

# Grundwissen des Fernmeldedienstes

Band IX

*Unterrichtlicher Fernmeldebau*

Teil I



Herausgeber: Deutsche Postgewerkschaft · Hauptvorstand

Frankfurt (Main)

# Grundwissen des Fernmeldedienstes

Band IX

*Unterirdischer Fernmeldebau*

Teil I

### Vorwort zur 1. Auflage

Mit diesem Band IX der Reihe „Das Grundwissen des Fernmeldedienstes“ wird der Fernmeldebaudienst fortgesetzt. Dieser Band behandelt den ersten Teil des unterirdischen Fernmeldebaudienstes. Während hier u. a. das unterirdische Ortsnetz, die Kabelarten und Verzweigereinrichtungen behandelt sind, wird der Band X u. a. die Kanalanlagen bringen.

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

Frankfurt am Main, im Mai 1954  
Untermainkai 70—71

### Vorwort zur 2. Auflage

Kurze Zeit nach der Neuauflage der Bände VI, VII und VIII, die den oberirdischen Fernmeldebaudienst behandeln, ist auch die 2. Auflage des vorliegenden Bandes IX der Reihe „Das Grundwissen des Fernmeldedienstes“ erforderlich.

Diese 2. Auflage des Bandes IX, der den 1. Teil des unterirdischen Fernmeldebaudienstes — das unterirdische Ortsnetz, die Kabelarten und die Verzweigereinrichtungen — erörtert, berücksichtigt die neuesten Verfügungen und Änderungen, die den Fernmeldebaudienst betreffen.

Wir wünschen, daß auch die 2. Auflage des Bandes IX den gleichen Anklang wie die 1. Auflage finden möge.

Frankfurt am Main, im Dezember 1956  
Savignystraße 43

<b>Inhaltsverzeichnis</b>		Seite
Vorwort zur 1. Auflage — Vorwort zur 2. Auflage . . . . .		3
Allgemeines . . . . .		7
<b>I. Das unterirdische Ortsnetz . . . . .</b>		<b>7</b>
1. Das Ortsnetz . . . . .		7
2. Die Entwicklung vom oberirdischen zum unterirdischen Leitungsnetz . . . . .		8
3. Aufteilung eines größeren Anschlußbereichs . . . . .		9
4. Das Kabelnetz . . . . .		10
a) Amtskabel . . . . .		10
b) Netzkabel . . . . .		11
c) Verteilungskabel . . . . .		11
d) Ringkabel . . . . .		11
e) Zwischenkabel . . . . .		12
5. Allgemeines über Anschlußkabel . . . . .		12
Die Dämpfung . . . . .		12
Die Reichweite der verschiedenen Aderndurchmesser . . . . .		12
6. Die Kabelabschluß- und Verzweigereinrichtungen . . . . .		13
a) Kabelabschlußeinrichtungen . . . . .		13
Endverschlüsse . . . . .		13
Überführungsendverschlüsse . . . . .		14
Endverzweiger . . . . .		14
b) Verzweigereinrichtungen . . . . .		15
Linienverzweiger . . . . .		15
Kabelverzweiger . . . . .		15
7. Der Netzknotenpunkt (NKP) . . . . .		15
8. Schaltnetz und starres Netz . . . . .		16
9. Die Kabelnetzgestaltung in einem Ortsnetz . . . . .		17
a) Kleine Ortsnetze . . . . .		17
b) Mittlere Ortsnetze . . . . .		17
c) Große Ortsnetze . . . . .		17
Kernbezirk . . . . .		18
Außenbezirke . . . . .		18
10. Beispiele für Schaltwege von Sprechstellen . . . . .		18
<b>II. Die Fernmeldekabel . . . . .</b>		<b>19</b>
1. Allgemeines . . . . .		19
Bezeichnung der Fernmeldekabel nach ihrer Bauart . . . . .		19
Bezeichnung der Fernmeldekabel nach ihrem Verwendungszweck . . . . .		19
Erd- und Röhrenkabel mit Bleimantel . . . . .		20
Röhrenkabel mit Stahlweilmantel und Röhrenkabel mit Aluminiummantel . . . . .		21
2. Der Leiter . . . . .		22
3. Die Isolierung . . . . .		22
4. Die Verseilung . . . . .		23
5. Die Kennzeichnung und Zählung der Kabeladern . . . . .		25
6. Aufteilungskabel . . . . .		26
7. Breitband-Fernkabel und Trägerfrequenz-Kabel . . . . .		29
8. Verpackung der Kabel . . . . .		30
<b>III. Aufbau der Kabelabschluß- und Verzweigereinrichtungen . . . . .</b>		<b>32</b>
1. Kabelabschlußeinrichtungen . . . . .		32
a) Endverschlüsse (EVs) . . . . .		32

	Seite
Fernkabelendverschluß (Fk-EVs)	32
Fernkabelverzweiger (Fk-Vzw)	33
Endverschlüsse für Ortskabel (Evs-Ol)	34
b) Überführungsendverschlüsse (ÜEVs)	35
Überführungsendverschlüsse für Fernleitungskabel (ÜEVs-Fl)	35
Überführungsendverschlüsse für Ortskabel (ÜEVs-Ol)	36
ÜEVs-Ol (Baujahr 1930)	36
ÜEVs-Ol (Baujahr 1950)	36
ÜEVs-Ol (Baujahr 1953)	36
c) Endverzweiger (EV)	37
Wetterfeste Endverzweiger (EVw)	37
Endverzweiger für Innenräume (EVi)	38
2. Sicherungsleisten	40
Trennleisten	40
3. Verzweigereinrichtungen	42
a) Linienverzweiger (LV)	42
b) Kabelverzweiger (KV)	43
<b>IV. Wir legen ein Erdkabel aus</b>	45
1. Allgemeines	45
2. Die Beschreibung des Fernmeldebauzuugs und Fernmeldebaugeräts	45
a) Das Fernmeldebauzuug	45
Kabelschutzhauben	45
Nahtlose Kabelschutzrohre	46
Kabelschutzseisen	46
b) Das Fernmeldebaugerät	47
Kabelrollen mit Kugellager	47
Ziehstrumpf	48
Kabeltrommelzange	49
3. Die Auskundung der Kabelstrecke	49
Feststellung der örtlichen Gegebenheiten und der Kabelführung	49
Wichtige Vorschriften, die bei der Auskundung zu beachten sind	50
Aufmaß der Kabelstrecke	52
Benutzung von Privatgrundstücken	53
4. Die Vorbereitungen für die Bauausführung	53
5. Die Bauausführung	54
6. Schlußarbeiten	56
<b>V. Auslegen eines Erdkabels in Bergbaugebieten</b>	56
<b>VI. Auslegen eines Erdkabels auf einer Brücke</b>	56
<b>VII. Auslegen eines Erdkabels durch einen Tunnel</b>	58
<b>VIII. Wir legen ein Flußkabel aus</b>	58
1. Die Verlegeverfahren	59
a) Das Auslegen des Kabels auf die Flußsohle	59
b) Das Einbaggern des Kabels in die Flußsohle	61
c) Das Einpflügen oder Einspülen des Kabels in die Flußsohle	62
2. Das Auslegen des Flußkabels	62
Zusammenstellung von Bodenklassen nach dem Grad ihrer Spülbarkeit	66
<b>Anlage:</b> Ausrüsten der Linien- und Kabelverzweiger mit Endverschlüssen	67

# Unterirdischer Fernmeldebau Teil I

## Allgemeines

Im Fernmeldebaudienst nehmen die Arbeiten an den unterirdischen Fernmeldelinien einen immer größeren Umfang an.

In den Städten ist fast das gesamte Fernmeldenetz verkabelt, deshalb ist der größte Teil unseres im praktischen Baudienst eingesetzten Personals mit dem unterirdischen Kabelnetz beschäftigt.

In unseren Ausführungen werden wir uns mit der praktischen Durchführung der Arbeiten befassen, die dem Fernmeldebauhandwerker (FBHandw) obliegen.

## I. Das unterirdische Ortsnetz

### 1. Das Ortsnetz

Nach der Fernsprechornung (FO) können Ortsnetze (ON) aus einer oder mehreren Vermittlungsstellen (VSt) bestehen. Ferner gehören zu einem Ortsnetz die öffentlichen Sprechstellen, die Teilnehmereinrichtungen und die Leitungen für den Ortsdienst. Unter diesen Leitungen verstehen wir die Verbindungsleitungen von der VSt zu den Sprechstellen oder Teilnehmereinrichtungen und die Verbindungen (Ortsverbindungsleitungen [OI]) der VSt eines ON untereinander.

Vom bautechnischen Standpunkt aus betrachtet rechnen — im erweiterten Sinne — zu einem Ortsnetz:

die Vermittlungseinrichtung,  
die Systemkabel,  
der Hauptverteiler,  
die Aufteilungskabel,  
die Kabelaufteilungsmuffen,  
das Kabelnetz,  
die Abschluß- und Verzweigereinrichtungen,  
die Sprechstellen oder Teilnehmereinrichtungen.

**Der Hauptverteiler (Vh)** ist eine **Schalteneinrichtung der VSt**, an der die Vermittlungseinrichtung über Schaltdrähte mit den Außenleitungen verbunden wird. Er trennt also die VSt von dem Leitungsnetz (s. Abb. 1).

Der Vh hat **2 Anschlußseiten**, und zwar die Innenseite oder **waagrechte Seite** und die Außenseite oder **senkrechte Seite**. Beide Anschlußseiten sind mit Lötstiften versehen. An die Innenseite werden die Systemkabel (LPK) zur Vermittlungseinrichtung und an die Außenseite die Außenleitungen gelegt. Die beiden Anschlußseiten werden untereinander durch Schaltdrähte verbunden. Die Lötstifte der senkrechten Seite bilden mit den Sicherungen die **Sicherungsleisten**.

Von den Sicherungsleisten gelangen wir über die Aufteilungskabel (LPM) zu den Aufteilungs- oder Abschlußmuffen (AtM). Die Muffen befinden sich am Aufteilungsgestell im Kabelaufteilungsraum. In einer Aufteilungsmuffe werden mehrere Aufteilungskabel zu einem hochpaarigen Außenkabel (PM) zusammengefaßt. Die Anschlußleitungen werden in diesen Außenkabeln zu den Sprechstellen geführt.

Reine oberirdische Leitungsnetze kommen praktisch nicht vor. In den geschlossenen bebauten Ortsteilen wählt man die unterirdische Versorgung und



anschlüsse innerhalb dieses Anschlußbereiches an die VSt heranzubringen. Wirtschaftliche Überlegungen haben zu folgender Einteilung des Kabelnetzes geführt:

Das Ortsnetz wird in einzelne Bereiche oder Bezirke aufgeteilt. Die Fernsprechanlüsse dieser einzelnen Bereiche werden entweder unmittelbar oder über Verzweigerichtungen zur VSt geführt, was von der Entfernung dieser Bereiche von der VSt abhängt. Ein Anschlußbereich wird in den **Kernbezirk** und die **Außenbezirke** aufgeteilt.

Der Kernbezirk umschließt kreisförmig das Gebiet bis zu **500 m** um die VSt. Die genaueren Abgrenzungen richten sich selbstverständlich nach den örtlichen Verhältnissen. Die Fernsprechanlüsse **in unmittelbarer Nähe der VSt, im Versorgungsbereich des Vh**, werden über **EV direkt** mit dem Vh verbunden.

Nun ist aber das Gebiet des Kernbezirks so groß, daß eine unmittelbare Verbindung der Fernsprechanlüsse mit der VSt nur über EV unwirtschaftlich ist. Der Kernbezirk wird deshalb noch weiter in einzelne Bereiche unterteilt, die jeweils über einen KV versorgt werden (KV-Bereiche).

Das Gebiet außerhalb des Kernbezirks wird in Außenbezirke aufgeteilt. Die Anzahl und die Grenzen dieser Außenbezirke werden durch die Aufnahmefähigkeit der LV zu 1000 bzw. 2000 DA bestimmt (LV-Bereiche).

Die Außenbezirke werden aus wirtschaftlichen Gründen weiter in KV-Bereiche unterteilt. Nur die Fernsprechanlüsse im unmittelbaren Versorgungsbereich eines LV werden direkt über EV zum LV geschaltet.

In **sehr großen Ortsnetzen** besteht neben dem vorher beschriebenen sogenannten **Schaltnetz** — es deckt den wechselnden Bedarf an Kabeladern — auch noch ein **starrs Netz**. Das starre Netz findet nur bei größerer Sprechstellendichte — z. B. zur Versorgung größerer Betriebe mit mehreren Amtsleitungen — Verwendung; es hat im Gegensatz zum Schaltnetz keine Verzweigerichtungen — keine Reserveadern. Die Kabeladern werden also ohne Schaltstellen von der VSt bis zum EV durchgespleißt. Das starre Netz **soll** immer voll beschaltet sein.

#### 4. Das Kabelnetz

Die Kabel eines ON bilden das Kabelnetz. Wir unterscheiden je nach dem Verwendungszweck folgende Kabel: **Amtskabel**, **Netzkabel**, **Verteilungskabel**, **Ringkabel** und **Zwischenkabel**.

##### a) Amtskabel

Die Kabel von der VSt (Aufteilungsmuffe) bis zur ersten Schaltstelle werden Amtskabel genannt. Diese erste Schaltstelle ist in der Regel der LV und in den Kernbezirken der KV oder EV.

Die Amtskabel sind im allgemeinen hochpaarig. Hochpaarige Kabel werden deshalb verwendet, weil der Bleiaufwand je DA bedeutend geringer ist als bei niederpaarigen Kabeln. Außerdem bietet die Auslegung eines hochpaarigen Kabels gegenüber der Auslegung mehrerer niederpaariger Kabel in den mit fremden Versorgungsanlagen überfüllten Straßen den Vorteil, daß weniger Raum benötigt wird. Die Amtskabel haben die **100-Teilung**, weil diese Teilung sich den Abschlußeinrichtungen des Vh und der LV anpaßt. Die Amtskabel, die die KV im Kernbezirk — d. h. unmittelbar vom Vh aus — versorgen, erhalten auch die 100-Teilung. Da die genormten KV nur 70 Netzdoppeladern aufnehmen können, bleiben bei der 100-Teilung dieser Kabel noch Doppeladern übrig. Diese Doppeladern werden bei der großen Teilnehmerdichte in den Kernbezirken der Städte für die direkte Führung der Anschlußleitungen — Vh bis EV — verwendet.

##### b) Netzkabel

Diese Kabel verbinden einen LV mit einem KV oder den LV mit einem EV. Die Netzkabel haben die **70-Teilung** (210-, 280-, 350- usw. paarige Kabel), weil die KV grundsätzlich mit 70 Netzdoppeladern ausgerüstet werden.

Die Netzdoppeladern faßt man aus wirtschaftlichen Gründen weitgehendst zu hochpaarigen Kabeln zusammen, auch wenn hierdurch kleine Umwege in der Kabelführung gemacht werden müssen. Der Umfang der Zusammenfassung von mehreren Netzkabeln zu einem hochpaarigen Kabel richtet sich nach der vor dem Auslegen der Kabel durchgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnung.

##### c) Verteilungskabel

Diese Kabel verbinden die KV mit den EV und den ÜEVs-OI; sie sind niederpaarig.

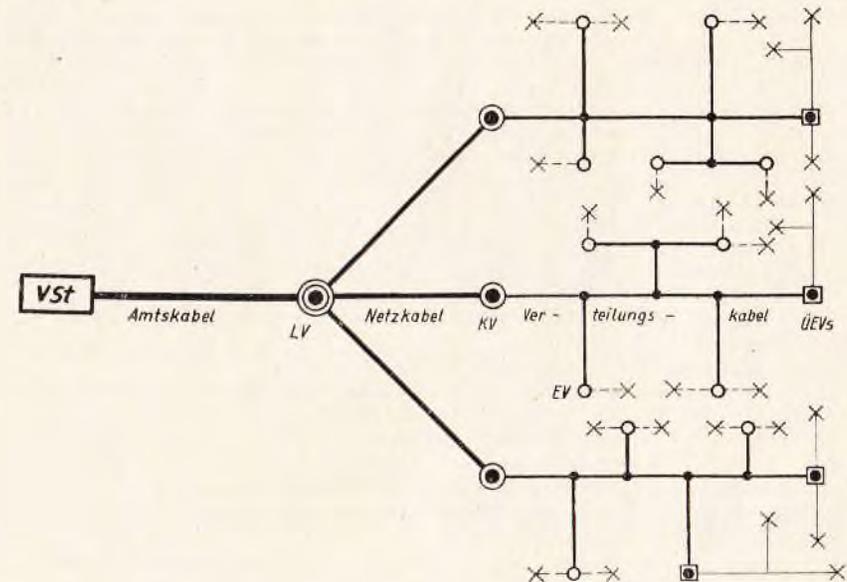


Abb. 3

Führung der Anschlußleitungen von der VSt bis zu den Sprechstellen

##### d) Ringkabel

Diese Kabel verbinden benachbarte LV und in besonderen Fällen auch benachbarte KV. Über diese Kabel werden die Nebenstellen-, Miet- und Querverbindungsleitungen geschaltet, wenn sie von einem LV-Bereich in einen anderen oder von einem KV-Bereich in einen benachbarten führen. Dadurch werden die Schaltwege kürzer; ferner werden die Amtskabel und der Vh nicht unnötig belastet. Die Aderzahl der Ringkabel richtet sich nach dem örtlichen Bedarf.

Zur Gruppe der Ringkabel gehören auch die Querverbindungskabel zwischen zwei LV oder zwei KV, die zu verschiedenen Anschlußbereichen gehören.

### e) Zwischenkabel

Als Zwischenkabel bezeichnet man die Teilverkabelung oberirdischer Linien in Städten und Dörfern sowie bei Kreuzungen mit Starkstromfreileitungen auf Strecken bis zu etwa 4 km Länge. Luftkabel, die bei Starkstromkreuzungen unterirdisch geführt werden müssen, erhalten keine besondere Bezeichnung. Die Abb. 3 zeigt die Führung der Anschlußleitungen von der VSt bis zu den Sprechstellen über Amts-, Netz- und Verteilungskabel einschließlich der LV, KV und EV oder ÜEVs-Ol.

## 5. Allgemeines über Anschlußkabel

Die bisher genannten Kabel nehmen die Leitungen für die Fernsprechanschlüsse auf; sie werden deshalb **Anschlußkabel** genannt. Der Aufbau der Fernmeldekabel wird später — unter Abschnitt II — beschrieben. An dieser Stelle soll daher nur kurz auf die Anschlußkabel eingegangen werden.

Die Fernsprechadern der Anschlußkabel bestehen aus **0,4—0,6 oder 0,8 mm dicken Kupferdrähten**. Die Adern sind durch Papier und durch Luft, die zwischen den Adern und dem Papier liegt, isoliert (Papier-Lufttraum-Isolierung). Je 4 Adern werden zu einem **Sternvierer** zusammengefaßt. Das Bündel aus papierisolierten Kabeladern wird mit einem **Bleimantel** umgeben, damit die einzelnen Kabeladern gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Erdkabel erhalten um den Bleimantel zum Schutz gegen mechanische Beschädigung noch eine **Bewehrung** aus Stahldrähten.

Die verschiedenen Durchmesser der Adern bei Anschlußkabeln haben ihren Grund in der physikalischen Erscheinung, die wir „**Dämpfung**“ nennen. Die Sprechwechselströme werden auf dem Wege von einer Sprechstelle zur anderen geschwächt, d. h. die Lautstärke nimmt mit zunehmender Länge der Leitung ab. Die Leistung am Anfang einer Leitung ist immer größer als die am Ende der Leitung.

Die Dämpfung wird nach folgender Formel errechnet:

$$\text{Dämpfung} = \frac{\text{Anfangsleistung}}{\text{Endleistung}}$$

Die Maßeinheit der Dämpfung ist das Neper (Formelzeichen N). Folgende Aufstellung soll einen Überblick über die zulässige Dämpfung von Sprechstelle zu Sprechstelle geben:

- Bei 1 Neper ist die Verständigung sehr gut,
- bei 2 Neper ist die Verständigung gut,
- bei 3 Neper ist die Verständigung ausreichend,
- bei 4 Neper ist die Verständigung sehr mäßig,
- bei 5 Neper ist die Verständigung schlecht.

