenwerksabfangungen sowie bei Fahrleitungsmasten mit Schaltern oder zusätzlichen Speiseleitungen bis auf 10 m vergrößern (vgl. hierzu Abb. 130).

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

Bei **Arbeiten auf Eisenbahngelände** besteht allgemein **erhöhte Unfallgefahr**. Die Bestimmungen des § 10 der „Unfallverhütungsvorschriften für den fernmeldetechnischen Dienst (UVVft)“ sind genau zu beachten.

Gefährdungsbereich an elektrisch betriebenen Bahnstrecken



(Abb. 130)

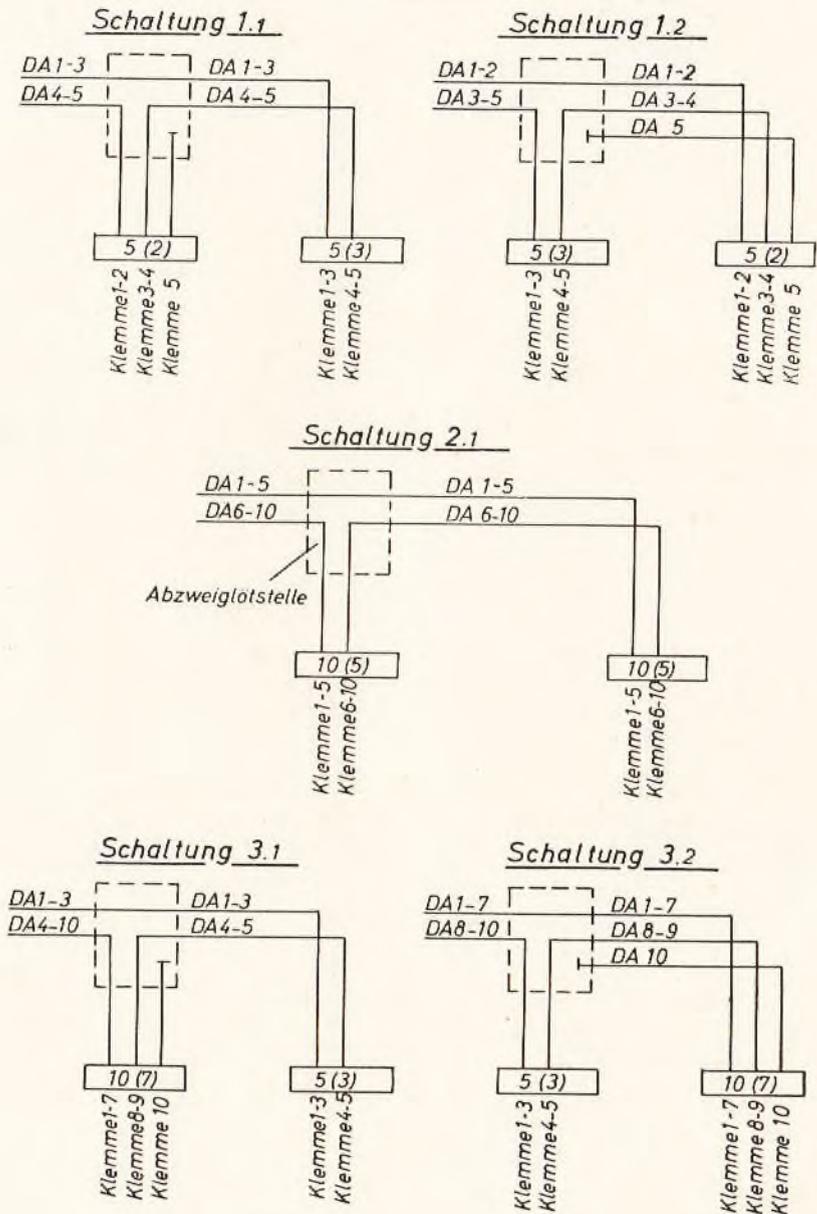
Bei **elektrisch betriebenen Eisenbahnen** ist außerdem zu berücksichtigen, daß die **Fahrleitungen** solcher Bahnen meistens **Hochspannung** von mehr als **1000 Volt** führen. Die **DB** verwendet sogar eine **Fahrleitungsspannung von 15000 Volt**. Der **lotrechte Abstand** zwischen Fahrleitung und Schienenoberkante beträgt durchschnittlich **nur etwa 5,50 m** und ist damit merklich geringer als bei Hochspannungsleitungen allgemeiner Art. Bei **Arbeiten unter Fahrleitungen oder im Gefährdungsbereich** dürfen deshalb **keine sperrigen Geräte, Maschinen usw.** verwendet werden, deren Teile sich auf **weniger als 2 m** den **Fahrdrähten nähern können**. Andernfalls ist der zuständige Starkstromsachbearbeiter mindestens 2 Wochen vor Arbeitsbeginn zu unterrichten, damit die erforderlichen Schutzmaßnahmen in Zusammenarbeit mit der Bahnverwaltung eingeleitet werden können.