Die Dämpfung in den Anschlußleitungen darf einen bestimmten Wert — in der Regel 0,45 Neper — nicht überschreiten, weil sonst die Verständigung sehr stark abfällt.

Um die zulässigen Dämpfungswerte einzuhalten, werden nach den neuesten Angaben des FTZ Kabel mit den verschiedenen Aderndurchmessern bis zu folgenden Längen ausgelegt:

- Kabel mit 0,4 mm dicken Adern bis zu 1,7 km Länge;
- Kabel mit 0,6 mm dicken Adern bis zu 4,0 km Länge;
- Kabel mit 0,8 mm dicken Adern bis zu 7,3 km Länge.

Da die Kabel nicht gradlinig geführt werden können, sie sich in ihrer Führung vielmehr den örtlichen Verhältnissen — dem Straßenverlauf, den beste-

henden Kabelkanalanlagen und den vorhandenen Verzweigerichtungen — anpassen müssen, ist mit einem Umweg zu rechnen. Dieser Umweg wird durch den sogenannten **Umwegfaktor** ausgedrückt, der zwischen 1,2 und 1,4 liegt. Bei einem Umwegfaktor von 1,4 errechnen sich die Radien (r) der Umkreise um die VStW bis zu denen die einzelnen Aderndurchmesser verlegt werden können wie folgt:

$$\text{Kabel mit 0,4 mm dicken Adern} \quad -r = \frac{1,7}{1,4} = 1,2 \text{ km};$$

$$\text{„ „ 0,6 „ „ „} \quad -r = \frac{4,0}{1,4} = 2,8 \text{ km};$$

$$\text{„ „ 0,8 „ „ „} \quad -r = \frac{7,3}{1,4} = 5,2 \text{ km}.$$

Kabel mit dickeren Adern werden im Ortsnetz nicht verwendet, deshalb ergibt sich bei  $r = 5,2$  km die **Anschlußbereichsgrenze**.

Für Ringkabel werden ausschließlich Kabel mit 0,8 mm dicken Adern verwendet.

Je dicker also die Kabeladern sind, desto geringer ist die Dämpfung. (Die Endleistung ist u. a. vom Widerstand abhängig.)

Die Planungsstelle des Fernmeldebauamts muß bei der Planung der einzelnen Bauvorhaben darauf achten, daß die höchstzulässigen Baulängen für die verschiedenen Aderndurchmesser nicht überschritten werden, weil sonst eine ausreichende Sprechverständigung in Frage gestellt wird.

Sollen Fernsprechanschlüsse aus weit abgelegenen Ortsteilen an die VSt herangeführt werden, sind unter Umständen gleich von der VSt ab Kabel mit 0,8 mm dicken Adern auszulegen.

## 6. Die Kabelabschluß- und Verzweigerichtungen

Die **Kabelabschlußeinrichtungen** dienen zum **Abschließen** der gegen Feuchtigkeit sehr empfindlichen papierisolierten Anschlußkabel und zum **Beschalten** der einzelnen Kabeladern. Die **Verzweigerichtungen** sind **Schalteinrichtungen** außerhalb der VSt.

Im folgenden soll nur auf **den Verwendungszweck** der Kabelabschluß- und Verzweigerichtungen eingegangen werden. Ihr Aufbau wird später besonders behandelt.

### a) Kabelabschlußeinrichtungen

Zu den Kabelabschlußeinrichtungen gehören Endverschlüsse (EVs), Überführungsendverschlüsse (ÜEVs-Ol) und Endverzweiger (EV).

#### Endverschlüsse (EVs)

Die EVs dienen als **Abschluß der papierisolierten Anschlußkabel** in LV und KV. Im Fernmeldebaudienst sind EVs zu 10, 20, 50, 70 und 100 Doppeladern (DA) gebräuchlich. Die Amtskabel werden mit EVs zu 100 DA, die Netzkabel mit EVs zu 70 DA, die Verteilungskabel mit EVs zu 10, 20 und 50 DA und die Ring- und Querkabel mit EVs entsprechend ihrer Aderzahl abgeschlossen.

Das Kabel wird vor seiner Ausformung durch den Stutzen in den Abschlußraum des EVs eingeführt. Nachdem der Stutzen mit dem Bleimantel verlötet ist, werden die Adern an die einzelnen Lötstifte angelegt und verlötet. Dann wird der Abschlußraum mit Vergußmasse ausgegossen, dadurch ist das Kabel gegen Feuchtigkeit geschützt. Die Adern können über Anschlußstifte oder Klemmen beschaltet werden.

### Überführungsendverschlüsse (ÜEVs-OI)

Die ÜEVs-OI ermöglichen eine betriebssichere Überführung der Kabeladern auf Freileitungen. Die Anschlußkabel — in der Regel die Verteilungskabel —, deren Adern als Freileitungen weitergeführt werden sollen, werden hier abgeschlossen.

Im Fernmeldebaudienst werden ÜEVs-OI zu 5 und 10 DA verwendet.

ÜEVs-OI zu 20 DA befinden sich zwar noch in fast allen Ortsnetzen, da sie aber von der DBP nicht mehr beschafft werden, sind sie bei baulichen Veränderungen gegen ÜEVs-OI zu 10 DA auszuwechseln.

ÜEVs-OI zu 10 DA reichen auch aus, weil oberirdische Anschlußlinien mit mehr als zwei Querträgern, d. h. mit mehr als acht Doppelleitungen, möglichst verkabelt werden sollen.

Das Kabel wird durch den Stutzen in den Abschlußraum der ÜEVs-OI eingeführt. Nachdem der Stutzen mit dem Bleimantel verlötet ist und die Kabeladern an die Lötstifte der Sicherungsplatte angelötet sind, wird der Abschlußraum abgedichtet und mit Vergußmasse ausgegossen. Dadurch ist das Kabel gegen Feuchtigkeit geschützt. Die Adern können über Stromgrobsicherungen (8 A), Anschlußstifte oder Klemmen mit den Freileitungen verbunden werden.

### Endverzweiger (EV)

Die EV schließen die **Verteilungskabel** ab, deren Adern über Zuführungsleitungen (Rohrdraht, Kunststoffleitungen usw.) zu den Sprechstellen geschaltet werden. Die DBP verwendet EV in wettersicherer Ausführung (EV<sub>w</sub>) und EV für Innenräume (EV<sub>i</sub>). Nach ihrer Adernzahl unterscheiden wir EV<sub>w</sub> zu 5 und 10 DA und EV<sub>i</sub> zu 5, 10 und 20 DA. Beim Anbringen der EV ist zu beachten, daß die Zuführungen zu den Sprechstellen möglichst kurz sein sollen. Ein EV versorgt ein Haus oder mehrere benachbarte Häuser; er hat einen bestimmten, begrenzten Versorgungsbereich. Überlappungen benachbarter Versorgungsbereiche dürfen nicht entstehen. Eine Ausnahme bilden die EV des starren Netzes; sie haben zusammen mit einem EV des Schaltnetzes **nur einen** Versorgungsbereich. (Die Begriffe „Starres Netz“ und „Schaltnetz“ sind unter I, 8 noch näher erläutert.)

In Versorgungsbereichen mit einer geringen Sprechstellendichte können zwei bis drei EV hintereinander geschaltet werden (Abb. 4). Bei dieser Anordnung werden Verteilungsadern eingespart. Die Parallelschaltung von EV ist auch noch in einigen Ortsnetzen vorhanden, wird aber nicht mehr ausgeführt.

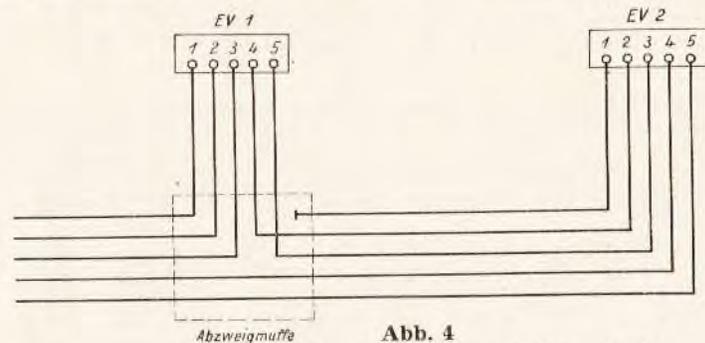


Abb. 4  
Hintereinanderschaltung von 2 EV zu 5 DA

Das Verteilungskabel wird durch den Stutzen in den Abschlußraum des EV eingeführt. Beim EV<sub>w</sub> wird der Stutzen mit dem Bleimantel verlötet, beim EV<sub>i</sub> erfolgt die Abdichtung durch eine Stopfbuchse mit Weichgummidichtung. Die Kabeladern werden an Lötstifte angelötet und mit Vergußmasse übergegossen. Dadurch ist das feuchtigkeitsempfindliche papierisolierte Kabel geschützt. Die Adern des Verteilungskabels werden über Anschlußstifte oder Klemmen mit den Adern der Zuführung verbunden.

### b) Verzweigeranrichtungen

Zu den Verzweigeranrichtungen gehören **Linienverzweiger (LV)** und **Kabelverzweiger (KV)**.

#### Linienverzweiger

Der LV besteht aus einem doppelwandigen Blechgehäuse mit Trageschienen. An diesen Schienen werden die EVs übersichtlich untergebracht. Die Form und das Fassungsvermögen der LV sind genormt. Der LV ist eine Schaltstelle zwischen den Amts- und Netzkabeln sowie zwischen Netz- und Ringkabeln. Er bezweckt eine bessere Ausnutzung der Amtskabel.

Es gibt LV zu 1000 und 2000 DA. Die EVs werden in zwei Reihen untergebracht\*). Im allgemeinen befinden sich die EVs für Amtskabel in der unteren Reihe, rechts und links davon sind die EVs für Ringkabel, Verteilungskabel und Netzkabel befestigt. In der oberen Reihe werden nur EVs für Netzkabel untergebracht.

Die zum LV führenden Amts- und Netzkabel werden im Schacht vor dem LV in Kabel zu 100 oder 70 DA aufgeteilt.

Diese Kabel werden mit EVs abgeschlossen, die ihrer Adernzahl entsprechen. Durch Schaltdrähte werden die Verbindungen zwischen den EVs hergestellt. Der LV soll möglichst am Anfang seines fest umgrenzten Versorgungsbereiches aufgestellt werden. Der genaue Aufstellungsort richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen.

#### Kabelverzweiger (KV)

Der KV besteht wie der LV aus einem genormten, doppelwandigen Blechgehäuse — neuerdings auch aus Kunststoff — mit einem Befestigungsgestell für die EVs. Er ist eine Schaltstelle zwischen den Netz- und Verteilungskabeln und spart durch bessere Ausnutzung der Kabeladern Netzkabel ein.

Der genormte KV hat eine Regelbelegung von 70 Netz- und höchstens 130 Verteilungsdoppeladern. Er wird im allgemeinen mit einem EVs zu 70 DA für das Netzkabel und für die Verteilungskabel mit zwei EVs zu 50 DA und je einem zu 20 und 10 DA ausgerüstet. Der EVs für das Netzkabel befindet sich in der Mitte, die EVs für die Verteilungskabel werden rechts und links davon angebracht\*). Die Netzkabeladern werden durch Schaltdrähte mit den Verteilungskabeladern verbunden. Der KV soll möglichst am Anfang seines fest abgegrenzten Versorgungsbereiches liegen.

## 7. Der Netzknotenpunkt (NKP)

Im allgemeinen werden die Amts- und Netzkabel in den LV eingeführt, um sie dort zu schalten.

Eine Ausnahme ist die NKP-Schaltung. **Jeder Außenbezirk erhält meist einen Netzknotenpunkt, von dem aus sich die Kabeladern der Schaltnetze und des starren Netzes verzweigen.** Es werden z. B. aus einem 100-paarigen Netzkabel für die Versorgung des KV 70 DA über einen LV geführt, während 30 DA un-

\*) Siehe auch Anlage

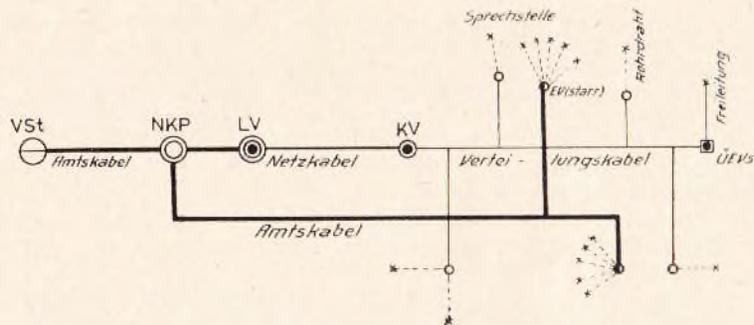


Abb. 5  
Netzknutenpunkt (NKP)

mittelbar mit den Doppeladern eines Amtskabels im Schacht vor dem LV verspleißt werden. Diesen Verzweigungspunkt der Kabel nennt man den Netzknutenpunkt. Er liegt in dem Schacht, in dem das Amtskabel endet. Die Adern werden über Aufteilungsmuffen (Abb. 6) oder über Verzweigungsmuffen (Abb. 7) durchgeschaltet.

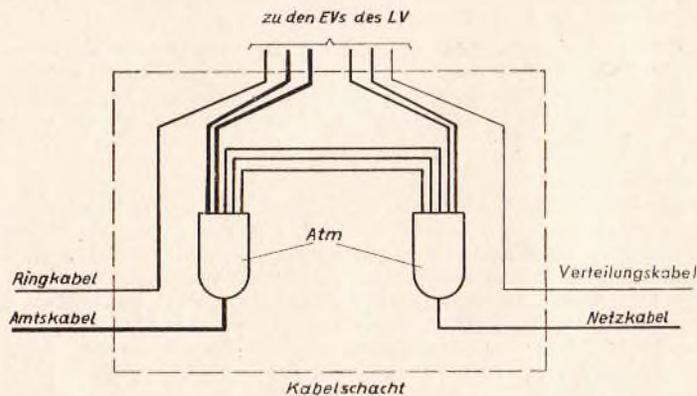


Abb. 6  
NKP mit Aufteilungsmuffen

## 8. Schaltnetz und starres Netz

Das Schaltnetz setzt sich aus den in den Abschnitten 4 a bis 4 d beschriebenen Amts-, Netz-, Ring-, Querverbindungs- und Verteilungskabeln zusammen. Dagegen werden bei einem **starreren Netz** die Kabeladern von der VSt ohne **Schaltmöglichkeit** zum EV durchgeführt; sie berühren keine Verzweiger-einrichtungen. In großen Ortsnetzen werden aus wirtschaftlichen Gründen das Schaltnetz und das starre Netz nebeneinander eingerichtet. Dadurch ist es möglich, **mit Hilfe des Schaltnetzes den wechselnden Bedarf an freien Kabeladern zu decken und gleichzeitig durch das starre Netz kostspielige EVs und unter Umständen sogar KV und LV einzusparen.**

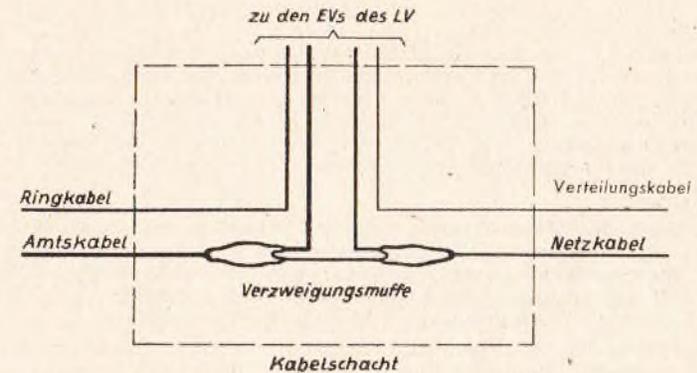


Abb. 7  
NKP mit Verzweigungsmuffen

## 9. Die Kabelnetzgestaltung in einem Ortsnetz

Die ON werden nach ihrer Größe in kleine, mittlere und große ON eingeteilt. In kleinen ON können bis etwa 100, bei mittleren ON bis etwa 1000 und bei großen ON mehr als 1000 Teilnehmer an die VSt angeschlossen werden. Der Anschlußbereich einer VSt soll die 5-km-Grenze nicht überschreiten. Die Durchmesser der Anschlußkabeladern (0,4—0,6 und 0,8 mm) sind so festgelegt, daß eine einwandfreie Sprechverständigung zwischen den Teilnehmern eines ON in der Regel gewährleistet ist.

### a) Kleine Ortsnetze

In kleinen ON werden keine Verzweiger-einrichtungen im Kabelnetz aufgestellt. Die vom Vh kommenden Kabel enden unmittelbar auf Kabelabschlußgeräten (EV und ÜEVs-OI).

### b) Mittlere Ortsnetze

In diesen ON werden die EV, die in einem Umkreis von etwa 200 m um die VSt liegen, unmittelbar an die VSt angeschlossen. Darüber hinaus werden die EV und ÜEVs-OI im allgemeinen über KV geschaltet. In sehr schwach bebauten Gebieten jenseits der 200-m-Grenze werden die EV und ÜEVs-OI auch unmittelbar an den Vh angeschlossen. Die örtlichen Verhältnisse sind in jedem Falle entscheidend.

### c) Große Ortsnetze

Diese ON werden in den **Kernbezirk** und in die **Außenbezirke** aufgeteilt. Die Grenze zwischen dem Kernbezirk und den Außenbezirken bildet ein Kreis um die VSt mit einem Halbmesser von 500 m. Dieser um die VSt geschlagene Kreis ist nicht die unbedingt einzuhaltende Grenze, maßgebend sind die örtlichen Verhältnisse. Liegt z. B. ein See — oder ein Park — 600 m von der VSt entfernt, so gehört das ganze Gebiet zwischen VSt und See zweckmäßig zum Kernbezirk. Die Angabe des Kreises mit dem Halbmesser von 500 m ist also **nur eine Richtlinie**. Die Grenze zwischen dem Kernbezirk und den Außenbezirken richtet sich nach der günstigsten Aufteilung des Leitungsnetzes in direkte KV-Bereiche (Kernbezirk) einerseits und LV-Bereiche (Außenbezirke) andererseits.

### Kernbezirk

Der Kernbezirk hat in der Regel eine große Sprechstellendichte. Im Kreis bis zu 200 m um die VSt, im **Versorgungsbereich des Vh**, werden die Abschlusseinrichtungen unmittelbar an den Vh über Amtskabel herangebracht. Der Kernbezirk wird in fest umgrenzte Bereiche eingeteilt. Am Anfang eines jeden Bereiches steht ein KV als Verzweigerinrichtung (KV-Bereich). Die KV werden über Amtskabel an den Vh der VSt angeschlossen.

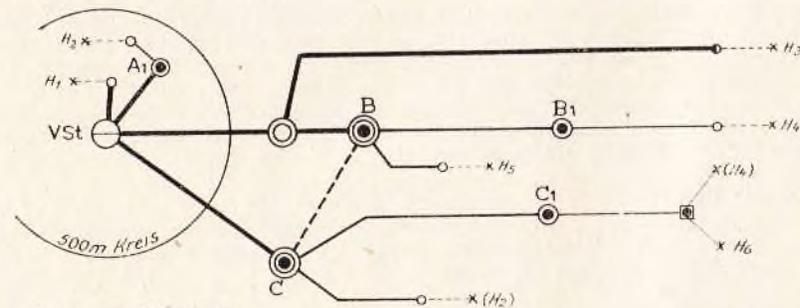
### Außenbezirke

Der **außerhalb des 500-m-Kreises** liegende Bereich wird in **Außenbezirke** aufgeteilt. Diese erhalten als Verzweigerinrichtung an ihrem Anfang je einen LV, der über Amtskabel mit Adern versorgt wird (LV-Bereiche). An die LV sind KV angeschlossen, an die die Kabelabschlusseinrichtungen (EV und ÜEVs-OI) über die Verteilungskabel herangeführt werden.

Die in der Nähe des LV liegenden Fernsprechanlüsse werden an EV oder ÜEVs-OI geschaltet, die direkt über Netzkabel aus dem LV versorgt werden.