Kabel auf dem Gelände oder im Gefährdungsbereich elektrisch betriebener Eisenbahnen können bei Fahrleitungskurzschluß **gefährdend beeinflusst werden**. Außerdem können auch in **weiter entfernt liegenden Kabeln gefährliche Fremdspannungen** durch das magnetische Feld einer elektrisch betriebenen Bahnstrecke hervorgerufen werden. Bei **Arbeiten an solchen gefährdend beeinflussten Kabeln** ist **§ 27 UVVFt genau zu beachten**. Die gefährdend beeinflussten Kabel sind in den Planunterlagen besonders gekennzeichnet (vgl. hierzu Band B 2 des „Handbuchs der Fernmeldetechnik“).

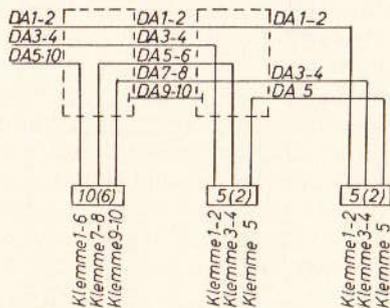
9.3. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 9.

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 beginnen?
13. In welcher Vorschrift werden die Schutzmaßnahmen beschrieben, die bei Arbeiten an gefährdend beeinflussten Kabeln zu treffen sind?

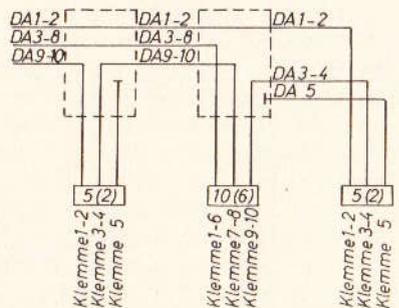
Ausgleichsschaltungen von Endeinrichtungen