## 10. Beispiele für Schaltwege von Sprechstellen

In der folgenden Abbildung sollen einige Schaltwege von der VSt bis zu den Sprechstellen verfolgt werden:



Zeichenerklärung:

— Amtskabel	○ Netzknotenpunkt (NKP)
— Netzkabel	⊙ Linienverzweiger (LV)
— Verteilungskabel	⊙ Kabelverzweiger (KV)
--- Ringkabel	○ Endverzweiger (EV) Schaltnetz
— Freileitung	● Endverzweiger (EV) starres Netz
--- Rohrdraht	⊠ Überführungsendverschluss (ÜEVs)
	x Sprechstelle

Abb. 8  
Ortskabelnetz

H1 ist ein Hauptanschluß, der im Versorgungsbereich des Vh (200-m-Kreis) liegt. Der EV ist unmittelbar an den Vh angeschlossen.

H2 ist ein Hauptanschluß, der — wie H 1 — innerhalb des Kernbezirks (500-m-Kreis) liegt. Er ist von der Sprechstelle über Rohrdraht oder Kunststoffleitung, EV, Verteilungskabel, KV A 1, Amtskabel zur VSt geschaltet. H 2

hat noch eine außenliegende Nebenstelle (H 2) im Bereich des LV C. Die Leitung ist über folgenden Weg geschaltet: Hauptstelle H 2, Rohrdraht, EV, Verteilungskabel, KV A1, Amtskabel, VSt (Vh), Amtskabel, LV C, Netzkabel, EV, Rohrdraht zur Nebenstelle (H 2).

H 3 ist ein Hauptanschluß im Außenbezirk. Er liegt im starren Netz und wird vom EV über den NKP unmittelbar zur VSt geschaltet.

H 4 ist ein Hauptanschluß im Außenbezirk. Seine Leitung ist im Schaltnetz geführt und verläuft vom EV über Verteilungskabel, KV B 1, Netzkabel, LV B, Amtskabel, NKP, Amtskabel zur VSt. H 4 hat eine außenliegende Nebenstelle (H 4); diese ist über EV, Verteilungskabel, KV B 1, Netzkabel, LV B, Ringkabel zwischen LV B und LV C, LV C, Netzkabel, KV C 1, Verteilungskabel, ÜEVs-OI, Freileitung zur Nebenstelle (H 4) geschaltet.

H 5 ist ein Hauptanschluß, der über die Sprechstellenzuführung (Rohrdraht oder Kunststoffleitung), EV, Netzkabel, LV B, Amtskabel, NKP, Amtskabel zur VSt gebracht ist.

H 6 ist ein Hauptanschluß, der von der Sprechstelle über Freileitung, ÜEVs-OI, Verteilungskabel, KV C 1, Netzkabel, LV C, Amtskabel zur VSt geschaltet ist.

## II. Die Fernmeldekabel

### 1. Allgemeines

Der weitaus größte Teil des deutschen Fernmeldenetzes ist aus Gründen der Betriebssicherheit unterirdisch angelegt. In größeren Orten und dort, wo mit einer ständigen Zunahme der Fernsprechanlüsse zu rechnen ist, werden Kabelkanäle zur Aufnahme von **Röhrenkabeln** gebaut.

In mittleren und kleineren Ortsnetzen, am Rande der Städte und auf dem Lande werden **Erdkabel** ausgelegt.

Diese Kabel werden **nach ihrer Bauart** unterschieden in:

Röhrenkabel	(PM-Kabel),
Erdkabel ohne Bewehrung	(PMc-Kabel),
Erdkabel mit Bewehrung	(PMbc-Kabel),
Flußkabel	(PMbc-Kabel).

Im Einflußbereich von Hochspannungsleitungen mit starr geerdetem Sternpunkt (StE) oder von Bahnstrecken mit elektrischer Zugbeförderung werden neuerdings Kabel der Form **FB** verwendet. In ihrem Aufbau unterscheiden sich die Kabel der Form **FB** von den Kabeln der oben aufgeführten Bauarten **nicht**. Es werden lediglich an die elektrischen Abnahmewerte höhere Anforderungen gestellt. Die Kabel der Form **FB** müssen zwischen den miteinander verbundenen Adern und dem Bleimantel 2 Minuten lang eine Prüfspannung von 1800 V<sub>eff</sub> aushalten; die Prüfspannung Ader/Ader beträgt 500 V<sub>eff</sub>. Diese Kabel werden bezeichnet als:

blanke Röhrenkabel	(PM...FB),
bewehrte Röhrenkabel	(PMb...FB),
Erdkabel mit Bewehrung	(PMbc...FB).

Nach ihrem Verwendungszweck unterscheiden wir:

Fernkabel	(Fk),
Ortsfernkabel	(OFk),
Bezirkskabel	(Bzk),
Netzgruppenkabel	(NGk) und
Ortskabel	(Ok).

### Die Ok unterscheiden sich in:

Ortsamtskabel	(OAmk),
Ortsnetz-kabel	(ONzk),
Ortsringkabel	(ORik),
Ortsverteilungskabel	(OVtk).

**Fernkabel** erhalten die Fernleitungen für den Fernsprechweitverkehr. **Ortsfern-kabel** verbinden die Fernämter mit den zugehörigen aber örtlich getrennten Verstärkerämtern.

**Bezirkskabel** sind die Ausläufer des Fernkabelnetzes. Sie verbinden die Verteilfernämter (VF) mit den Endfernämtern (EF) und auch die Endfernämter miteinander.

**Netzgruppenkabel** werden zwischen den Endfernämtern (EF) und den Wählvermittlungsstellen ohne Fernamt (VStWoF) ausgelegt.

Bei den **Ortskabeln** unterscheiden wir **Ortsverbindungskabel (OVk)** und **Anschlußkabel (Ak)**.

**Ortsverbindungskabel (OVk)** nehmen die Leitungen zwischen den verschiedenen Vermittlungsstellen (VSt) eines Ortsnetzes auf und verbinden außerdem das Fernamt mit den am Ort befindlichen Vermittlungsstellen (VSt).

**Anschlußkabel (Ak)** verbinden die Fernsprechanschlüsse mit der Vermittlungsstelle (VSt).

Bezirks- und Netzgruppenkabel wurden früher auch als **Fernleitungskabel** bezeichnet; künftig erhalten Bezirks-, Netzgruppen- und Ortskabel allgemein die Bezeichnung „**Außenkabel**“.

Fernkabel und Außenkabel werden in verschiedenen Formen hergestellt. Im folgenden soll der übliche **Aufbau** eines Fernsprechkabels besprochen werden.

Als äußeren Schutz gegen **Feuchtigkeit** erhalten Erd- und Röhrenkabel einen **Bleimantel**.

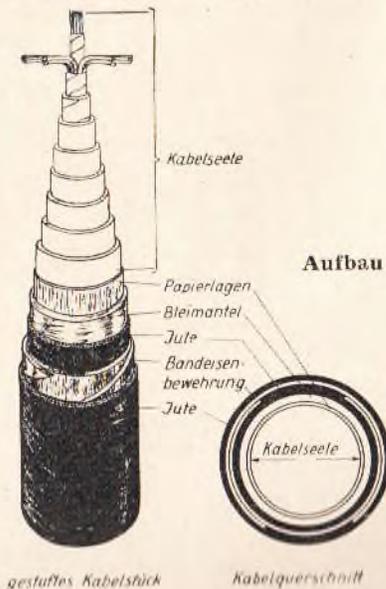


Abb. 9  
Aufbau eines PMbc-Kabels

Um den Bleimantel der Erdkabel gegen **chemische** Einflüsse zu schützen, erhält das Kabel über dem Bleimantel eine getränkte **Papier-** und **Jutewicklung** und darüber eine Compoundschicht.

Als Schutz gegen **mechanische** Beschädigungen erhalten Erdkabel eine Bewehrung. Je nach der Dicke und dem Verwendungszweck des Kabels werden als Bewehrung verwendet:

Flußstahlband, Flußstahlrunddrähte, Flachdrähte oder Drähte in S-Form. Die verschiedenen Bewehrungsarten sind in der Abb. 10 dargestellt.

Die Kabel der Form FB erhalten — wenn notwendig — zur Verbesserung des Mantelschutzfaktors eine Bandisenbewehrung.

Bei PMbc...FB- und PMb...FB-Kabeln ist die Bewehrung bei einer Kabeldicke

bis zu 30 mm Durchmesser—Bandisen 2 x 0,5 mm (mit Masse überzogen), über 30 mm Durchmesser—Bandisen 2 x 0,8 mm (mit Masse überzogen).

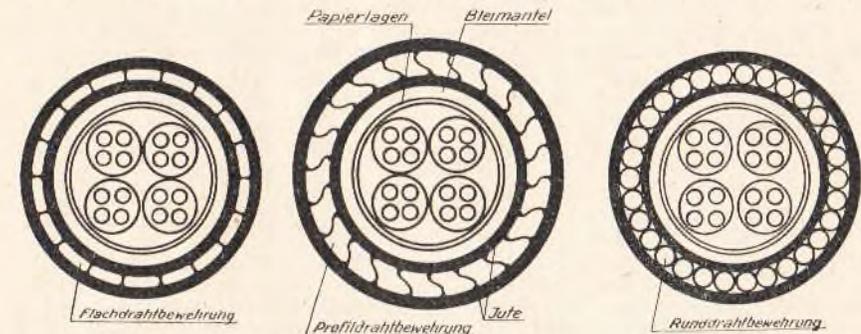


Abb. 10  
Fernsprecherdkabel mit verschiedener Bewehrung

In letzter Zeit wurden versuchsweise einige neue Kabeltypen für Kabelkanalanlagen eingeführt, die von den Kabelwerken entwickelt wurden, um den teuren Rohstoff Blei — der als Mantel alle bisher gebräuchlichen Erd- und Röhrenkabel umgibt — durch andere leichter zu beschaffende und daher billigere Werkstoffe zu ersetzen. Der Mantel dieser neuen Röhrenkabel ist entweder ein **Stahlwellmantel** oder ein **Aluminiummantel (Al-Mantel)**. Diese Mäntel sind bei unbewehrten Röhrenkabeln mit Kunststoff, bei bewehrten Röhrenkabeln wie bisher mit Flußstahlband, Flußstahlrunddrähten, Flachdrähten oder Drähten in S-Form umhüllt. Die neuen Kabel werden wie folgt bezeichnet:

**PWY** unbewehrtes Röhrenkabel mit **Stahlwellmantel (W)** und **Kunststoff-Außenhülle (Y)**,

**PLY** unbewehrtes Röhrenkabel mit **glattem Al-Mantel (L = Leichtmetall)** und **Kunststoff-Außenhülle (Y)**,

**PLDY** unbewehrtes Röhrenkabel mit **Balgen-Al-Mantel (LD)** — d. h. Al-Mantel, der Dehnungselemente enthält — und mit **Kunststoff-Außenhülle (Y)**;

**PWb** bewehrtes Röhrenkabel (**b**) mit **Stahlwellmantel (W)**,

**PLb** bewehrtes Röhrenkabel (**b**) mit **glattem Al-Mantel (L)**,

**PLDb** bewehrtes Röhrenkabel (**b**) mit **Balgen-Al-Mantel (LD)**.

## 2. Der Leiter

Die Adern der Fernsprechkabel bestehen aus den metallischen Leitern und deren Isolierung. Als Leiter wird hauptsächlich ein weichgeglühter, blankgezogener Kupferdraht (Elektrolytkupfer) von gleichmäßig rundem Querschnitt verwendet.

Im Kriege wurden zur Kupferersparnis auch Kabel mit Leitern aus Reinaluminium hergestellt. Wegen der geringeren Leitfähigkeit des Aluminiums gegenüber Kupfer mußten für Aluminiumleiter größere Drahtquerschnitte gewählt werden. Diese Kabel haben sich zwar bewährt, sie werden jetzt aber aus bautechnischen Gründen nicht mehr verwendet.

Die Adern der einzelnen Kabeltypen haben — je nach ihrem Verwendungszweck — verschieden große Querschnitte. Nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die zu wählenden Durchmesser bei gleicher Leitfähigkeit.

Durchmesser in mm		Verwendungszweck
Kupferleiter	Aluminiumleiter	
0,4	—	Anschlußkabel
0,6	0,8	
0,8	1,05	
0,9	1,15	
1,2	1,55	Fernkabel u. a.
1,4	1,8	

## 3. Die Isolierung

Die Isolierung der einzelnen Adern besteht bei älteren Kabeln aus zwei 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 bzw. hohler Pressung isoliert hauptsächlich die den Leiter umgebende Luftschicht.

Bei neueren Kabeln wird der innere Papierstreifen durch eine Papierkordel ersetzt. Dadurch wird ein noch besserer Lufthohlraum um den Leiter erzielt, und die Kabelseele wird fester. Der umhüllende Papierstreifen hat zum Unterscheiden der Adern und zum Bestimmen der Zählweise aufgedruckte Farbmerkmale, deren Bedeutung unter II,5 erläutert wird.

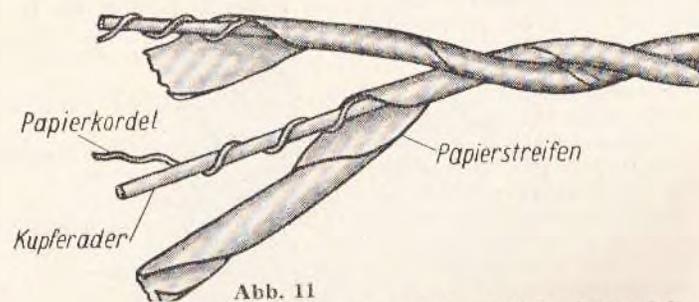


Abb. 11  
Isolierung einer Ader (mit Papierkordel)

Außer mit der „Papier-Luftraumisolierung“ werden die einzelnen Leiter auch noch mit Lack, Gummi, Baumwolle und Seide isoliert. Bei den neuesten Kabeltypen für bestimmte Zwecke werden für die Isolierung auch synthetische Stoffe (Styroflex) und Keramikerzeugnisse (Frequenta) benutzt.

## 4. Die Verseilung

Da in einem Kabel die Adern gebündelt nebeneinander liegen, muß durch bestimmte Anordnung der einzelnen Adern im Kabelquerschnitt dafür gesorgt werden, daß eine gegenseitige Beeinflussung elektrischer Art möglichst weitgehend unterdrückt wird.

Wir wollen hier jetzt darstellen, auf welche Art die einzelnen Leiter miteinander zur Kabelseele verseilt werden und welche Vor- und Nachteile die einzelnen Verseilarten besitzen.

Unter **Verseilung** — auch Verdrallung oder Verdrilling genannt — wird das schraubenförmige Umeinanderwickeln der Kabeladern verstanden. Es sind verschiedene Verfahren entwickelt worden, die noch näher erörtert werden. Die Adern werden verseilt, um eine gegenseitige Beeinflussung elektrischer Art — die sogenannte Nebensprechkopplung — möglichst zu verhindern, d. h. die Nebensprechkopplung darf einen Mindestwert nicht überschreiten. Bei der Verseilung muß vor allem der Drall beachtet werden. Unter Drall — auch Dralllänge, Drallschritt oder Schlaglänge genannt — verstehen wir die Ganghöhe oder Steigung der Schraubenlinie, die sich beim Verseilen der Adern ergibt. Dieser Drall hat einen Einfluß auf die vier Leitungskonstanten des Kabels — das sind der Widerstand, die Ableitung, die Kapazität und die Induktivität — und auf die gegenseitige Induktion der Kabeladern. Der Drall wird deshalb vor Beginn der Verseilarbeiten sorgfältig errechnet und durch Herstellen von Probelängen praktisch nachgeprüft, bevor die bestellten Kabel in voller Länge in Arbeit genommen werden. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß durch den Drall die Leiter im einzelnen stets länger werden, als es der reinen fertigen Kabellänge entspricht. Die Deutsche Bundespost hat für das Verhältnis zwischen Länge des Einzelleiters und Länge des Kabels den Firmen einen festgesetzten Wert genannt, der im allgemeinen nicht überschritten werden darf. Er beträgt **1,02** und heißt **Verseilungsfaktor**.

Folgende Adernverseilungen unterscheiden sich:

die **Paarverseilung** — auch paarige Verseilung genannt —,

die **Sternverseilung** und

die **Dieselhorst-Martin-Verseilung (DM-Verseilung)**.

Heute werden nur noch Rundfunk- (Rf-) und Drahtfunk- (Df-) Paare in **Paarverseilung** hergestellt.

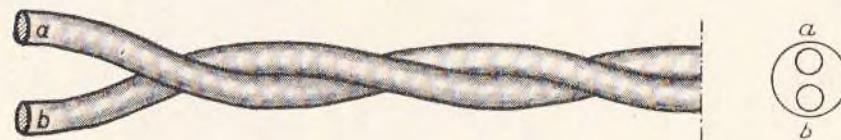


Abb. 12  
Paarverseilung

Bei der Paarverseilung werden zwei isolierte Adern miteinander zu einem Adernpaar verseilt. Die Isolierhüllen der Einzeladern sind farbig unterschieden. Die Drall- oder Schlaglänge hängt von der Dicke der Leiter ab. Die Dicke des Adernpaares liegt zwischen dem einfachen und dem doppelten Durchmesser des Einzelleiters.

Werden vier Adern miteinander verseilt, so entsteht die **Viererverseilung**; hierbei werden die **Stern- (St) Verseilung** und die **Dieselhorst-Martin- (DM) Verseilung** unterschieden.

Bei einem **Sternviererseil** haben vier Adern an jeder Stelle des Seils die gleiche Lage zueinander, sie sind im Querschnitt quadratisch angeordnet

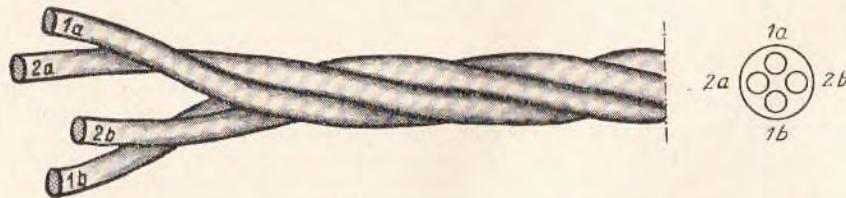


Abb. 13  
Sternverseilung

und gemeinsam miteinander verseilt; die zugehörigen Adern liegen sich ständig diagonal gegenüber. Der Durchmesser eines Sternvierers schwankt zwischen dem 2- und dem 2,4fachen Aderndurchmesser.

Bei der **DM-Verseilung** sind zwei zusammengehörige Adern zunächst — wie bei der Paarverseilung — zu einem Paar verseilt. Je zwei Paare werden dann wieder miteinander verseilt, und zwar so, als wären es Einzeladern. Hierdurch wird erreicht, daß die vier Adern im Seilquerschnitt an jeder Stelle des Seils eine andere Lage zueinander haben.

Ein DM-Vierer hat somit einen Durchmesser, der zwischen der zweifachen und der vierfachen Aderndicke schwankt.

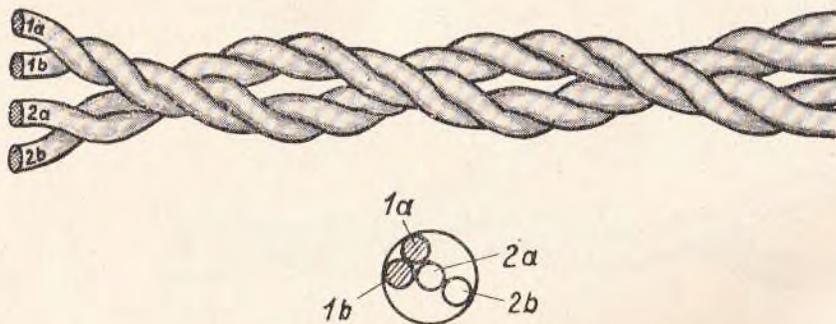


Abb. 14  
DM-Verseilung

Die Paare und Viererseile sind in Lagen von abwechselnder Drallrichtung zur Kabelseele zusammengefaßt. Die einzelnen Lagen sind durch Papierbänder, Faserstofffäden — bei Fernkabeln auch durch metallische Schirme (Metallbänder) — voneinander getrennt. Die Kabelseele ist mit Nesselband oder mit zwei oder drei Lagen Papier umwickelt und dann mit einem Bleimantel umpreßt. Um später auch bei bereits in Betrieb befindlichen Kabeln die Herstellerfirma feststellen zu können, wird unter der Papierbewicklung ein **Firmen-Kennfaden** des betreffenden Kabelwerkes eingelegt.

Z. B. Felten & Guillaume AG. Carlswerk, Köln-Mülheim schwarz

Hackethal Draht- und Kabelwerke AG., Hannover	{ ein grüner und ein roter Faden verdreht
Kabelwerk Duisburg AG., Duisburg	

## 5. Die Kennzeichnung und Zählung der Kabeladern

Um einen störungsfreien Betrieb zu garantieren, muß ein Kabellötter die richtige Ader aus der Vielzahl der Adern eines Kabels herausfinden können. Darum gilt für alle Kabel grundsätzlich folgendes: **Es wird stets von der inneren zur äußeren Lage gezählt.** Um die Zählung zu erleichtern, ist in jeder Lage ein **Viererseil** oder ein **Paar** — **Zählvierer** oder **Zählpaar** — durch eine auffallende Farbe des Papiers gekennzeichnet. Mit diesem Vierer beginnt man zu zählen, und zwar — **vom Amt aus gesehen** — **in jeder Adernlage rechts herum**, also im Sinne der Uhrzeigerdrehung. Schaut man aber in die entgegengesetzte Richtung — also zum Amt hin —, muß natürlich links herum gezählt werden. Wenn ein Kabel von Amt zu Amt verläuft, gilt als Ausgangspunkt das größere oder bei gleichgroßen Ämtern dasjenige, das im Abc voransteht. Zwischenämter dürfen dabei nicht berücksichtigt werden. Bei den Kabeln, die von Amt zu Amt verlaufen, handelt es sich aber meist um Fernleitungskabel; bei ihnen liegen einzelne Lagen zum Zählvierer oft unsymmetrisch.

**Kabel mit unsymmetrischem Aufbau haben neben dem Zählvierer in jeder Lage einen Richtungsvierer**, dessen Faden- oder Papierbandumwicklung grün gefärbt ist. In diesen Fällen muß vom Zählvierer in Richtung des Richtungsvierers gezählt werden. Damit diese Kabeltypen schon äußerlich erkannt werden, sind die beiden Enden der einzelnen Längen mit A und E bezeichnet.

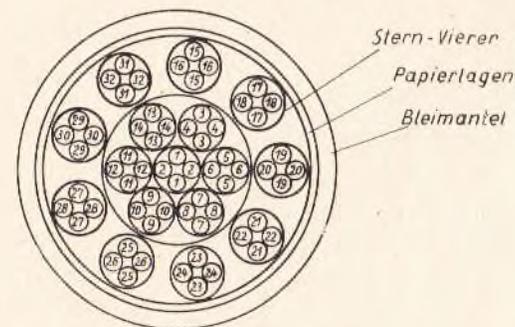


Abb. 15  
Querschnitt eines Kabels  
mit symmetrischem  
Aufbau

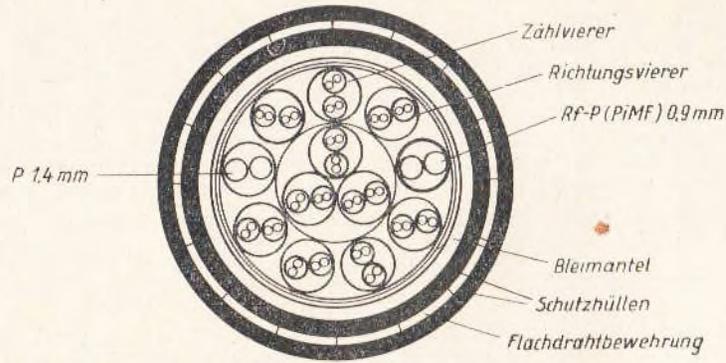


Abb. 16

Querschnitt eines Kabels mit unsymmetrischem Aufbau

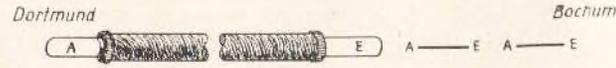


Abb. 17

Auslegen eines unsymmetrischen Kabels

Beim Auslegen dieser Kabel ist darauf zu achten, daß die einzelnen Teillängen **richtig** ausgelegt werden, sonst findet man die Adern nicht überall in derselben Reihenfolge und die übereinstimmende Adernfolge in den einzelnen Längen ist unmöglich. Es müssen stets die Einzellängen, wie in Abb. 17 gezeichnet, ausgelegt werden.

Ausnahmen bestätigen die Regel! Im Laufe der Jahre sind nun verschiedene Kabelformen entwickelt worden. Die Kennzeichnung der einzelnen Kabeladern, der Zählvierer und Zählpaare hat sich dabei auch geändert. Dies kann man nicht alles im Kopf behalten. Damit nun die richtige Adernfolge, auch bei ganz alten Kabeln — ob bei Fern- oder Außenkabeln — stets richtig ausgezählt werden kann, haben wir eine Tabelle aufgestellt, die eine Anleitung für die verschiedenen Kabelarten mit vorhandenen besonderen Merkzeichen (Farbenkennzeichen) der Adern gibt.

## 6. Aufteilungskabel

In Linienverzweignern werden 50-, 70- und 100-paarige Papierkabel in Sternverseilung als Aufteilungskabel benutzt. Sie haben denselben Aufbau wie die Anschlußkabel. Der Aderndurchmesser ist der gleiche wie der des abzuschließenden Kabels.

In Ämtern finden dagegen 50- und 100-paarige Lackpapierkabel mit Bleimantel und 0,6 mm dicken Kupferleitern als Aufteilungskabel Verwendung. Diese Kabel heißen **LPM-Kabel** und führen von den Aufteilungsmuffen zur senkrechten Seite des Hauptverteilers (Vh). Die Kupferadern sind mit einer Lackschicht überzogen, darüber ist eine Papierisolation aus zwei Lagen geschlagen. Die Aufteilungskabel werden im Amt am Hauptverteiler (Vh) ausgeformt und an die Sicherungs- oder Trennleisten geführt.

## Übersicht über Fk, OFk, Aft-Fk, Bzk, NGk und OVk

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

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

Bei alten LPM-Kabeln, mit denen früher die paarverseilten Außenkabel hochgeführt wurden, hat das Zählpaar jeder Lage eine rote b-Ader, während bei den anderen Paaren die a-Ader weiß und die b-Ader blau ist.

Für die Hochführung der Fern-, Ortsfern-, Bezirks- oder Netzgruppenkabel werden besondere **Aufteilungs-Fernkabel** (Aft-Fk) mit 0,9 mm oder 1,4 mm dicken Adern in DM- oder Paarverseilung benutzt. Die Adern dieser Kabel werden ebenso gezählt und gekennzeichnet wie die Adern der Fern-, Ortsfern-, Bezirks- oder Netzgruppenkabel, also von innen nach außen.

## 7. Breitband-Fernkabel und Trägerfrequenz-Kabel

## Breitband-Fernkabel

Die Einführung der „Breitband“-Fernkabel war ein bemerkenswerter Fortschritt im Fernkabelbau. Den Anlaß dazu gab die Fernsehtechnik. Die Fernsehprogramme werden nämlich wie die Rundfunkprogramme übertragen; dafür sind aber die Kabel, die wir bis jetzt kennengelernt haben, aus Übertragungstechnischen Gründen nicht geeignet. Die Industrie entwickelte auf Grund der neuen technischen Forderungen das Breitband-Fk.

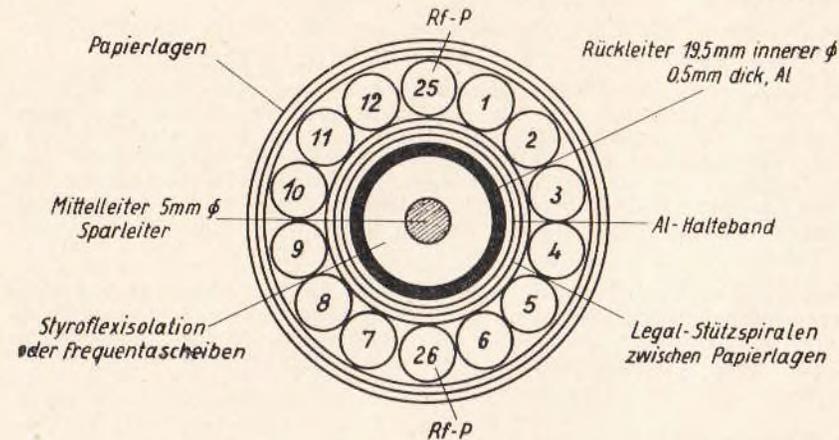


Abb. 18  
Breitband-Fernkabel

Das Breitband-Fk besteht aus einer „**Breitband-Leitung**“, auf der ein bedeutend **breiteres** Frequenzband als auf den Leitungen der Fernkabel übertragen werden kann.

Die Fernkabel sind nur für die Übertragung eines begrenzten Frequenzbandes (Sprache und Musik) geeignet. Um die Breitband-Leitung wird ein sogenannter „**Beipack**“ aus normalen Stern- und DM-Viererseilen und 2 Rundfunkpaaren gelegt. Dieser Beipack soll gleichzeitig den Breitbandkern vor elektrischer Beeinflussung von außen schützen. Auf den Breitband-Kabelstrecken sind stets zwei Kabel nebeneinander ausgelegt, ein Kabel für den Betrieb von Amt A nach Amt B und das zweite Kabel für den Betrieb von Amt B nach Amt A. Auf den Breitbandstrecken haben wir den soge-

nannten zweigleisigen Betrieb. Die Breitband-Leitung der letztverlegten Breitband-Fk besteht aus einem Mittelleiter aus Aluminium von 5 mm  $\varnothing$ , der mit einer Kupferhaut überzogen ist; dieser Mittelleiter wird von einem besonders geformten Rückleiter aus Al-Blech konzentrisch umgeben. Für die Abstützung des Mittelleiters gegen den Rückleiter werden die neuen Isolierstoffe wie „Styroflex“ und „Frequenta“ verwendet. Die Art des verwendeten Isolierstoffes bestimmt die Form des Breitband-Fk. Bei der Verwendung von Styroflex wird für die Abstandshaltung zwischen Mittelleiter und Rückleiter der Isolierstoff in Form von Kordein und Bändern wendelartig um den Mittelleiter geschlagen, während bei der Verwendung von Frequenta 5 mm dicke runde Scheiben in Abständen von 60 mm auf den Mittelleiter aufgebracht sind. Der Luftraum zwischen Mittelleiter und Rückleiter isoliert die beiden Adern voneinander. Auf einem Breitband-Fernkabel können

ein Fernsehprogramm,

ein Rundfunkprogramm und

100 Sprechwege (Stromkreise) gleichzeitig übertragen werden.

#### Trägerfrequenz-Fernkabel (Tf-Fk)

Das Neueste auf dem Gebiete des Fernkabelbaues ist das Trägerfrequenzkabel; es soll dem weiteren Ausbau des Weitverkehrsnetzes dienen.

Die Bezeichnung dieses Kabels deutet schon die Betriebsweise an. Während auf den Normal-Fernkabeln nur die niederfrequente Sprache übertragen wird, übertragen diese Kabel — ähnlich wie beim hochfrequenten Drahtfunk — Trägerfrequenzen, die mit der niederfrequenten Sprache moduliert sind. Die Leiter werden bei diesem Verfahren bedeutend besser ausgenutzt. Die Tf-Fk gestatten bei geringem Materialaufwand eine gleichzeitige Übertragung auf 224 Sprechwegen oder 216 Sprechwegen plus 4 Rundfunkleitungen.

Dieser Überblick soll genügen. Wenn auch das Breitband-Fernkabel und das Trägerfrequenz-Fernkabel nicht unmittelbar zum Arbeitsgebiet eines Fernmeldebauhandwerkers gehören, kann doch der eine oder der andere beim Ausbau des Weitverkehrsnetzes an diesen Kabeln eingesetzt werden.

## 8. Verpackung der Kabel

Abbildung 19a und 19b zeigen uns zwei Kabeltrommeln mit aufgerollten Kabeln.

Für den Versand der Kabel werden meist **hölzerne Trommeln** verschiedener Größen benutzt. Der Scheibendurchmesser liegt zwischen 0,5 und 3 m. Bei normaler Verpackung liegt der Anfang des auf die Trommel gewickelten Kabels innen und ist daher nicht zugänglich. Wird es aber besonders — etwa für Meßzwecke — verlangt, daß der Anfang zugänglich ist, so wird er bei dicken Kabeln, die einen Durchmesser von mehr als 50 mm haben, auf der Innenseite der einen Trommelscheibe bis an den Rand herausgeführt (siehe Abb. 19a). Dadurch geht zwar etwas Wickelraum auf der Trommel verloren, der Anfang ist aber zugänglich; er liegt ebenso wie das Ende unter dem Schutz der Trommelscheibe und der Verschalung, so daß er gegen Beschädigung gut geschützt ist. Das Kabelende wird gut festgebunden, damit sich die Wicklung beim Versand nicht lockern kann. Bei Kabeln mit dünnerem

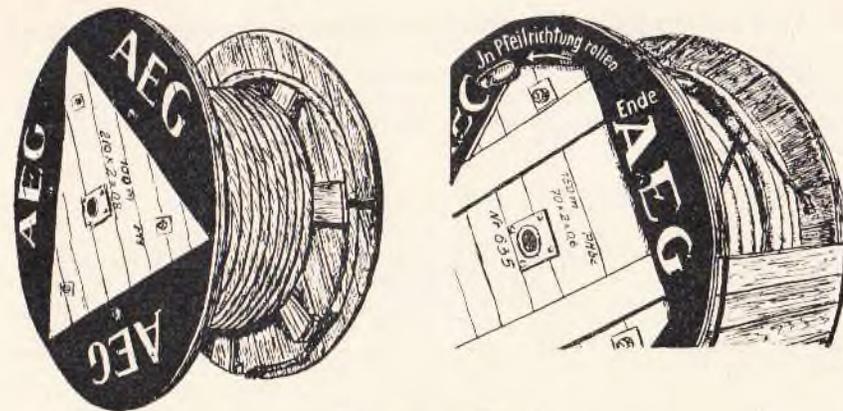


Abb. 19a und 19b

#### • Kabeltrommeln

Durchmesser wird der Anfang des Kabels durch eine Öffnung in der Trommelscheibe nach außen gezogen und so befestigt, daß er noch im Schutz des Scheibenrandes liegt (siehe Abb. 19b).

Die Kabeltrommel wird zum Schutz des Kabels mit Brettern verschalt, die auf die Trommelscheibe genagelt und mit Bandeisen festgehalten werden. Beim Abnehmen der Verschalung muß sorgfältig gearbeitet werden, damit kein Nagel den Bleimantel beschädigt oder etwa ein gelöstes Verschalbrett mit hervorstehenden Nägeln unter die Trommel kommt und das Kabel auf diese Weise beschädigt. Durch jede Verletzung des wasserdichten Bleimantels dringt Luftfeuchtigkeit und Nässe in das Kabel ein und gefährdet die Isolation.

Damit ohne Lösen der Verschalung schon von außen zu sehen ist, welche Kabeltypen und Kabellängen aufgetrommelt sind, muß jede Kabeltrommel beschriftet werden. Die Aufschrift muß die Fabrikationslänge und die Anzahl der Doppeladern des Kabels enthalten. Die Angaben werden mit Farbe auf die Trommelscheibe geschrieben. Parallel zum Trommelrand ist an einer Stelle der Scheibe ein Pfeil aufgemalt, der entgegen der Abwickelrichtung des Kabels zeigt und mit der Bezeichnung „In Pfeilrichtung rollen“ versehen ist.

Die Kabelfirmen stellen die Kabeltrommeln nur **leihweise** für eine bestimmte Zeit zur Verfügung. Es muß also auf eine sorgfältige Behandlung geachtet werden.

Wenn einmal ein kurzes Kabelstück verschickt werden muß, kann es auch ohne Trommel im Ring versandt werden. Der Krümmungsradius darf dabei ein bestimmtes Maß — je nach Dicke des Kabels — nicht unterschreiten. Kabel mit blankem Bleimantel müssen mit Papier oder Ölleinen bewickelt werden, bewehrte Kabel nur mit Stroh oder Leinwand. Beim Verladen dürfen diese Ringe nie an Haken oder Ketten aufgehängt werden, sondern nur in Gurten.

### III. Aufbau der Kabelabschluß- und Verzweigereinrichtungen

Zu den Kabelabschlußeinrichtungen gehören Endverschlüsse, Überführungsendverschlüsse und Endverzweiger.

Als Verzweigereinrichtungen werden Linienverzweiger und Kabelverzweiger verwendet.

#### 1. Kabelabschlußeinrichtungen

Kabel dürfen wegen ihrer feuchtigkeitsempfindlichen Papierisolation nicht an der Luft ausgeformt werden. Sie werden — je nach ihrem Verwendungszweck — im Endverschluß, Überführungsendverschluß oder Endverzweiger **luftdicht** abgeschlossen. Das Kabel wird durch den Stutzen in das Gehäuse der Abschlußeinrichtung eingeführt und der Bleimantel des Kabels mit dem Stutzen verlötet. Zum Schluß wird das Gehäuse mit heller Vergußmasse ausgegossen.

##### a) Endverschlüsse (EVs)

Folgende Endverschlüsse werden bei der DBP verwendet:

Fernkabelendverschlüsse	(Fk-EVs),
Fernkabelverzweiger	(Fk-Vzw) und
Endverschlüsse für Ortskabel	(EVs-Ol).

##### Fernkabelendverschluß (Fk-EVs)

Fern- und Bezirkskabel werden mit Fk-EVs zu 10 und 20 DA abgeschlossen.

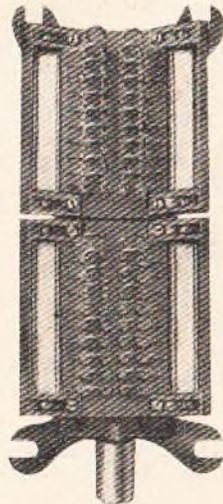


Abb. 20  
Endverschluß für Fernkabel

Das Gehäuse der Fk-EVs ist aus Grauguß. Auf der Rückseite wird es durch einen Deckel aus dem gleichen Werkstoff mittels einer Weichgummidichtung luftdicht abgeschlossen. Bei den Fk-EVs zu 10 DA befinden sich oben und unten im Deckel durch Schrauben verschließbare Öffnungen zum Einfüllen

und Ablassen der Vergußmasse. Das Gehäuse für 20 DA hat eine zweite Ablaßöffnung. In die Böden dieser Gehäuse sind ein oder zwei innen und außen feuerverzinnete Lötstutzen für die Kabeleinführung eingewalzt. Die Vorderseite wird mit einer oder zwei Anschlußplatten, die unter Weichgummizwischenlage auf das Gehäuse geschraubt werden, verschlossen. Die Fk-EVs zu 10 DA haben eine und die zu 20 DA zwei Anschlußplatten zu je 10 DA.

Die Anschlußplatten bestehen aus einem gut isolierenden Preßstoff. Die Anschlußstifte aus Messing sind in besondere Isolierstoffkegel der Anschlußplatten eingepreßt, dadurch werden die Kriechwege verlängert. Die Anschlußstifte sind in vier Reihen angeordnet. Auf der vorderen Seite der Anschlußplatte sind die Stifte als Steckbuchsen ausgebildet. Die Außenadern werden durch Einstecken der Trennbügel in die Buchsen mit den Innenadern verbunden.

Für die Führung der Schaltdrähte sind an beiden Seiten des Fk-EVs Führungsleisten angebracht.

Am Gehäuse sind Knaggen angegossen, mit denen die Fk-EVs am Gestell befestigt werden.

Für den Abschluß der Rundfunkadern werden Fk-EVs mit **abgeschirmten** Anschlußplatten verwendet. Die Abschirmung besteht aus einem doppelkreuzförmigen Schirm aus Leichtmetallguß. Dieser Schirm ist metallisch mit dem Bleimantel des Kabels verbunden. Das Gehäuse und die Anschlußplatten haben die gleiche Form wie die der Fk-EVs ohne Abschirmung.

##### Fernkabelverzweiger (Fk-Vzw)

Die Fk-Vzw dienen als weitersichere Abschlußgeräte in feuchten Räumen. Sie werden in zwei Größen für zwei und vier Anschlußplatten hergestellt. Das Gehäuse aus Grauguß ist in einen Kabelabschlußraum und einen Schaltraum unterteilt.