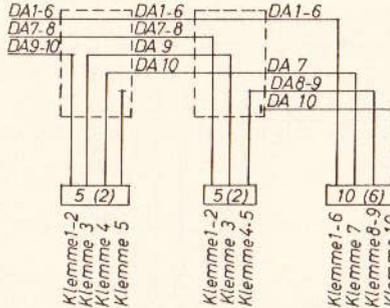
Schaltung 4.1



Schaltung 4.2

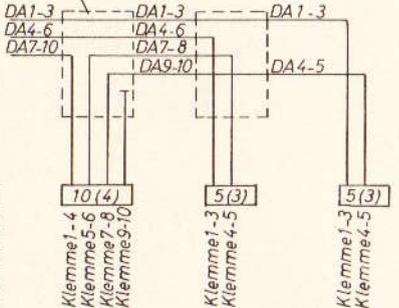


Schaltung 4.3

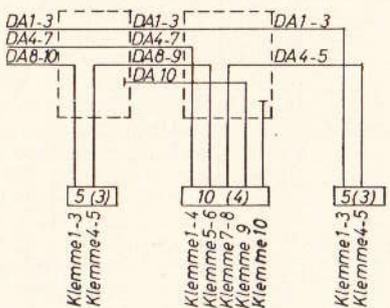


Abzweiglotstelle

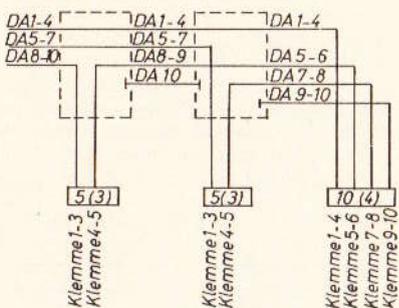
Schaltung 5.1



Schaltung 5.2

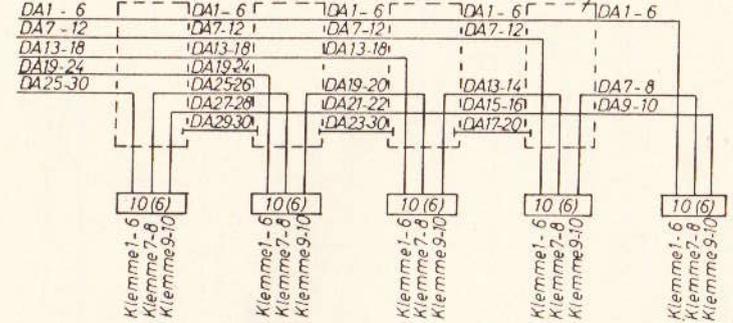


Schaltung 5.3



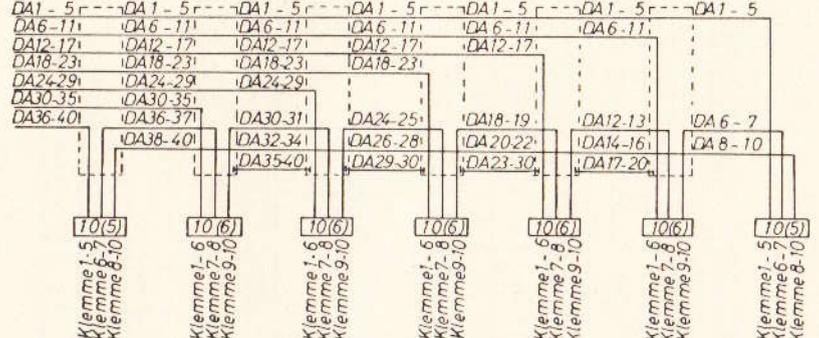
Ausgleichsschaltungen von Endeinrichtungen an Stelle von KVz

Schaltung 1



Abzweiglotstelle

Schaltung 2



Anlage 5a

ON		Ask-Sammelschaltauftrag								Schaltstelle						
VSt		zum Bauauftrag								Blatt Nr. Zahl						
Verteiler		Frist			Schaltauftrag			Datum		Name						
					erteilt:											
					ausgeführt:											
					Karteil berichtigt:											
Lfd. Nr.	Leitungs-Nr.	HVT			LVz	EVs		KVz	EVs oder KÜT				Bemerkungen			
		Reihe	Leistl.	Stift		Stift	Stift		Stift	Standort	Nr. Stift					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
alt																
neu																
alt																
neu																
alt																
neu																
alt																
neu																
alt																
neu																
alt																
neu																
alt																
neu																
alt																
neu																
alt																
neu																
alt																
neu																
alt																
neu																
alt																
neu																

Anlage 5b

ON		Ovk-Sammelschaltauftrag												Schaltstelle	
VSt		zum Bauauftrag												Blatt Nr. Zahl	
Verteiler		Frist			Schaltauftrag			Datum		Name					
					erteilt:										
					ausgeführt:										
					Karteil berichtigt:										
Lfd. Nr.	Leitungs-Nr.	HVT			HVT			HVT			HVT			Bemerkungen	
		ankommend	abgehend	Stift	ankommend	abgehend	Stift	ankommend	abgehend	Stift	ankommend	abgehend	Stift		
1	2	Reihe	Leistl.	Stift	Reihe	Leistl.	Stift	Reihe	Leistl.	Stift	Reihe	Leistl.	Stift	27	
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															
alt															
neu															

Lfd. Nr.	Leitungs-Nr.	HVI			HVI			HVI			HVI			Bemerkungen													
		ankommend	abgehend		ankommend	abgehend		ankommend	abgehend		ankommend	abgehend															
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																											

DEUTSCHE BUNDESPOST Fernmeldetechnisches Zentralamt	Linientechnik-Kabelmontage Galvanische Verbindung der metallischen Kabelhüllen von starkstrombeeinflussten Fernmeldekabeln	R VI A Nr. 64 Ausgabe 2
Nur für den Dienstgebrauch		
<p>1. Allgemeines</p> <p>1.1. 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 Gebieten¹⁾ liegen. Dies ist aus den Arbeitsunterlagen zu ersehen.</p> <p>1.2. 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>1.3. Bei bewehrten Bleimantelkabeln muß bei der Überbrückung der Arbeitsstelle nach 1.2. auch die Bewehrung mit erfaßt werden.</p> <p>1.4. 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>¹⁾Vorausgesetzt wird, daß die Kabel gefährdend beeinflusst sind oder einen besonderen Reduktionsfaktor haben oder in gefährdenden Spannungstrichtern von Starkstromanlagen liegen.</p>		
<p>1.5. Sind an Kabeln Montagearbeiten auszuführen, die in den Arbeitsunterlagen 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>2. Ausführen der galvanischen Verbindungen</p> <p>2.1. Bleimantelkabel der Ausführungsformen PM, PMz bzw. P(i)Mz</p> <p>2.1.1. Die galvanische Durchverbindung der Bleimäntel ist an fertig montierten Kabeln durch das Verlöten der Mäntel mit den Muffen sichergestellt.</p> <p>2.1.2. 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>2.1.2.1. Als Arbeitsverbindung ist ein verzinktes Kupferseil, 6 mm², nach DIN 46 438 zu verwenden.</p> <p>2.1.2.2. Bevor die Arbeitsverbindung hergestellt wird, müssen die Kabelmäntel metallisch blank gemacht werden, um eine elektrisch gut leitende Verbindung zu bekommen.</p> <p>2.1.2.3. Das Kupferseil muß so lang sein, daß die Montagearbeiten dadurch nicht behindert werden.</p> <p>2.1.2.4. Das Kupferseil kann unmittelbar auf die Bleimäntel der beiden Kabelstücke aufgelötet werden. Es genügt aber auch, wenn</p>		
Ersatz für Ausgabe 1, Januar 1962	Januar 1964	R VI A Nr. 64

an den Enden des Kupferseils geeignete Klemm- oder Schraubverbinder angelötet sind, mit denen die Arbeitsverbindung am Kabelmantel festgelegt wird.

2.1.2.5. 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.

2.1.3. 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.

2.2. Bewehrte Bleimantelkabel der Ausführungsformen PMbc bzw. PMibc.

2.2.1. Ständige galvanische Verbindung der Bleimäntel wie unter 2.1.1.

2.2.2. Sind neue Kabelstücke miteinander zu verbinden, so muß zunächst die Bewehrung überbrückt werden.

2.2.2.1. Zu diesem Zweck werden die Bewehrungsdrähte oder -bänder am Abbund der Bewehrung metallisch blank gemacht und gut verzinkt. Dann wird von Kabelstück zu Kabelstück ein verzinktes Kupferseil von 6 mm² Querschnitt nach DIN 46 438 auf die Bewehrung aufgelötet. Diese Verbindung muß während der gesamten Betriebsdauer des Kabels bestehenbleiben.

2.2.2.2. Länge des Kupferseils siehe 2.1.2.3.

2.2.2.3. 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 verdreht und fest auf die Bleimäntel (müssen metallisch blank sein) und das Seil gewickelt.

2.2.2.4. Nach Abschluß der Montagearbeiten wird das verzinkte Kupferseil auf die Mitte der Bleimuffe punktförmig aufgelötet. Erst jetzt dürfen die Arbeitsverbindungen zwischen Seil und Bleimantel gelöst werden.

2.2.3. Muß eine Muffe mit galvanischer Durchverbindung in einer vorhandenen

Kabelanlage geöffnet werden, so sind zuerst die unter 2.2.2.3. beschriebenen Arbeitsverbindungen herzustellen.

2.2.4. 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.

2.3. Stahlwellmantel der Ausführungsformen PWY, PWYv, P(i)WY bzw. P(ib)WY.

2.3.1. 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.

2.3.2. Die galvanische Verbindung ist den Bestimmungen unter 2.1. einschließlich Unternehmern entsprechend herzustellen.

2.3.3. Bei den P(i)WY/P(ib)WY-Kabeln ist bezüglich des zwischen Kabelseele und -mantel angeordneten Induktionsschutzes nach 2.1.3. zu verfahren.