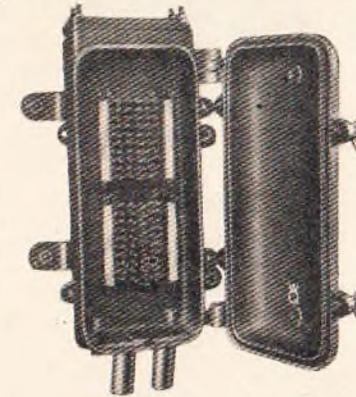


Abb. 21  
Fernkabelverzweiger

Der Kabelabschlußraum gleicht dem des Fk-EVs. Der Schaltraum wird durch einen in Scharnieren drehbaren Gußdeckel mit eingelegter Weichgummidichtung abgeschlossen. Der Deckel wird durch vier Flügelschrauben dicht auf das Gehäuse gepreßt.

Die Anschlußplatten für Fk-Vzw unterscheiden sich von denen der Fk-EVs dadurch, daß alle Steckbuchsen im Kabelabschlußraum in Löthaken enden. Auf der Schaltseite haben die außenliegenden Buchsenreihen seitlich angebrachte Schraubklemmen (bei Fk-EVs Löthaken).

Geschirmte Anschlußplatten sind nur für 6 DA vorgesehen. Außer der Abschirmung haben sie den gleichen Aufbau wie die Anschlußplatten der Fk-Vzw ohne Schirm.

Die parallel zu den Anschlußplatten angeschraubten Führungsleisten für die Schaltdrähte sind aufklappbar.

#### Endverschlüsse für Ortskabel (EVs-Ol)

Die EVs-Ol dienen zum Abschließen der Ortskabel in LV und KV. Sie werden in Größen zu 10, 20, 50, 70 und 100 DA hergestellt.

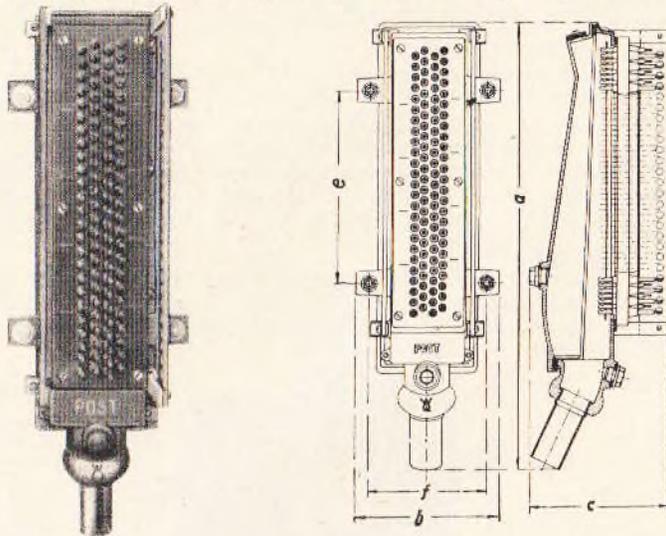


Abb. 22  
Endverschluß für Ortskabel

Das Gehäuse ist aus Grauguß. Es gleicht in Form und Ausführung dem des Fk-EVs. Die EVs-Ol zu 100 DA haben für die Kabeleinführung einen geraden und die übrigen einen schrägen Lötstutzen.

Das Gehäuse ist auf der Vorderseite mit einer Anschlußplatte abgeschlossen, die unter Weichgummizwischenlage dicht auf das Gehäuse aufgeschraubt ist. Die Anschlußplatte besteht aus Isolierpreßstoff.

Die Lötstifte sind in zwei Doppelreihen — untereinander versetzt — angeordnet; in jeder Reihe befinden sich je 5, 10 oder 25 Lötstifte. Sie sind auf beiden Seiten der Anschlußplatte in einen Isolierstoffkegel eingepreßt, wodurch der Kriechweg verlängert wird. Auf der Kabel- und Schaltseite sind die Stifte zu Löthaken ausgeformt, die feuerverzinkt sind, damit die Lötarbeiten einwandfrei ausgeführt werden können.

Zur übersichtlichen Führung der Schaltdrähte ist an den beiden Längsseiten des EVs-Ol je eine Führungsleiste aus Hartpapier angeschraubt.

Die EVs-Ol werden durch Hakenschrauben mit den am Gehäuse befindlichen Knaggen an den Gestellen der LV und KV befestigt.

Endverschlüsse für Fernleitungen (EVs-FI) werden nicht mehr neu beschafft; dafür werden jetzt Fk-EVs benutzt.

#### b) Überführungsendverschlüsse (ÜEVs)

Bei den ÜEVs unterscheiden wir ÜEVs für Fernleitungskabel (ÜEVs-FI) und ÜEVs für Ortskabel (ÜEVs-Ol).

##### Überführungsendverschlüsse für Fernleitungskabel (ÜEVs-FI)

ÜEVs-FI werden für 4, 6, 10 und 20 DA hergestellt. Sie bestehen aus einem doppelwandigen Gehäuse aus Stahlblech, das durch eine Trennwand in einen Kabelabschlußraum und einen Sicherungsraum unterteilt ist. Der Kabelabschlußraum wird durch einen Deckel mit Gummidichtung, der an das Gehäuse angeschraubt wird, verschlossen.



Abb. 23  
Überführungsendverschluß  
für Fernleitungskabel

Der Sicherungsraum ist durch eine doppelwandige Tür zugänglich, die mit Sechskantschlitzschrauben verschlossen wird. Er wird durch Schlitzöffnungen in Tür und Dach entlüftet.

Der Kabelabschlußraum hat unter dem abnehmbaren Dach eine Öffnung, in die die Vergußmasse eingegossen wird und die mit einem Schraubdeckel verschlossen werden kann. Im Boden befinden sich die verschraubbare Ablassöffnung und ein innen und außen verzinnter Stutzen, durch den das Kabel in den Abschlußraum eingeführt wird. Zum Schutz des Kabels gegen Knickung und Bruch ist unterhalb des Lötstutzens eine Abfangschelle angebracht.

Im Sicherungsraum befinden sich die Anschlußplatten, die auf die Trennwand unter Zwischenlage von Gummidichtungen geschraubt sind. Die Löthaken ragen durch Öffnungen in der Trennwand in den Kabelabschlußraum hinein. Jede Anschlußplatte ist für 2 DA eingerichtet. Auf der Sicherungsseite sitzen im oberen und unteren Teil der Anschlußplatte je 2 Federsätze zur Aufnahme der Luftleer-Blitzableiter und der Stromgrobsicherungen.

Die Luftleer-Blitzableiter dienen als Spannungseinschutz mit einer Ansprechspannung von 350 V. Die Stromgrobsicherungen sprechen bei einer Stromstärke von 8 A an. Außerdem ist der ÜEVs-FI noch mit einem Spannungsgrobschutz mit einer Ansprechspannung von etwa 2000 V abgesichert.

#### Überführungsendverschlüsse für Ortskabel (ÜEVs-OI)

Bei der DBP werden ÜEVs-OI zu 5 und 10 DA verwendet. Bisher wurden ÜEVs-OI (Baujahr 1930) eingebaut. Sie bestehen aus einem doppelwandigen Blechgehäuse (siehe Abb. 24).

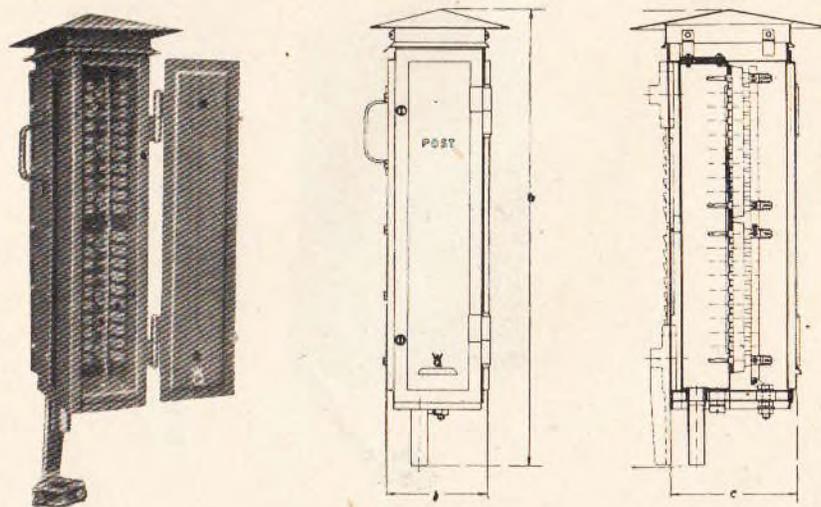


Abb. 24

#### Überführungsendverschluß für Ortskabel (Baujahr 1930)

Diese ÜEVs-OI (Baujahr 1930) werden nicht mehr beschafft. Sie wurden durch die ÜEVs-OI (Baujahr 1950) ersetzt, die sich in ihrem Gehäuse wesentlich von der alten Bauart unterscheiden. Das Gehäuse des ÜEVs-OI (Baujahr 1950) ist nur einwandig; nach dem Beschalten wird über den ÜEVs-OI eine Blechhaube gesetzt, die sich leicht nach oben abheben läßt.

Aus dem ÜEVs-OI (Baujahr 1950) wurde der ÜEVs-OI (Baujahr 1953) entwickelt, den die Abb. 24a zeigt.

Die ÜEVs-OI sind im Band VI näher beschrieben.

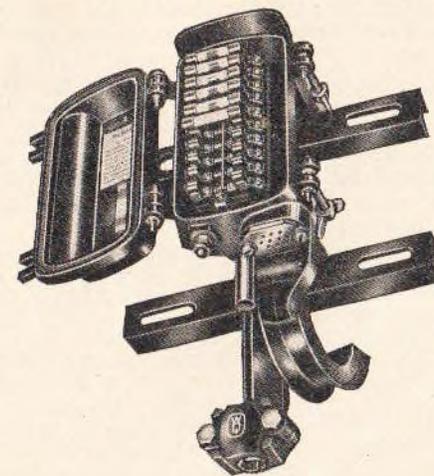


Abb. 24 a

#### Überführungsendverschluß für Ortskabel (Baujahr 1953)

#### c) Endverzweiger (EV)

Wir unterscheiden wetterfeste Endverzweiger (EVw) und Endverzweiger für Innenräume (EVi). EVw gibt es zu 5 und 10 DA; EVi zu 5-10 und 20 DA.

#### Wetterfeste Endverzweiger (EVw)

Der EVw ist für den Kabelabschluß im Freien oder in feuchten Räumen bestimmt. Sein Gehäuse aus Gußeisen ist in einen Kabelabschlußraum und einen Schaltraum unterteilt. Die Trennwand zwischen den beiden Räumen bildet die Anschlußplatte.

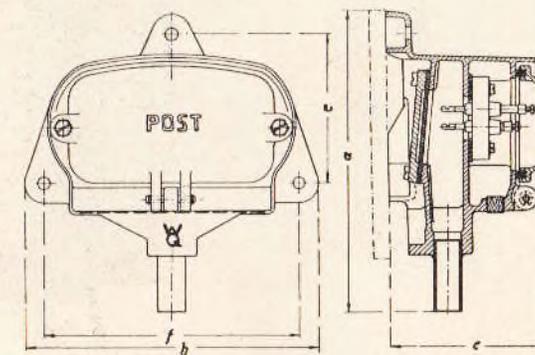


Abb. 25

#### Wettersicherer Endverzweiger

Der Abschlußraum wird durch einen Deckel mit Gummidichtung abgeschlossen, der an das Gehäuse geschraubt wird. Im Boden ist ein Stutzen für die Kabeleinführung eingewalzt.

Auf der Vorderseite des Schaltraumes befindet sich ein Deckel mit Gummidichtung, der mit einem Scharnier am Gehäuse befestigt ist. Dieser Deckel wird mit zwei geschlitzten Sechskantschrauben verschlossen. Im Boden des Schaltraumes sind je nach der Größe der EVw 5 oder 10 Bohrungen für die Zuführungsleitungen (Rohrdraht, Kunststoffleitung) zu den Sprechstellen vorhanden. Die nichtbenutzten Öffnungen bleiben durch Holzstöpsel verschlossen.

Die Anschlußplatte besteht aus einem hochisolierenden Preßstoff, sie ist auf der Rückseite des Schaltraumes unter Zwischenlage einer Weichgummidichtung aufgeschraubt.

In die Anschlußplatten sind in zwei Reihen je 5 oder 10 Anschlußstifte eingepreßt. Im Schaltraum sind sie als Schraubklemmen und im Kabelabschlußraum als verzinnte Löthaken ausgebildet.

Der EVw wird mit drei angegossenen Ösen befestigt.

#### Endverzweiger für Innenräume (EVi)

In trockenen Räumen werden die Kabel durch EVi abgeschlossen. Das Gehäuse besteht aus einem Kasten, der aus hochisolierendem Preßstoff gefertigt ist. Die Vorderseite des Kastens bildet die Anschlußplatte, der Kasten selbst den Kabel-Abschlußraum, der auf der Rückseite offen ist.

Die Rückseite des Gehäuses wird durch eine Rückwand und die Vorderseite durch eine Schutzkappe abgeschlossen. Rückwand und Schutzkappe bestehen ebenfalls aus Preßstoff und werden mit dem Gehäuse verschraubt.

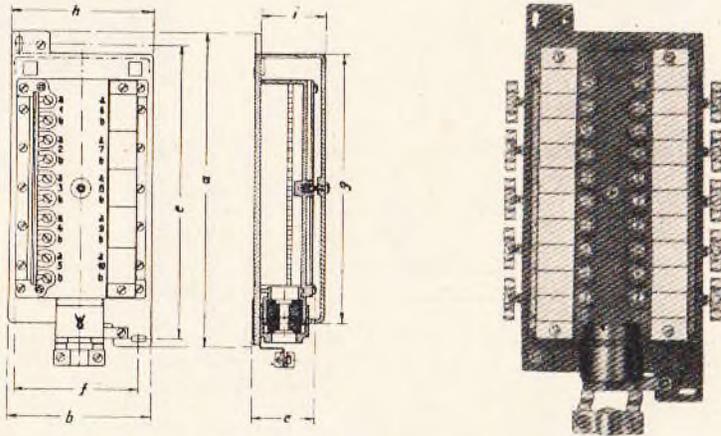


Abb. 26  
Endverzweiger für Innenräume

Am Kasten befindet sich unten ein herausnehmbarer Stutzen aus Preßstoff, der als Stopfbuchse mit Weichgummidichtung ausgebildet ist. Unter dem Stutzen ist noch eine Metallschelle angebracht, mit der der Bleimantel des Kabels abgefangen wird.

In die Anschlußplatte sind die Anschlußstifte eingepreßt, die auf beiden Seiten als Schraubklemmen ausgebildet sind. Auf der Vorderseite sind neben den Schrauben Bezeichnungstreifen aus Hartpapier angebracht. Zur Befestigung der EVi befindet sich **rechts oben und links unten** je ein Langloch. An der Rückwand ist eine Erdungsschiene aus Messing befestigt, die mit der unter dem Stutzen befindlichen Metallschelle (Erdungsschelle) metallisch verbunden ist.

Die Schutzkappe ist mit seitlichen Ausbruchöffnungen für die Zuführungsleitungen zu den Sprechstellen versehen.

Beim **EVi 55** zu 5 und 10 DA werden im Gegensatz zu den bisher üblichen EVi die ankommenden Kabeladern nicht mehr angeklemt, sondern an Lötflächen angelötet. Nachdem die ankommenden Kabeladern ausgebunden und angelötet sind, wird der EVi 55 auf der Grundplatte (an der Wand) angeschraubt. Das Oberteil ist mit der Grundplatte durch Gummi abgedichtet. Nach Lösen der oben angebrachten Verschlusskappe wird der Kabelabschlußraum zum Schutz gegen Feuchtigkeit ausgegossen und die Verschlusskappe wieder aufgeschraubt. Die Abmessungen des EVi 55 zeigt die Abbildung 26 c. Die Maße für a und b sind:

EVi 55 zu 5 DA:	a = 118,0 mm,
	b = 76,5 mm;
EVi 55 zu 10 DA:	a = 155,0 mm,
	b = 120,0 mm.

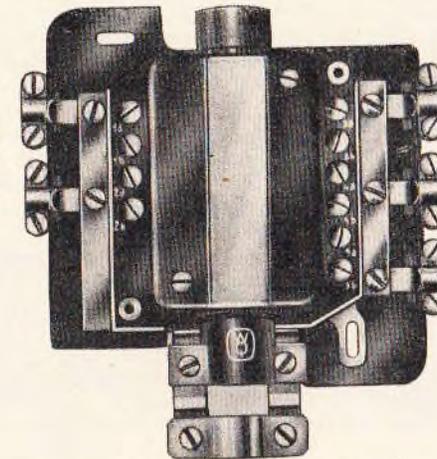


Abb. 26 a  
EVi 55 zu 5 und zu 10 DA

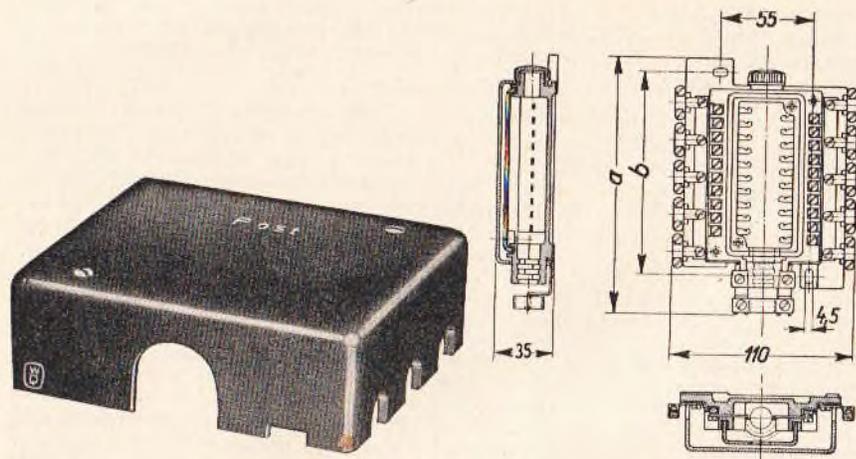


Abb. 26 b und c  
EVi 55 zu 5 und zu 10 DA

## 2. Sicherungsleisten

Die Sicherungsleiste ist für 25 DA vorgesehen. Sie hat für jede Ader einen Stromfeinschutz (Rücklötsicherung 0,5 A) und einen Spannungseinschutz.

Als Spannungseinschutz wird ein Kohleblitzableiter mit einer Ansprechspannung von 500 V verwendet, der neuerdings durch einen Gasentladungsblitzableiter der Form B 230 V (Kleinspannungsableiter) — KNr. 477 713 300 — ersetzt wird.

Links oben befinden sich die Lötösen a und b (außen), an die das LPM-Kabel angelegt wird. Die Lötösen stehen an der Mittelschiene c mit den Federn e und f in Verbindung.

Die Feder f liegt an der Kohle K 1 an, welche von der mit der Erdleitung in Verbindung stehenden Kohle K 2 durch ein Zellitplättchen Z getrennt ist. Das Zellitplättchen wird bei einer Spannung von mehr als 500 V durchschlagen (Spannungsschutz). Hierdurch wird die Ader an Erde gelegt.

Über die Feder e führt die metallische Verbindung von der Schiene c über die Sicherung m, die Schiene d zu den Lötösen a und b (innen). Die Sicherung m ist der Stromfeinschutz. Spricht die Feinsicherung m an, gibt ihr Stift die Feder e frei, die die Blattfeder p an den Kontakt n drückt. Hierdurch wird die Außenleitung geerdet und die Innenleitung von der Außenleitung getrennt.

**Trennleisten** dienen in Fernsprechvermittlungsstellen als **Trenn- und Meßstellen** für Anschluß- und Ortsverbindungsleitungen, die **nur unterirdisch** verlaufen und nicht gesichert zu werden brauchen. Die Trennleisten werden an Stelle der Sicherungsleisten an der senkrechten Seite von Hauptverteilern verwendet.