2.4 Aluminiummantelkabel der Ausführungsformen PLY, PLDY, PLibYv bzw. PLDibYv.

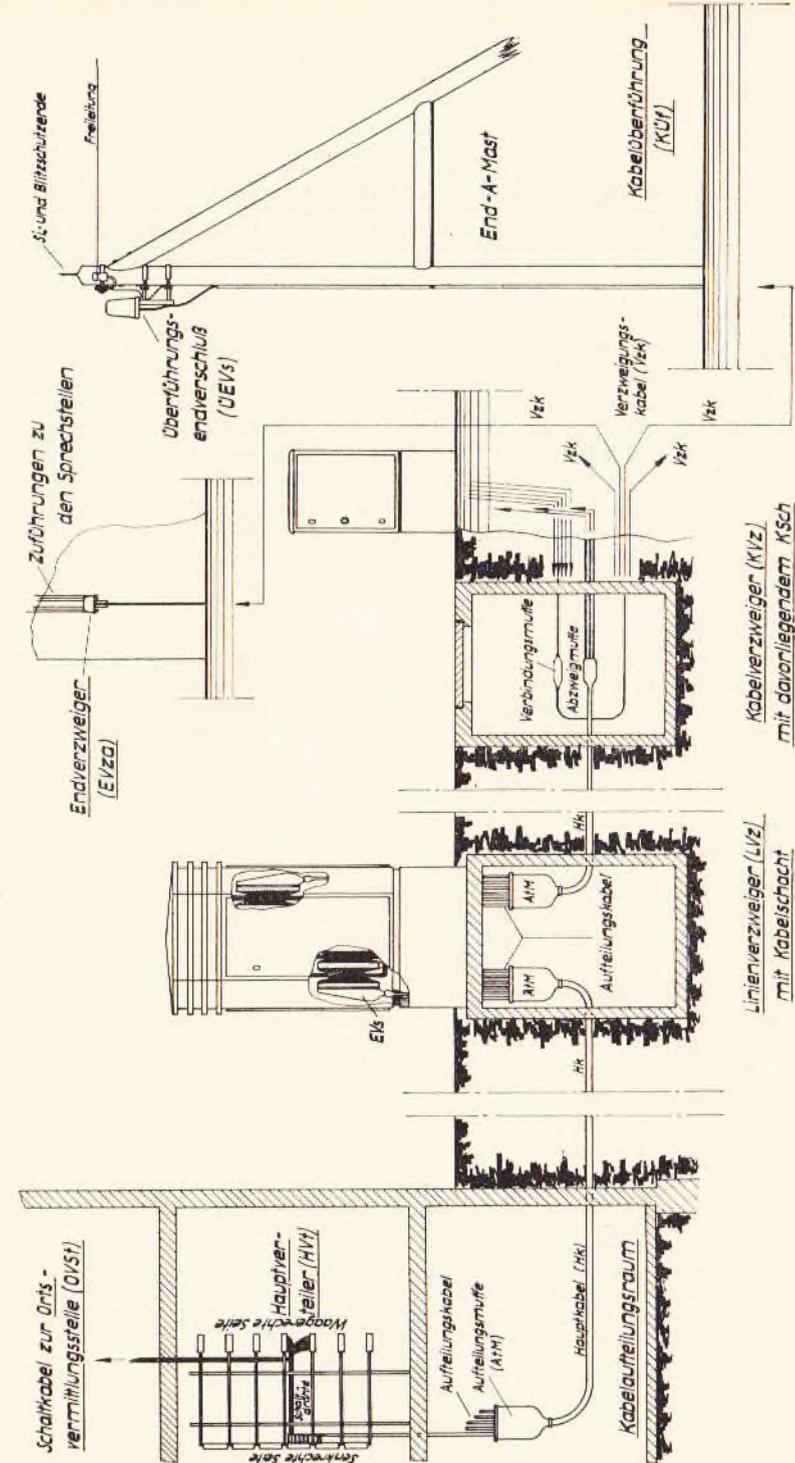
2.4.1. Auch bei den PLY/PLDY/PLibYv/PLDibYv-Kabeln ist, wenn die ständige galvanische Verbindung von Al-Mantel über Muffe zu Al-Mantel noch nicht besteht bzw. unterbrochen wird, für die Dauer der Arbeiten eine Arbeitsverbindung nach den Bestimmungen unter 2.1. einschließlich Unternehmern (ausschließlich 2.1.3.) entsprechend herzustellen.

2.4.2. 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.

2.5. Sonderkabel

2.5.1. Für die galvanische Verbindung an Kabeln mit Sonderaufbauten, z. B. Kabel mit Blitzschutzbewehrungen, werden von Fall zu Fall besondere Anweisungen herausgegeben.

Bildliche Darstellung der Bauteile eines großen Anschlußnetzes



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 Polytest-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 ein Polytest-Suchröhrchen zu verwenden, das außer **Kohlenoxyd** (Stadtgas!) auch die Dämpfe von Propan und anderen Kohlenwasserstoffen anzeigt. Sofort nach Öffnen des Kabelschachtes 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 am Röhrchenhalter verbleibt, wird die Sonde aus dem Schacht herausgezogen und wie folgt weiterverfahren:

Zahl der Hübe	Fall	Verfärbung	Beurteilung
1	A	Grünfärbung	starke Gaskonzentration! Schacht durchlüften und nach 10 Minuten erneut prüfen
1	B	keine Färbung	vier weitere Hübe nach erneutem Einsenken der Sonde
5	C	Grünfärbung	schwache Gaskonzentration! 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

- a) Luftverunreinigung durch eigene Arbeiten verursacht wird (undichte Propanarmaturen, Abgase von Lötöfen),
- b) mit offenem Feuer umgegangen wird,
- c) 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 Seiten 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.

4.2. Prüfung mit Erdgasröhrchen

Das gesamte Prüfverfahren mit den Polytest-Suchröhrchen ist nicht mit Sicherheit geeignet, wenn in einer Stadt oder einem Stadtteil anstelle von Stadtgas Erdgas verwendet wird. Es wurde daher ein Prüfröhrchen für Erdgas entwickelt. Innerhalb der Erdgasgefahrenbereiche ist daher die erste Prüfung immer mit dem „Erdgastest-Röhrchen“ durchzuführen, da dieses sämtliche Gase, die mit den Polytest-Röhrchen festzustellen sind und zusätzlich Erdgas anzeigt. Erst wenn bei festgestelltem Gas und anschließendem Lüften weiterhin Gas angezeigt wird, muß bei Unklarheit bezüglich Art und Herkunft des Gases mit dem Polytest-Röhrchen weitergeprüft werden. Damit läßt sich dann einwandfrei ermitteln, ob eine Verunreinigung durch CO-(Stadt-)Gas oder Propan- bzw. Benzindämpfe vorliegt. Meistens wird das eine oder andere von vornherein auszuschließen sein, z. B. wenn keine CO-(Stadt-)Gasversorgung mehr besteht oder nicht mit Propan/Benzin gearbeitet wurde.

Der „Erdgastest“ besteht aus einem Vorröhrchen und einem Anzeigeröhrchen, die zur Messung durch einen kurzen Gummischlauch verbunden werden. Das freie Ende des Anzeigeröhrchens wird in das Mundstück der Balgpumpe des Gasspürgeräts gesteckt, wobei der aufgetragene Pfeil zur Pumpe weisen soll.

Die weiße Schicht des Anzeigeröhrchens verfärbt sich auf etwa 5 mm braungrün bei einer Konzentration von

0,5 Vol.-% Methan
oder 0,05 Vol.-% Propan.

Die zu untersuchende Luft ist mit 2 Hüben der Balgpumpe durch den „Erdgastest“ zu saugen. Hat sich die weiße Anzeigeschicht auch nur teilweise braungrün verfärbt, ist Erdgas, Kohlenoxid oder Propangas vorhanden. Der „Erdgastest“ kann nur einmal verwendet werden, auch dann, wenn die Prüfung negativ verlaufen ist.

In einem Bereich von 0 bis +50° C hat die Temperatur keinen Einfluß auf das Meßergebnis. Bei niedrigen Temperaturen ist die Anzeigeempfindlichkeit geringer. Die Luftfeuchtigkeit beeinflußt die Messung nicht.

Merkblattfür die Verwendung von Propan im Fernmeldewesen

A. Allgemeines

1. Propan kann zum Löten, Heizen und Beleuchten verwendet werden.
2. Propan ist schwerer als Luft, breitet sich daher am Boden aus und sammelt sich an tiefen Stellen.
3. Propan ist nicht giftig, wirkt aber erstickend.
4. Berührung der Haut mit dem flüssigen Propan muß vermieden werden, da dies zu Erfrierungen führen kann.
5. Da Propan mit Luft vermischt ein explosives Gemisch bildet, muß das Ausströmen von unverbranntem Propan vermieden werden. Ist Gas ausgeströmt, so muß es durch Entlüften oder Absaugen entfernt werden. Es ist verboten, in der Nähe von ausgeströmtem Gas zu rauchen oder andere Zündquellen in die Nähe zu bringen.

B. Umgang mit Propanflaschen

1. Es muß vermieden werden, daß das Gas in Räume unter Flur gelangt. Aus diesem Grund dürfen Propanflaschen nicht in Räumen unter Flur gelagert werden. Sie sind so weit wie möglich von Kabelschachtöffnungen, Kellerfenstern usw. entfernt aufzustellen. In Kellerräumen und Kabelschächten darf jeweils nur eine Flasche mit einem Füllgewicht bis zu 425 g aufgestellt werden, und zwar nur solange damit gearbeitet wird. Sofort nach Beendigung der Arbeiten — auch bei Unterbrechungen — sind die Flaschen aus Räumen unter Erdgleiche zu entfernen. In unterirdischen Verstärkerstellen dürfen keine Flaschen aufgestellt werden.
2. Propanflaschen müssen vor übermäßiger Erwärmung geschützt werden. Die Flaschen dürfen nicht neben Öfen, Heizungen usw. aufgestellt oder starker Sonnenbestrahlung ausgesetzt werden.
3. Treten bei niedrigen Außentemperaturen und starker Gasentnahme Verdampfungsschwierigkeiten oder Vereisung der Flaschen auf, so sind die Flaschen z. B. durch Auflegen heißer Tücher, nicht aber durch Flammeneinwirkung oder Aufstellen in der Nähe von Öfen usw., zu erwärmen.
4. Wegen der vorstehend genannten Gefahren ist mit Flaschen und Propangeräten überlegt und sorgfältig umzugehen.