Die von der Firma Krone KG, Berlin, entwickelte Trennleiste besteht aus einer Grundplatte aus mechanisch hochwertigem Preßstoff, auf deren Vorderseite bis zu fünf Schalteinheiten für je 5 Doppeladern befestigt werden

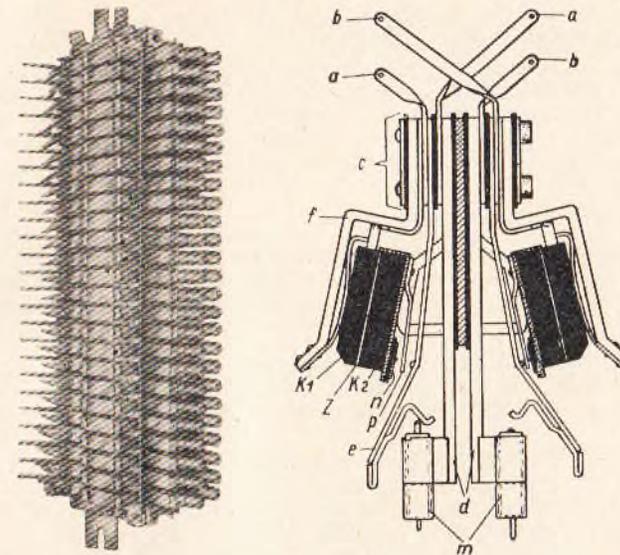


Abb. 27  
Sicherungsleiste

können. Auf der Rückseite der Grundplatte befinden sich oben und unten Eisenwinkel zur senkrechten Befestigung der Trennleiste am Hauptverteiler und an den beiden Längsseiten Bohrungen für die Drahtzuführung.

Die **Schalteinheit zu 5 DA** besteht aus einem Sockel aus elektrisch hochwertigem Isolierpreßstoff und enthält für jede Einzelader einen kleinen Hebel-schalter zum Durchschalten bzw. Auftrennen der Leitung. Durch den Hebel-schalter sind die Trennleisten wesentlich vorteilhafter als die bekannten Steckerkonstruktionen, weil hier keine Teile verloren gehen können. Außerdem gewährleistet die besondere Ausbildung der Schaltfeder durch hohen Kontaktdruck und durch die gleichzeitige Wirkung als Reibungs- und Druckkontakt unbedingte Betriebssicherheit bei geringstem Übergangswiderstand.

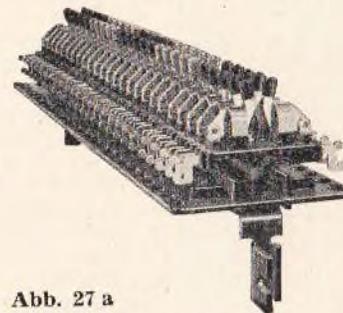


Abb. 27 a  
Trennleiste

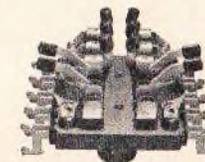


Abb. 27 b  
Schalteinheit

Die Hebelschaltergriffe werden je Schalteinheit zu 5 DA aus rotem oder schwarzem Isolierpreßstoff geliefert.

Die Hebelschalter sind in zwei Reihen nebeneinander angeordnet, links für die a-Adern, rechts für die b-Adern. Sowohl die ankommenden als auch die abgehenden Leitungen werden an Lötflächen angeschlossen, wobei die Lötflächen der zusammengehörenden a- und b-Adern jeweils übereinanderliegen.

### 3. Verzweigerinrichtungen

Die Kabel werden in Verzweigerinrichtungen geschaltet, um sie besser auszunutzen. Verzweigerinrichtungen sind Gehäuse, in denen Endverschlüsse übersichtlich und gegen äußere Einflüsse geschützt untergebracht werden.

#### a) Linienverzweiger (LV)

Die LV werden in Größen zu 1000 und 2000 DA hergestellt. Sie bestehen aus dem Gehäuse und dem Befestigungsgestell für die EVs. Die Grundform der Gehäuse ist achteckig. Das Gehäuse hat wechselnd schmale und breite Seiten.

Das Gehäuse ist aus Stahlblech und doppelwandig. Es ruht auf einem Grundrahmen aus Winkeleisen. Im Grundrahmen ist der Gehäuseboden befestigt, der aus zwei Bodenblechen mit einer Holzzwischenlage besteht. Die Kabel werden durch gußeiserne Tüllen, die in den Boden eingesetzt sind, vom Schacht zum Schaltraum geführt. Die Tüllen, durch die keine Kabel geführt werden, sind mit Holzstopfen verschlossen. Im Boden befindet sich noch eine besondere Tülle für die Einführung der Niederspannungsleitung (Steckkontakte).

Abgedeckt ist das Gehäuse durch ein Dach aus Stahlblech. An den vier breiten Seiten befindet sich je eine doppelwandige Tür. Die beiden Türwände sind durch Federn elastisch miteinander verbunden. Die Tür wird durch zwei Schösser (Hohlschlüssel) verschlossen.

Öffnungen im Grundrahmen, in den Innenblechen der Türen und im Dach entlüften das Gehäuse.

Das Befestigungsgestell für EVs-OI besteht aus senkrecht angebrachten Trageschienen aus Winkeleisen. Sie sind mit dem Gehäuseboden und dem Dach verschraubt. Zur übersichtlichen Führung der Schaltdrähte sind an den Trageschienen Führungsringe angebracht. Die EVs werden mit Hakenschrauben an die Schienen geschraubt.

Das Gehäuse ruht auf einem Sockel aus Beton oder Mauerwerk und wird mit Steinschrauben am Sockel befestigt.

Der Sockel paßt sich der Form des LV-Gehäuses an. In den breiten Seiten sind Öffnungen eingebaut, die mit Gittern verschlossen sind. Diese Öffnungen dienen zur Entlüftung.

Die Verzweigerinrichtungen — besonders die Linienverzweiger — sollen so auf den Straßen und Plätzen aufgestellt werden, daß sie die Sicherheit des Straßenverkehrs nicht beeinträchtigen und das Straßenbild nicht verunzieren. Diese Bedingung läßt sich oft nicht erfüllen, deshalb wurden in letzter Zeit einige Verzweigerinrichtungen in Kellern öffentlicher Bauten untergebracht oder **unterirdische Verzweigerinrichtungen** — hauptsächlich unterirdische Linienverzweiger — eingerichtet. Diese unterirdischen Verzweiger werden wie die oberirdischen ausgerüstet — LV zu 1000 und zu 2000 DA, KV zu 200 DA —. Bei den unterirdischen Verzweigerinrichtungen sind besondere technische Mittel erforderlich, die die Schwitzwasser- (Kondenswasser-) bil-

dung verhindern, weil der Niederschlag des Kondenswassers die Isolierfähigkeit der Verzweigerinrichtungen stark beeinträchtigen würde.

Die Ausrüstung der LV und der KV ist in der Anlage näher beschrieben.

#### b) Kabelverzweiger (KV)

Die KV sind genormt und für 200 DA eingerichtet. Sie bestehen wie der LV aus dem Gehäuse und dem Befestigungsgestell. Die Grundform ist rechteckig.

Das Gehäuse besteht aus einem inneren und einem äußeren Stahlblechmantel; beide Mäntel sind miteinander verschraubt.

Der innere Gehäusemantel ist aus einem Stück Stahlblech gefertigt. Dieser Mantel besteht nur aus der Rückwand und den beiden Seitenwänden. Zur Versteifung sind die Seitenwände vorn umgebogen. In ihnen befinden sich Öffnungen, die zur Entlüftung dienen. Das innere Gehäuse wird oben durch ein Blech abgeschlossen.

Der obere Rand des äußeren Gehäusemantels ist nach außen abgebogen und versteift. An die Versteifung wird das Außendach geschraubt.

Die Vorderseite des KV-Gehäuses wird durch eine doppelwandige Tür aus Stahlblech verschlossen. Den Verschluss bilden zwei Schösser.

Das Befestigungsgestell besteht aus Winkeleisen, an die die EVs angeschraubt werden; an ihnen sind auch die Führungsringe für die Schaltdrähte angebracht.

Dieses Befestigungsgestell ist am Gehäuseboden befestigt. Da der Boden mit dem KV-Sockel verschraubt wird, bekommt das Gestell einen festen Stand. Das Gehäuse wird über das Gestell gestülpt und mit diesem verschraubt. Im Boden sind Tüllen für die Kabeleinführungen eingelassen.

Der Sockel wird im allgemeinen fertig beschafft.

Dieses KV-Gehäuse aus Stahlblech rostet sehr leicht. Besonders in Industriegebieten mit aggressiver Luft rostet das Stahlblechgehäuse so schnell, daß die FBÄ mit der Nachpflege durch Entrosten und Erneuern des Anstrichs nicht nachkommen können.

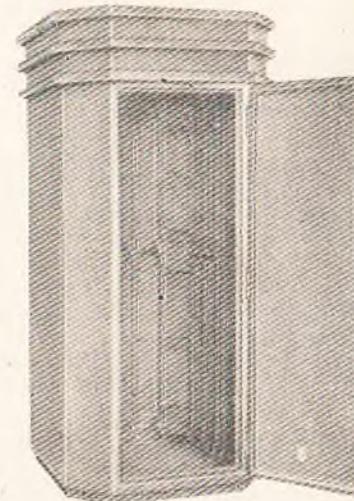


Abb. 28  
Linienverzweiger

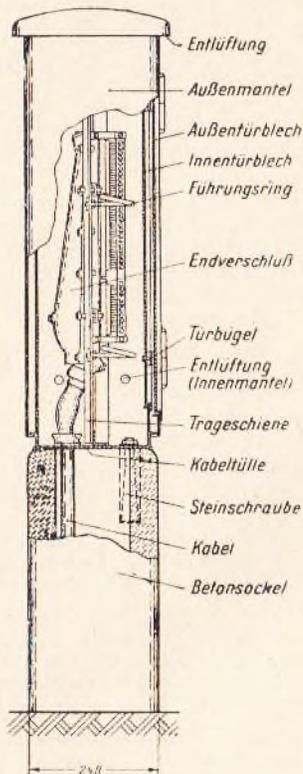


Abb. 29  
Kabelverzweiger

Auf Grund dieser Tatsachen wurde das Betonwerk J. Stewing von der OPD Münster in Westfalen angeregt, ein KV-Gehäuse aus Kunststoff-Stahlbeton zu entwickeln, von dem man Witterungsbeständigkeit und den Wegfall der Pflegearbeiten erwartete.

Nachdem im ersten Einsatz solche KV-Gehäuse aus Kunststoff-Stahlbeton zufriedenstellende Ergebnisse gezeigt haben und bisher auch keine übermäßige oder störende Schwitzwasserbildung beobachtet wurde, ist vom FTZ die Konstruktion weitgehend verbessert worden.

Ein KV-Gehäuse aus Kunststoff besteht vollständig aus dem:

1. dreiteiligen Betonsockel (wobei das Oberteil des Sockels ebenfalls aus Kunststoff besteht),
2. Gehäuse mit Tür und Dach aus Kunststoff (gegen Aufpreis ist das Gehäuse auf Wunsch auch mit einer verschließbaren, herausnehmbaren Rückwand lieferbar),
3. Gestell für Endverschlüsse (ähnlich dem des KV 32) mit 16 Führungsringen.

Das Gewicht des vollständigen Kabelverzweigers beträgt 400 kg.

Die Außenflächen des Gehäuses und beide Seiten der Tür sind blank geschliffen. Im Grundton ist der Kunststoff in folgenden Farben lieferbar:

olivgrün,  
sandsteinrot,  
gelblich-sandfarben,  
weiß-schwarz gesprenkelt.

Es soll damit ermöglicht werden, das KV-Gehäuse unauffällig zu machen und der Umgebung im Farbton anzupassen.

## IV. Wir legen ein Erdkabel aus

### 1. Allgemeines

Der größte Teil des Fernmeldenetzes besteht aus Sicherheitsgründen aus unterirdischen Fernmeldelinien. In größeren Orten, wo mit einer ständigen Zunahme der Kabel zu rechnen ist, werden Kabelkanäle zur Aufnahme der Kabel gebaut. In kleineren Orten und den Randgebieten der Städte legt man meist Erdkabel aus. Da diese Arbeiten hauptsächlich durch Unternehmer ausgeführt und von uns beaufsichtigt werden, entfällt der größte Teil der Verlegungskosten auf Erd- und Pflasterarbeiten. Während die Beschaffungskosten für die Kabel und die Kosten für die Auslegung mit der Adernzahl des Kabels wachsen, sind die Ausgaben für die Erd- und Pflasterarbeiten von der Dicke des Kabels fast unabhängig. Die Verlegungskosten je Sprechkreis sind also bei dünneren (niederpaarigen) Kabeln höher als bei höherpaarigen Kabeln.

In den folgenden Ausführungen wollen wir uns mit der praktischen Durchführung der Arbeiten befassen. Zu einer unterirdischen Fernmeldelinie gehören die Kabel (PM, PMb oder PMbc), Kabelkanäle, Schächte, Linienverzweiger, Kabelverzweiger, Endverzweiger, Überführungsendverschlüsse usw.

Bevor wir mit den Arbeiten beginnen, wollen wir das Fernmeldebauezeug (FBZ) und das Fernmeldebaugerät (FBG) kennenlernen, das wir dabei verwenden.

### 2. Die Beschreibung des Fernmeldebauezugs und Fernmeldebaugerätes

#### a) Das Fernmeldebauezeug

Unter Fernmeldebauezeug verstehen wir die Gegenstände, die fest eingebaut werden, wie z. B. Kabel, Kabelschutzhauben usw.

Das Fernsprechkabel haben wir bereits kennengelernt.

#### Kabelschutzhauben

Die Erdkabel werden mit Kabelschutzhauben aus Ton abgedeckt. Es sind Hauben mit hufeisenförmigem Querschnitt aus gebranntem Ton oder Lehm, die die Erdkabel gegen Druck, Schlag und andere mechanische Beanspruchungen schützen. Der Werkstoff ist deshalb entsprechend aufbereitet und gebrannt und enthält keine wasserlöslichen oder sonstwie schädlichen Teile.

Die Abb. 30 zeigt eine Kabelschutzhaube im Querschnitt.

Sie werden in sechs Nennweiten geliefert, um die Abdeckung dem jeweiligen Kabeldurchmesser anpassen zu können. Nachstehende Tabelle gibt uns ein Bild über die Abmessungen.

Nennweite	d mm	zulässige Abw.	a Kleinst- maß	c Kleinst- maß	s Kleinst- maß	Mindest- länge
50	50	+ 4	55	30	16	333
60	60	+ 4	65	30	16	
70	70	+ 5	75	33	18	
80	80	+ 6	85	37	20	
90	90	+ 6	95	41	22	
100	100	+ 7	105	45	24	

Die Herstellung der Kabelschutzhauben wird laufend durch Güteprüfbeamte der Deutschen Bundespost überwacht.

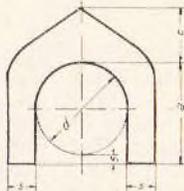


Abb. 30  
Kabelschutzhaube

Die Schutzhauben müssen innen glatt und frei von Aufrauhungen sein. Die Stirnflächen müssen eben und rechtwinklig zur Achse geschnitten sein, damit die Hauben lückenlos aneinandergelegt werden können. Auf der Außenfläche müssen Nennweite und Name oder Warenzeichen des Herstellers deutlich erkennbar sein.

#### Nahtlose Kabelschutzrohre

Bei Eisenbahn- und Straßenkreuzungen werden zum Schutz der Kabel nahtlose Kabelschutzrohre verwendet. Sie werden aus Flußstahl hergestellt und sind in vier Größen lieferbar.

Nennweite NW	Außen- durchmesser	Wanddicke	Gewicht kg/m	Muffenlänge
50	57	2,75	3,68	30
70	76	3,00	5,40	35
80	89	3,25	6,87	40
100	108	3,75	9,64	45

Es können Rohre bis zu 8 m Länge angefordert werden. Das Rohr ist gerichtet und innen und außen mit einem heiß aufgetragenen phenol- und säurefreien Teer- oder Bitumenanstrich versehen.

#### Kabelschutzisen

An weniger gefährdeten Stellen und bei Hochführungen werden Kabelschutzisen als Abdeckung verwendet.

Sie werden in sechs verschiedenen Größen geliefert.

Nennweite NW	Außen- durchmesser D	Wanddicke d	Äußere Dicke Fa	Gewicht kg/m
40	44,5	2,25	3,25	1,72
52	57	2,5	3,5	2,27
65	70,5	2,75	3,75	2,92
80	86	3	4	3,73
90	96	3	4	4,28
100	106	3	4	4,5

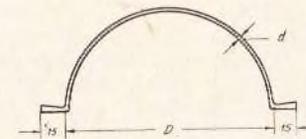


Abb. 31  
Kabelschutzisen

Die Kabelschutzisen bestehen aus halbrundem Formeisen mit nach außen verstärkten Längsflanschen und können durch Klemmverbindungen zu einem Rohr vereinigt werden. Durch Versetzen des Stoßes kann auch eine fortlaufende starre Rohrleitung hergestellt werden.

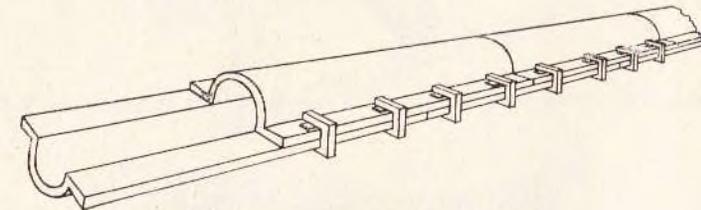


Abb. 32  
Starre Rohrleitung aus Kabelschutzisen

#### b) Das Fernmeldebaugerät

Unter Fernmeldebaugerät verstehen wir:

1. die beim Bau verwendeten Geräte, wie Kabelrolle, Ziehstrumpf usw.,
2. das Werkzeug.

Auf eine Beschreibung des Werkzeuges wollen wir verzichten, weil es allgemein bekannt sein dürfte. Wir wollen uns hier lediglich mit den Geräten beschäftigen.

#### Kabelrollen mit Kugellager

Beim Auslegen der Kabel sind zu ihrem Schutz Kabelrollen mit Kugellager zu verwenden, die in den Kabelgräben und an Krümmungen eingesetzt werden.

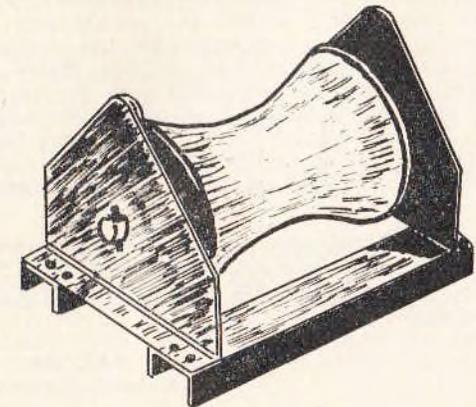


Abb. 33  
Erdkabelrolle (Rolle aus gut abgelagertem Buchenholz, Bock aus Eisen)

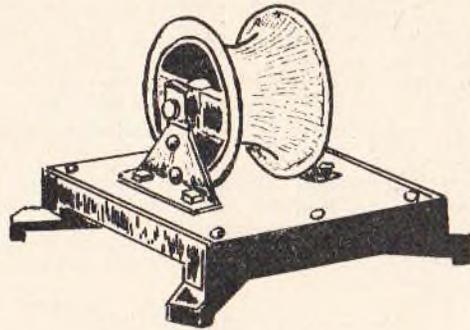


Abb. 33 a

Erdkabelrolle auf kräftige Holzplatte montiert, mit gußeiserner Rolle

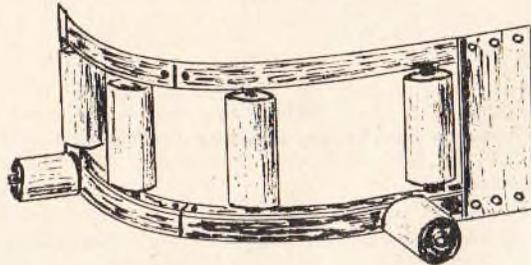


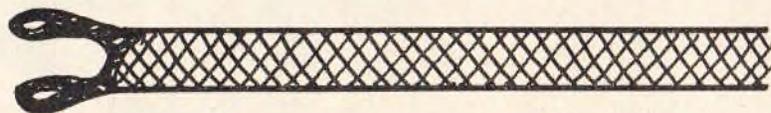
Abb. 33 b

Verstellbare Rollenführung mit Mittelscharnier für Erdkabel, die im Graben um Ecken zu ziehen sind

#### Ziehstrumpf

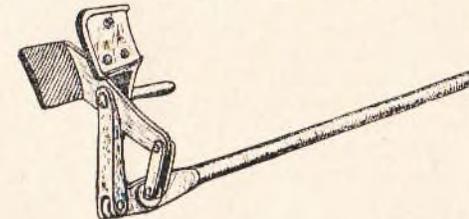
Wenn wir das Kabel mit einer Kraftwinde ausziehen, verbindet ein Ziehstrumpf das Zugseil mit dem Erdkabel.