5. Propanflaschen dürfen nur an den dafür vorgeschriebenen Stellen gelagert werden.
6. Propanflaschen dürfen nur feststehend, mit aufgeschraubten Ventilverschlußmuttern und aufgesetzten Schutzkappen befördert werden. Ausgenommen sind die 90-g- und 425-g-Flaschen, die mit den zugehörigen Geräten fest in den dafür vorgesehenen Transportkästen untergebracht werden. Flaschen mit einem Füllgewicht von 5 kg und höher dürfen in geschlossenen Fahrzeugen nur befördert werden, wenn Entlüftungsöffnungen im Boden oder in Bodennähe vorhanden sind. Die Öffnungen dürfen nicht unmittelbar über oder vor dem Auspuff liegen.
7. Werden Personen und Propanflaschen zusammen in **einem** Fahrzeug befördert, so ist das Rauchen und das Umgehen mit offenem Feuer in diesem streng verboten.
8. Flaschen dürfen nicht in Kleidungsstücken getragen werden.
9. Propanflaschen dürfen nur von Kräften gefüllt werden, die vom zuständigen Vorgesetzten dazu bestimmt werden. Bei Dienststellen der DBP dürfen nur Flaschen mit einem Füllgewicht bis zu 425 g gefüllt werden.
10. Propanflaschen müssen entweder unter Aufsicht stehen oder gegen den Zugriff Unbefugter geschützt sein. Bei den Arbeiten müssen sie aufrecht stehen und gegen Umfallen usw. gesichert sein.

C. Umgang mit Propangeräten

1. Mit Propangeräten ist nach den Bedienungsanweisungen der Lieferfirmen und unter Beachtung der Bestimmungen der FBO Teil 12 zu arbeiten.
2. Es dürfen nur vom FTZ zugelassene Geräte und Armaturen verwendet werden.
3. Vor jedem Gebrauch ist eine augenscheinliche Prüfung aller Verbindungsstellen sowie der Schläuche erforderlich. Es ist darauf zu achten, daß alle Armaturen festsitzen und sämtliche Verbindungsstellen sowie die Schläuche und Ventile dicht sind.
4. Prüfungen und Undichtheiten sind nur durch Untertauchen in Wasser (mit Ausnahme der Regler) oder Bepinseln mit schaumbildenden Mitteln auszuführen, jedoch niemals durch Ableuchten mit offenen Flammen.

5. Mit schadhaften Geräten darf nicht gearbeitet werden. Alle Instandsetzungen — ausgenommen das Nachsetzen und der Austausch von Schläuchen — sind von den Geräteherstellern auszuführen.
6. Die Flaschen- und Geräteventile sind bei Arbeitsunterbrechung oder Arbeitsende sofort zu schließen. Bei längeren Arbeitsunterbrechungen — sowie beim Verlassen der Kabelschächte, Kellerräume usw. — sind die Propangeräte, die an Flaschen außerhalb dieser Räume angeschlossen sind, aus den Räumen zu entfernen.

Anlage 10

**Hilfsmittel zum Aufsuchen bestimmter Doppeladern in Fernmelde-
kabeln mit gleichmäßigem (symmetrischem) Aufbau**

Zahl d. Adern- paare	Nummer der Zähl-doppelader in Lage																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
20	5																	
30	11																	
40	3	15	(bzw. 3	17)														
50	7	23																
60	9	29																
70	3	15	37															
80	3	17	43															
90	7	23	51															
100	9	29	59															
120	3	15	39	75														
140	5	21	49	89														
150	7	25	55	97														
200	5	21	49	89	139													
210	7	25	55	95	147													
250	3	15	39	75	123	181												
280	5	21	49	89	141	205												
300	9	29	61	105	159	225												
350	3	17	43	81	131	193	267											
400	9	29	61	105	161	229	309											
420	3	15	39	73	119	177	247	329										
450	3	17	43	81	131	193	265	351										
490	7	25	55	97	151	217	297	389										
500	9	29	61	105	161	229	309	401										
560	3	17	43	81	131	193	267	353	451									
600	7	25	55	97	151	217	295	385	487									
630	11	33	67	113	171	241	321	413	517									
700	5	21	49	89	141	205	281	369	469	581								
750	9	29	61	105	161	229	309	401	505	623								
770	11	33	67	113	171	241	323	417	523	641								
800	3	15	39	75	123	183	255	339	437	547	669							
840	5	21	49	89	141	205	281	369	469	581	705							
900	9	29	61	105	161	229	309	403	509	627	759							
910	11	33	67	113	171	241	323	417	523	641	771							
980	5	21	49	89	141	205	281	369	469	581	703	837						
1000	7	25	55	97	151	217	295	385	485	597	721	857						
1100	3	15	39	75	123	183	255	339	435	545	667	801	947					
1200	9	29	61	105	161	229	309	401	505	621	749	889	1041					
1300	3	17	43	81	131	193	267	355	455	567	691	827	975	1135				
1400	11	33	67	113	171	241	323	417	523	641	771	913	1067	1231				
1500	5	21	49	89	141	205	281	369	469	581	705	841	989	1149	1321			
2000	11	33	67	113	171	241	323	417	523	641	771	913	1067	1233	1411	1601	1803	

Band C 1**– Werkstoffkunde und Werkstoffbearbeitung**

Werkstoffe der Fernmeldetechnik und ihre Bearbeitung – Werkzeuge und Werkzeugmaschinen – Werkstoffprüfung – Oberflächenschutz der Metalle – Nichtmetallische Werkstoffe – Isolierstoffe – Kunststoffe

Band C 2**– Oberirdischer Linienbau**

FBG und FBZ im oberirdischen Linienbau – Planung und Bau oberirdischer Anschlußlinien – Installationskabel und Luftkabel – Erdungsanlagen

Band C 3**– Unterirdischer Linienbau**

Gestaltung der Fernmeldenetze – Fernmeldekabel – Aufgaben und Aufbau der Bauteile im Anschlußnetz – Schaltungen in Verzweigungseinrichtungen – Druckluftprüfeinrichtungen

Band C 4**– Fernsprechapparate und Zusatzeinrichtungen**

Aufbau, Schaltung und Wirkungsweise der Fernsprechapparate und Zusatzeinrichtungen

Band C 5

(mit Beiheft)

– Wählvermittlungstechnik

Grundzüge der Wählvermittlungstechnik – Bauelemente und ihre Verwendung – Gliederung und Aufbau der Ortswählvermittlungen – Vorfeldeinrichtungen – Stromversorgungs- und Erdungsanlagen – Fernwählvermittlungsstellen

Band C 6

(mit Beiheft)

– Nebenstellenanlagen

Zweck der Nebenstellenanlagen – Baustufen – Stromversorgung – Schaltungsaufbau der kleinen Nebenstellenanlagen und der Reihenanlagen

Band C 7**– Sprechstellenbau**

Bauftrag – Einrichtungs- und Änderungsgebühren – Teilnehmer-einrichtungen – Fernmeldebauteil – Bauausführung

Umfang je Band rund 140 Seiten

Wichtig zur Vorbereitung auf Eignungsfeststellungen und Prüfungen

Deutschlehre
 (mit Beiheft)

Rechtschreibung – Wortlehre – Satzlehre – Zeichensetzung – Stil- und Aufsatzkunde – Übungsaufgaben – Übungsdiktate – Lösungen

Umfang rund 200 Seiten

Preis 5,- DM

Rechenlehre

Rechnen – Raumlehre – Sortenverwandlung – Übungsaufgaben – Angewandte Aufgaben – Lösungsheft

Umfang rund 190 Seiten

Preis 5,- DM

– Weitere Lehrbücher siehe 2. und 4. Umschlagseite –

Handbuch der Fernmeldetechnik

— Buchreihe BFt —

15

wichtige Lehr- und Lernwerke zur Vorbereitung auf den Grundlehrgang Ft 2, die verschiedenen Aufbaulehrgänge BFt und den Abschlußlehrgang BFt

Band G — Grundlagen der Fernmeldetechnik (2 Teile)

Band E — Entstörungstechnik (2 Teile)

Band L — Linientechnik (2 Teile)

Band V — Vermittlungstechnik (3 Teile)

Band T — Telegrafentechnik (2 Teile)

Band Ü — Übertragungstechnik (2 Teile)

Band Fu — Funktechnik (2 Teile)

Umfang je Band etwa 180 Seiten

Sonderband: **Allgemeines Prüfungswissen**
(für die Kräfte des BFW-, BFt- und BPT-Dienstes)
(2 Teile)

Sämtliche Lehrwerke können bestellt werden bei
Deutsche Postgewerkschaft — Hauptvorstand — Verlag

6 Frankfurt 1 — Savignystraße 43