Der Ziehstrumpf besteht aus Stahldrahtlitzen, deren Maschen an einem Ende in zwei Zugösen auslaufen. Die beiden Strumpfenden sind offen. Der Ziehstrumpf wird so weit auf das Kabel aufgeschoben, daß 10 cm vom Kabelende frei bleiben, damit auch die Kabeladern einen Teil der Zugkraft aufnehmen. Die beiden Zugösen sind am Schäkel des Zugseils zu befestigen; das andere Strumpfende wird mit einem Drahtbund fest an das Kabel gepreßt. Durch den Zug wird der Strumpf zusammengezogen, das Kabel wird dabei vom Geflecht erfaßt und mitgenommen.

Abb. 33 c  
Kabelziehstrumpf

#### Kabeltrommelzange

Es ist darauf zu achten, daß das Kabel nicht unzulässig auf Zug beansprucht wird. Wenn das Kabel zu schnell von der Trommel abläuft, wird es ruckweise angezogen und dabei unzulässig beansprucht. Deshalb sollen Bremsvorrichtungen einen gleichmäßigen Ablauf des Kabels gewährleisten. Bei schweren Kabeltrommeln werden zum Abbremsen Trommelzangen verwendet.

Abb. 34  
Kabeltrommelzange

### 3. Die Auskundung der Kabelstrecke

Nachdem wir das FBZ und FBG kennengelernt haben, wollen wir uns in den folgenden Ausführungen mit dem Auslegen eines Erdkabels befassen.

#### Feststellung der örtlichen Gegebenheiten und der Kabelführung

In der Nähe des Ortes Quickborn wird ein Flugplatz gebaut, der durch ein Erdkabel an das öffentliche Fernsprechnetzt angeschlossen werden soll. Ein derartiges Bauvorhaben umfaßt folgende Arbeitsabschnitte:

- Auskundung der Kabelstrecke,
- Vorbereitung für die Bauausführung,
- Verlegung des Erdkabels,
- Schlußarbeiten.

Nachdem die Planungsstelle des Fernmeldebauamtes die Adernzahl und den voraussichtlichen Verlauf des Kabels festgelegt hat, beginnt die eigentliche Auskundung.

Die Auskundung wird vom Bezirksbauführer zusammen mit dem Bautruppführer vorgenommen. Hierbei sind technische und wirtschaftliche Gesichtspunkte zu beachten. Die Auskundung muß gründlich und gewissenhaft durchgeführt werden, damit später die Auslegung des Erdkabels schnell und reibungslos verläuft. Obgleich die Auskundung nicht in das Arbeitsgebiet des Fernmeldebauhandwerkers fällt, wollen wir doch darüber berichten, weil er für seine praktischen Arbeiten viel daraus lernen kann.

Zweck der Auskundung ist:

1. die örtlichen Gegebenheiten festzustellen, die später die Auslegung und die dauernde Unterbringung des Kabels beeinflussen können;
2. mit den Wegeunterhaltungspflichtigen (Landesstraßenbauämtern, städtischen Straßenbauabteilungen, Gemeinden usw.), mit anderen Verwaltungen (wie Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerken), mit Anliegern oder sonst interessierten Personen eine Verständigung über die Kabelführung zu erlangen;

3. die genaue Führung des Kabels festzulegen;
4. die Unterlagen für die Aufstellung des Wegeplanes (Planverfahren) nach dem Telegraphenwegegesetz beizubringen;
5. für das Aufstellen des Bauanschlages den Bauzeugbedarf und den Umfang etwaiger Unternehmerarbeiten zu ermitteln unter Berücksichtigung aller Umstände, die den Fortgang der Bauarbeiten beeinflussen können.

Die Abb. 35 zeigt den von der Planungsstelle vorläufig festgelegten Verlauf der Fernmeldelinie. Ausgangspunkt ist die Kreuzung der Straßen Neustadt—Quickborn, Niederursel—Tannenbergl. Wir wollen hier aus dem vorhandenen Anschlußkabel Neustadt—Quickborn 70 Reserveadern herausführen und die Ortschaft Tannenbergl gleich mitversorgen, damit die bestehende störungsanfällige oberirdische Linie abgebrochen werden kann. Die Dorfstraße ist 8 m breit; Fremdanlagen, wie Gas- und Wasserleitungen, sind nicht vorhanden; nur ein Starkstromkabel kreuzt die vorgesehene Trasse am Abgang der Tannenberger Straße.

Zunächst wird die Strecke mit einem Vertreter des Wegeunterhaltungspflichtigen begangen, damit der Weg (Fahrbahn, Gehweg oder Böschung) festgelegt wird, in dem das Erdkabel unter Berücksichtigung der Bauvorschriften und des geringsten Kostenaufwands ausgelegt werden soll. In vorliegendem Fall kommt der unbefestigte Seitenteil (Sommerweg) oder die Böschung in Frage, nicht der Graben, weil sich dort Abwässer, Jauche usw. ansammeln, die das Kabel chemisch angreifen könnten. Die Fahrbahn kommt wegen der hohen Instandsetzungskosten und der Behinderung des Verkehrs während der Bauarbeiten nicht in Betracht. Außerdem würden wir dort schwer zu bearbeitenden Boden vorfinden, der zu hohe Baukosten verursacht. Man einigt sich auf die Böschung als Trasse für das Erdkabel.

**Wir merken uns wichtige technische Vorschriften, die bei der Auskundung zu beachten sind:**

**Meide** möglichst wegen auftretender Irrströme die Nähe von **Gleichstromkabeln** oder **Gleichstrombahnen**.

**Meide Geröll** und **Schuttboden**, weil dort mit einer chemischen Zersetzung der Bleimäntel zu rechnen ist.

**Meide Parallelführungen** mit **Starkstromkabeln**. Nach Möglichkeit ist die neue Anlage auf der anderen Straßenseite unterzubringen.

**Meide** die Nähe von **Fremdanlagen**, bei denen mit häufigen Aufgrabungen zu rechnen ist. Unsere Kabel werden dabei freigelegt und können beschädigt werden.

**Meide Gräben**, weil dort durch Abwässer und Jauche die Bleimäntel der Erdkabel angegriffen werden.

Wir wählen von der Straßenkreuzung aus die Böschung und sehen eine **Tiefe von 70 cm** vor. Sollten unbekannte Hindernisse auftreten, dürfen wir die Deckung bis auf 50 cm verringern. Wir kommen zum Wäldchen und möchten hier, um den Bogen der Straße abzuschneiden, unser Kabel durch einen Waldweg führen. Hierfür gelten die besonderen Bestimmungen über die Benutzung von Forstgelände.

Die „**Richtlinien für die Errichtung und Unterhaltung von Fernmeldeanlagen der Deutschen Bundespost in Forsten des Reiches und der Länder**“ — gültig ab 1. April 1938 — (FBO, Teil 2 Anl. 12) bezwecken ein verständnisvolles und reibungsloses Zusammenarbeiten zwischen den Fernmeldebauämtern und den Forstdienststellen bei Benutzung des staatlichen Forstgeländes für Fernmeldeanlagen.

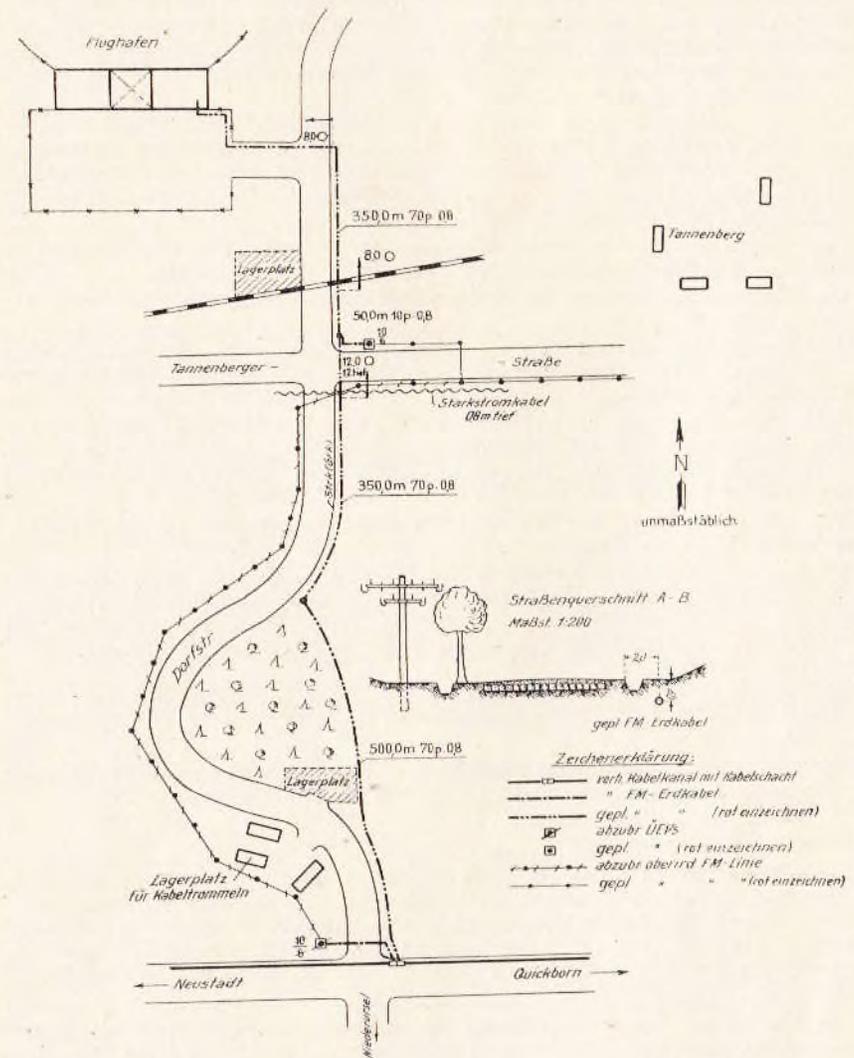


Abb. 35  
Verlauf der unterirdischen Fernmeldelinie

Grundsätzlich hat die Forstverwaltung nach den Richtlinien für die Errichtung und Unterhaltung von Fernmeldelinien in Forsten die Führung von Fernmeldeanlagen auf, über und durch Forstgelände zu gestatten, soweit die Belange der Forstverwaltung nicht wesentlich beeinträchtigt werden.

Die Führung der Fernmeldeanlagen ist im einzelnen von Fall zu Fall zwischen den beiderseitigen Dienststellen an Ort und Stelle mündlich zu vereinbaren. Einer schriftlichen Bestätigung bedarf es nicht, denn dafür sind die Richtlinien erlassen worden.

Trotz der Vereinbarungen kann die Forstverwaltung später eine Veränderung oder Verlegung der Fernmeldelinie verlangen. Die Deutsche Bundespost ist dann verpflichtet, in einem angemessenen Zeitraum die Arbeiten auf eigene Kosten auszuführen. Anerkennungsgebühren oder Mieten sind für die Benutzung von Forstgelände nicht zu zahlen.

Der Zutritt zu vorhandenen Anlagen zur Beseitigung von Störungen und zu anderen Arbeiten (Instandhaltung) ist zu jeder Zeit gestattet.

Eine Haftung für Fernmeldeanlagen auf Forstgelände übernimmt die Forstverwaltung nicht.

Da vom Förster keine Einwände erhoben werden, wird die östliche Seite des Weges für die Kabelführung gewählt. Tiefe 70 cm, Abdeckung mit Kabelschutzhauben.

Jetzt stehen wir wieder auf der Straße. Wir müssen die Tannenberger Straße kreuzen. Vor der Straßenkreuzung liegt in 70 cm Tiefe das Starkstromkabel. Durchstechen können wir die Straße nicht, da nach Auskunft des Straßenmeisters die Bodenart dazu nicht geeignet ist.

Wir einigen uns auf den **Einbau eines Kabelschutzrohres in die Straßenkreuzung** in 1,20 m Tiefe.

Weiter geht es bis zur **Kreuzung des Eisenbahndammes**. Hier finden wir aufgeschütteten Boden; es wird vereinbart, den Bahnkörper zu durchstechen. Das Bahnbetriebswerk, vertreten durch den Bahnmeister, ist mit der Lösung einverstanden und bereit, während der Arbeiten eine Aufsichtskraft zu stellen.

Der Durchstich erfordert nach Beendigung der Arbeiten ein besonders sorgfältiges Verfüllen und Einschlämmen des Bodens, damit keine Hohlräume bestehen bleiben.

In der **Straßenkreuzung zum Flughafen** wird ein **Kabelschutzrohr** eingebaut, dann geht es am Feldweg entlang bis zum Flughafengelände.

#### Aufmaß der Kabelstrecke

Die **örtliche Auskundung** ist damit **beendet**, jetzt wird die Strecke aufgemessen und die erforderlichen Unterlagen für das Planverfahren, den Bauanschlag, die Bauausführung und die Ausschreibung der Erdarbeiten werden ermittelt. Falls der Boden nicht bekannt ist, werden in angemessenen Abständen Probelöcher gegraben, um die Bodenart feststellen zu können.

Das FBA leitet das **Planverfahren** ein. **Lagepläne** werden den Beteiligten zugesandt; außerdem wird in einer Tageszeitung, die für amtliche Bekanntmachungen benutzt wird, auf das Bauvorhaben hingewiesen. Ferner wird bekanntgegeben, bei welchen **Postämtern** die **Pläne öffentlich ausgelegt sind**. Wenn gegen den Plan innerhalb von vier Wochen kein Einspruch erhoben wird, kann nach Aufstellung und Feststellung des Bauanschlages mit den Bauarbeiten begonnen werden.

Nach dem „**Gesetz zur Vereinfachung des Planverfahrens für Fernmeldelinien**“ vom 24. September 1935 darf von dem Aufstellen, Mitteilen, Auslegen und Bekanntgeben eines Planes — wie im „**Telegraphenwegesgesetz**“ vom 18. Dezember 1899 vorgeschrieben — abgesehen werden. In diesen Fällen braucht die beabsichtigte Benutzung öffentlicher Wege usw. den Eigentümern nur kurzer Hand mitgeteilt zu werden. Das **vereinfachte Planverfahren** muß durch die Oberpostdirektionen genehmigt oder angeordnet werden.

#### Benutzung von Privatgrundstücken

Ergänzend ist noch folgendes zu der Benutzung von nichtöffentlichem Grund und Boden für unsere Fernmeldeanlagen zu sagen:

Die Benutzung von Privatgrundstücken — außer im Luftraum — ist gesetzlich nicht geregelt. Die Führung von Fernmeldeanlagen auf Privatgrundstücken kann deshalb nur auf dem Wege besonderer Vereinbarungen zwischen der Deutschen Bundespost und den Grundstückseigentümern geschehen. Solche Vereinbarungen werden von Fall zu Fall getroffen:

**Bei Grundstücken mit Fernsprechanschluß** durch die „Erklärung des Grundstückseigentümers“ (Hausbesitzererklärung) nach der Fernsprechordnung (FO). Die DBP gibt gleichzeitig eine Gegenerklärung ab. Die Grundstückseigentümergeklärung kann nicht gekündigt werden, solange auf dem Grundstück ein Fernsprechanschluß besteht.

**Bei Grundstücken ohne Fernsprechanschluß** durch freie Vereinbarungen mit den Eigentümern und u. U. durch Eintragung einer Dienstbarkeit im Grundbuch.

**Das Gelände der Bundesbahn** rechnet nicht zu den öffentlichen Wegen. Die Grundlage für die Benutzung des Eisenbahngeländes für den Bau von Fernmeldelinien bildet die „**Vereinbarung zwischen der Deutschen Reichsbahn und der Deutschen Reichspost über die Benutzung von Gelände der Bahn zur Unterbringung von Fernmeldelinien der Post und über ihr Zusammentreffen mit Bahnanlagen vom 16./30. Juni 1939**“ (FBO 2, Anl. 10).

Für die **Benutzung des Geländes der Autobahnen** gilt die „**Vereinbarung über Fernmeldeanlagen bei Reichsautobahnen vom 9./20. Januar 1937**“ (FBO 2, Anl. 11).

Die Bestimmungen für die **Benutzung staatlichen Forstgeländes** wurden bei der Auskundung des Waldweges erörtert.

#### 4. Die Vorbereitungen für die Bauausführung

Ist der Bauanschlag genehmigt, hat der Bautruppführer die unmittelbaren Vorbereitungen für die Bauausführung auf der Strecke zu treffen.

Der Bautruppführer geht mit einem Vertreter des Wegeunterhaltungspflichtigen nochmals die Strecke ab, um den **Zustand der Straßenoberfläche** festzustellen, damit später bei der Wiederherstellung der Straße Meinungsverschiedenheiten vermieden werden.

Falls erforderlich, werden gesicherte Lagerplätze für Kabel und Kabelschutzhauben gesucht.

Sobald alle Einzelheiten geklärt sind, wird ein skizzenmäßiger Kabellageplan gefertigt, damit **während des Auslegens** das Kabel bei **offenem** Graben eingemessen werden kann.

## 5. Die Bauausführung

Der Bautruppführer verständigt den Wegeunterhaltungspflichtigen, das Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerk sowie die Verkehrspolizei, daß mit den Arbeiten begonnen wird. Er steckt gemeinsam mit dem Schachtmeister des Unternehmers an Hand der Zeichnung den **Kabelgraben** ab und gibt folgende kurze Anweisung:

Da wir nur ein Kabel zu verlegen haben, genügt eine **Grabenbreite von 30 cm**. Der Boden ist gut und steht, der Kabelgraben ist daher **ohne Böschung** auszuheben. Bei Anschlußkabeln genügt eine **Grabentiefe von 70 cm**. Die ausgehobenen Erdmassen sind so zu lagern, daß an einer Grabenseite ein Streifen von etwa 50 cm Breite frei bleibt. **Der Rasen ist abzustechen** und besonders zu lagern, damit er wieder eingelegt werden kann. Ebenso ist bei der Straßenkreuzung das Befestigungsmaterial so zu lagern, daß es wieder verwendet werden kann. Lose und vorspringende Steine sind von der Grabensohle zu entfernen. Sollte steiniger oder felsiger Untergrund vorgefunden werden, ist auf die Sohle eine 5 cm dicke Schicht steinfreie Erde aufzubringen, abzugleichen und festzustampfen. Wo der Graben einen Winkel bildet, sind die Ecken abzurunden.

Der Schachtmeister setzt seine Leute ein, läßt **Warn- und Achtungsschilder** aufstellen. Der Graben wird auf der Strecke vom Abgang Neustadt—Quickborn bis zur Wegekreuzung zum Dorf Tannenbergr ohne Hindernisse ausgehoben.

Die Sieleinlaufschächte werden freigehalten, damit das Regenwasser ablaufen kann. Vor der Straßenkreuzung liegt in einer Tiefe von 80 cm das Starkstromkabel. Wir wollen mit unserem Kabel unter der Fremdanlage zu liegen kommen und in der Straßenkreuzung auf 1,20 m Tiefe ein Kabelschutzrohr auslegen. Etwa 10 m vom Starkstromkabel entfernt beginnen wir den Kabelgraben so abzusenken, daß wir 1 1/2 m vor der Fremdanlage bereits eine Sohlentiefe von 1,20 m haben. Unsere Anlage ist auf diese Weise am besten geschützt, weil sie bei Arbeiten an der Fremdanlage nicht beschädigt werden kann. Zum Schutz gegen die **Wärmewirkung des Starkstromkabels** soll das Fernmeldekabel an der Kreuzungsstelle mit **Kabelschutzhauben** abgedeckt werden. Statt der Schutzhauben können auch Halbmuffen oder Rohre aus Asbestzement, die innen mit einer Schutzschicht aus Bitumen versehen sind, verwendet werden. Die **Gefahrenstellen** werden im **Kabellageplan** eingetragen.

In die Straßenkreuzung wird das Kabelschutzrohr sofort eingelegt und die Straße wieder verfüllt, damit der Verkehr nicht mehr behindert wird.

An der Kreuzung mit der Eisenbahn werden auf beiden Seiten des Bahnkörpers Löcher von 1,50 m Tiefe ausgehoben, damit von hier aus der Bahnkörper **1 m unter der Schienenoberkante** durchstoßen werden kann. Nach dem Durchstich wird ein **nahloses Kabelschutzrohr** von 8 m Länge durchgestoßen und der Graben beiderseits herangeführt. Im Bahnkörper wird das Rohr eingestampft und eingeschlämmt.

Die Bahnverwaltung stellt für die Zeit der Arbeit am Bahnkörper Personal ab, um Unfälle zu vermeiden.

In zwei Tagen ist der Kabelgraben fertiggestellt, steiniger Untergrund ist mit einer 5 cm dicken Schicht steinfreien Bodens abgedeckt worden.

Das Kabel wird mit dem Kabelwagen an den Anfang der Baustelle befördert. Auf der ersten Wegstrecke bis zum Wäldchen sind keine Hindernisse vorhanden, der Kabelwagen kann neben dem Graben herfahren.

Die Kabeltrommel wird auf dem Kabelwagen aufgebockt, dann wird mit dem ersten Gang langsam angefahren. Das Kabel muß dabei glatt von der Trommel laufen. Zugbeanspruchungen und Stauchungen des Kabels dürfen nicht auftreten, scharfe Biegungen sind zu vermeiden, damit Schäden am Bleimantel

oder eine Adernverlagerung verhütet werden. Sollte der gleichmäßige Ablauf des Kabels von der Trommel gehemmt werden, ist die Weiterfahrt des Kabelwagens sofort zu stoppen.

Bis zum Wäldchen läuft das Kabel glatt von der Trommel ab, eine Arbeitskolonne legt das Kabel vorsichtig in den Kabelgraben. Weil der Kabelwagen wegen des nicht tragfähigen Bodens den Waldweg nicht befahren kann, wird der Rest des Kabels von der Trommel abgezogen und in großen Schleifen (Achtform) ausgelegt. Knickungen und scharfe Bögen sind dabei zu vermeiden. Anschließend wird das Kabel in den Kabelgraben gelegt.

Die Arbeiter gehen mit 5 m Abstand und tragen das Kabel mit den Händen; es darf nicht auf der Schulter getragen werden. Der Gang wird von einem dirigiert, damit scharfe Bögen und Knicke vermieden werden.

Auf der jetzt folgenden Strecke hinter dem Wäldchen kann das Kabel nicht vom Kabelwagen aus verlegt werden, weil zuviel Hindernisse im Wege sind. Die nächste Kabeltrommel wird am Wegeabgang zum Flughafen aufgestellt. Die Kabeltrommel wird vom Wagen genommen und aufgebockt; die eiserne Welle wird durch das Achsenloch gesteckt, und die Böcke werden hochgedreht, damit die Trommel frei drehbar ist. Die Welle muß waagrecht liegen, weil sonst die Trommel gegen den Bock rutscht und der Bock umkippt. Außerdem muß das Kabel beim **Ausziehen von oben** über die Trommel ablaufen. In den Kabelgraben stellen wir alle 8 m eine Kabelrolle, damit das Kabel über diese Rollen laufen und nicht auf der Grabensohle oder an der Grabenwand entlang schleifen kann. Die Kraftwinde wird am Wäldchen aufgestellt und das Zugseil durch den Graben über die Rollen bis zur Kabeltrommel gezogen. An der Straßen- und Bahnkreuzung müssen wir das Seil durch die Rohre ziehen. Auf das Kabelende wird ein Ziehstrumpf geschoben, den wir am Zugseil befestigen.

Da die Zugvorrichtung nicht mit einer selbsttätigen Auslösung arbeitet, müssen mit Signalpfeifen Signale gegeben werden, wenn der gleichmäßige Ablauf des Kabels irgendwie gehemmt wird. Besonders beobachtet werden die Rohreinführungen an den Kreuzungen, damit das Kabel sich dort nicht verfängt. Der Bautruppführer gibt dem Führer der Kraftwinde das Zeichen „Ziehen!“. Zwei Mann achten auf den gleichmäßigen Ablauf des Kabels, dadurch wird verhindert, daß zu viel Kabel abläuft und Stauchungen entstehen. Ein Mann begleitet den Anfang des Kabels, hebt Schäkel (Verbindungsstück, mit dem das Zugseil an dem Ziehstrumpf befestigt ist) und Kabelspitze über die Rollen und regelt so den Ablauf. An der Stoßstelle wird das Kabel so weit überlappt, daß die Lötstelle ohne Schwierigkeiten hergestellt werden kann. Nach dem Ausziehen werden die Rollen aus dem Graben genommen, und das Kabel wird gestrafft. Um nun das letzte Stück Kabel bis zum Flughafen verlegen zu können, muß das Kabel erst wieder abgetrommelt und in großen Schleifen ausgelegt werden. Das Kabelende wird durch die Straßenkreuzung geschoben, mit der Hand nachgezogen und im Graben ausgelegt. Bezirksbauführer und Bautruppführer messen nun sofort das Kabel ein. **Bei offenem Kabelgraben** wird die Lage und die genaue Länge des Kabels von Lötstelle zu Lötstelle festgestellt.

Das Kabel wird so ausgerichtet, daß es in der Mitte des Grabens liegt und gut abgedeckt werden kann. Das Kabel zur Kabelaufführung (KA) wird von Hand eingelegt.

Eine andere Kolonne Arbeiter deckt das Kabel mit Kabelschutzhauben ab, wenn durch die Nähe fremder Anlagen mit Aufgrabungen gerechnet werden muß. Dann wird der Boden wieder eingefüllt und lagenweise sorgfältig festgestampft, um Nachsackungen zu verhüten.

Wenn keine Schutzhauben vorhanden sind, ist das Kabel erst mit einer 10 cm dicken Schicht steinfreier Erde abzudecken, leicht anzustampfen und mit Ziegelsteinen, die in Längsrichtung genau über das Kabel gelegt werden, abzudecken.

## 6. Schlußarbeiten

Ist das Kabel verlegt und der Kabelgraben verfüllt, wird die Baustelle aufgeräumt. Die leeren Kabeltrommeln und die restlichen Abdeckhauben werden fortgefahren. Die Unternehmerrkräfte stampfen den Kabelgraben nochmals nach, füllen evtl. noch Boden auf und karren den übriggebliebenen Erdaushub fort. Ist die Fahrbahn gesäubert, wird mit der Instandsetzung der Erdoberfläche begonnen.

Wenn die Straßenbauarbeiten beendet sind, geht der Bezirksbauführer mit dem Unternehmer und einem Vertreter des Wegeunterhaltungspflichtigen nochmals die Baustrecke ab. Hierbei muß auch auf die Verkehrssicherheit der FM-Anlage geachtet werden. Werden Wege von Anliegern unterhalten, sind diese Wege mit den Eigentümern abzugehen.

## V. Auslegen eines Erdkabels in Bergbaugebieten

In Bergbaugebieten dürfen Erdkabel nicht tiefer als ein Meter verlegt werden; sie sind in Schlangenlinie auszulegen und mit Kabelschutzhauben abzudecken. Auf besonders gefährdeten Strecken sind einfache Hilfsschächte mit einer Bodenfläche von  $1,20 \times 1$  m in Abständen von 50 bis zu 100 m einzubauen. In diesen Schächten muß ein Kabelvorrat von 20–50 cm so untergebracht werden, daß ein ungehindertes Nachrutschen des Kabelvorrats beim Einsinken oder Verschieben des Erdreiches möglich ist. Die Lötstellen sind in Bergbaugebieten stets in Hilfsschächten mit entsprechenden Ausmaßen herzustellen. Nötigenfalls sind die Lötstellen durch Abfangvorrichtungen zu sichern, damit sie zugentlastet bleiben.

## VI. Auslegen eines Erdkabels auf einer Brücke

Wenn Brücken genügend Erdaufschüttung haben, können Erdkabel meist ohne Schwierigkeiten eingegraben werden. Bei geringer Einbettungstiefe müssen **besondere Schutzvorkehrungen** getroffen werden. Entweder werden die Kabel in **Kabelschutzrohre** eingezogen oder es werden **Kabelschutzseisen** paarweise versetzt (s. IV, 2 a) zu einem Rohr zusammengefügt.

Wenn keine ausreichende Aufschüttung vorhanden ist, müssen die Kabel an den **Bauteilen der Brücken** angebracht werden. Dies kann durch **offenes Aufhängen** der Kabel seitlich oder unter der Brückenbahn an den Bogen und Trägern mit eisernen Schellen und Bändern geschehen. Da die Kabel an Brücken Erschütterungen ausgesetzt sind und damit die Veränderungen der Brückenlager, bedingt durch die Temperaturschwankungen, ausgeglichen werden können, sind die Kabel auf und an Brücken stets in kleinen Bögen auszulegen.

Werden Kabelschutzrohre verwendet, sind an den Brückenwiderlagern lose Futterrohre so über die Kabelschutzrohre zu schieben, daß sie den Längenveränderungen der Brücke folgen können. Nichtleitende Rohre aus Asbestzement müssen verwendet werden, wenn Brückenbauteile durch Starkstromkabel oder Straßenbahnanlagen unter Starkstrom geraten können. Diese Asbestzementrohre können in lichten Weiten von 50, 70, 80 und 100 mm mit einer Wanddicke von 11 mm vom FZA bezogen werden. Wenn möglich, kann auch ein **Schutzkasten** an den Bauteilen der Brücke angebracht werden.

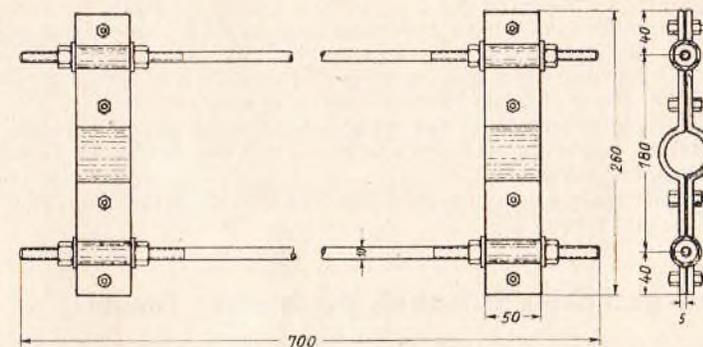


Abb. 36

Abfangvorrichtung zur Entlastung einer Lötstelle

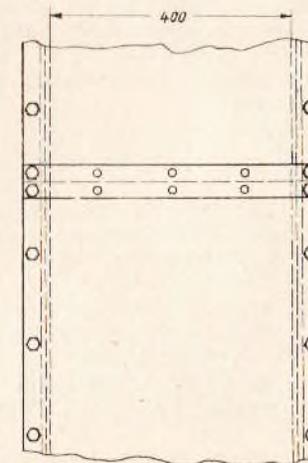
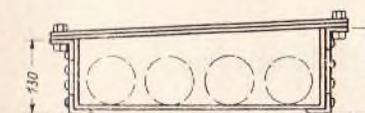


Abb. 37

Eiserner Brückenkabelkasten

Der Kabelkasten wird meist aus 2 mm dickem Eisenblech hergestellt und so geräumig ausgeführt, daß auch noch nachträglich Kabel eingezogen werden können. Um das Streichen des Kastens bei der jährlichen Instandsetzung zu erleichtern, werden zweckmäßig zwischen die Brückenteile und den eisernen Kasten 10 bis 15 cm hohe getränkte Holzklötze geschoben.

Werden hölzerne Kabelkästen verwendet, müssen sie aus Kiefernholz hergestellt und mit Karbolineum gestrichen sein. Im Boden des Kabelkastens sind Entlüftungslöcher anzuordnen.

Bei Brückenneubauten aus Beton werden für die Kabelführung oft Kabelformstücke vorgesehen.

## VII. Auslegen eines Erdkabels durch einen Tunnel

Ein durch einen Tunnel verlegtes Kabel muß jederzeit zugänglich sein. Beim Verlegen in die Tunnelsohle ist **genügend Abstand** von der Bahnanlage zu halten.

Am besten legen wir die Kabel in **Kabelkästen** oder in Rinnen, die in den Tunnelwänden ausgespart sind.

Kabelkästen sind in diesen Fällen aus Kiefernholz herzustellen und werden in einer Höhe von 1,8 m längs der Seitenwand befestigt.

Lötstellen sind im Tunnel zu vermeiden.

## VIII. Wir legen ein Flußkabel aus

Ein Ortsteil (Versorgungsbezirk), der von seiner VStW durch einen Fluß getrennt ist, soll an das Fernsprechnetz angeschlossen werden. Es ist ein 280paariges Flußkabel auszulegen. Das FBA hat die Planung durchzuführen. Gemeinsam mit der Wasserbaubehörde wird die günstigste Durchgangsstelle festgelegt. Hierbei ist folgendes zu beachten:

1. Die Durchgangsstelle muß ständig beaufsichtigt werden; deshalb ist die Nähe einer Fähranlage günstig.
2. Der Untergrund soll möglichst nicht felsig sein.
3. Ankerplätze sind zu vermeiden, damit das Kabel nicht durch schleppende Anker beschädigt wird.
4. Das Flußkabel muß auf beiden Ufern an hochwasserfreien Punkten münden, damit die Verbindungsststellen mit den anschließenden Erdkabeln außerhalb des Überschwemmungsgebietes liegen. Es soll stets die größte Herstellungslänge des Kabels genommen werden.

Als Durchgangsstelle ist der Flußkilometer 73,046 vorgesehen, weil hier die obigen Bedingungen erfüllt sind. Die Wasserbaubehörde fordert, daß das Flußkabel 1,50 m tief unter der Flußsohle liegen soll.

Die richtige Flußkabellänge wird ermittelt; außer der Flußbreite ist auch die Gestaltung des Flußbettes wichtig, wozu der Flußquerschnitt ausgelotet werden muß.

Bei Berechnung der Flußkabellänge ist die starke Strömung an der Durchgangsstelle zu berücksichtigen; hier wird ein Zuschlag von 2 v. H. für den Abtrieb gerechnet. Je nach Stärke der Strömung kann der Zuschlag bis zu 5 v. H. betragen. Für den geplanten Durchgang werden 261 m PMbc  $280 \times 2 \times 0,8$  benötigt. Das Flußkabel wird nach folgendem Plan ausgelegt:

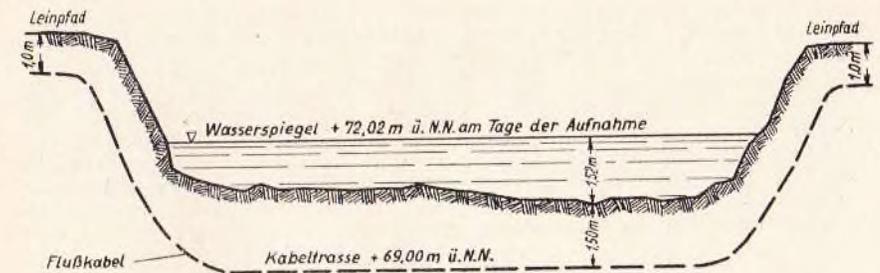


Abb. 38  
Flußquerschnitt bei km 73,046

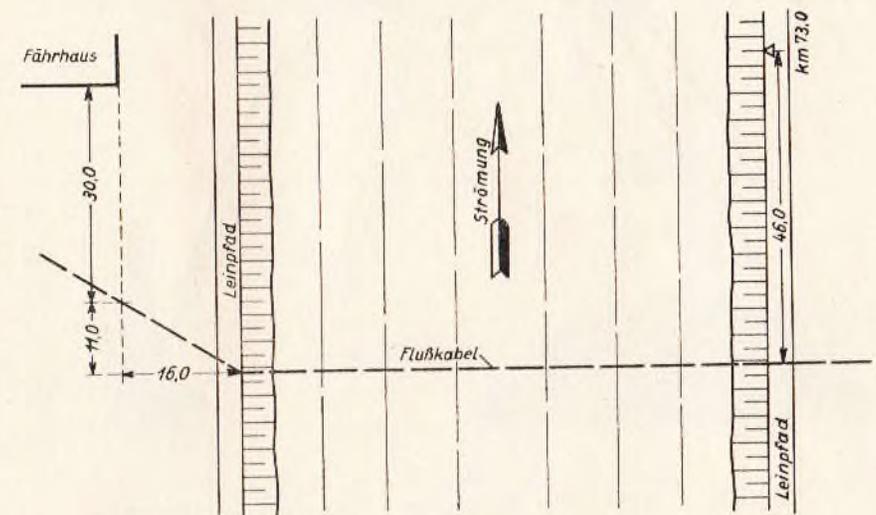


Abb. 39  
Flußkabelverlegungsplan

### 1. Die Verlegeverfahren

Es gibt drei Verlegeverfahren für Flußkabel:

- a) das Kabel wird auf die Flußsohle gelegt,
- b) das Kabel wird in die Flußsohle eingebaggert,
- c) das Kabel wird in die Flußsohle eingepflügt oder eingespült.

#### a) Das Auslegen des Kabels auf die Flußsohle

Diese Verlegungsart kann hier nicht angewendet werden, weil — laut Forderung der Wasserbaubehörde — das Kabel 1,50 m tief in der Flußsohle liegen soll. Es ist aber das einfachste Verfahren und soll hier kurz erläutert werden. In 15 bis 20 m Abstand werden auf dem Fluß Boote verankert, über die eine

Zugleine gelegt wird. Mit dieser Zugleine wird das Kabel von der an einem Ufer aufgestellten Kabeltrommel über die Boote bis zum anderen Ufer gezogen und dann von den Booten aus in Stromrichtung versenkt.

Bei starkem Schiffsverkehr wird das Kabel auf einen Kahn geladen und während der Überfahrt versenkt. Der Kabelanfang ist am Ausgangsufer festzulegen.

Je geringer die Last des Kabels ist, desto einfacher kann die Auslegeeinrichtung sein. Gewöhnlich genügt ein Rollengehänge an einem Bockgestell, über das das Kabel nach hinten ablaufen kann. Am Heck des Fahrzeuges läuft das Kabel zweckmäßig durch ein Führungsauge.

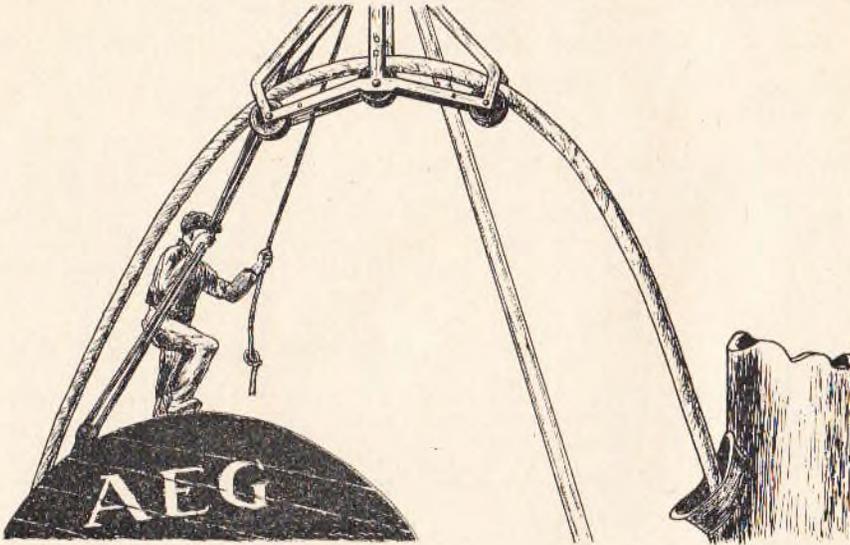


Abb. 40

Verlauf des Kabels von der Trommel über ein Rollengehänge in das Führungsauge

Der Kahn darf beim Verlegen des Kabels nicht durch die Strömung abgetrieben werden. Wichtig für eine gute Verlegung ist, daß das Kabel mit gleichmäßiger Geschwindigkeit abläuft. Läuft das Kabel zu schnell ab, legt es sich nicht glatt auf den Grund des Flußbettes, deshalb sind beim Ablauf des Kabels Bremsvorrichtungen zu verwenden.

Kann das Kabelschiff bei breiten Gewässern mit flachen Ufern nicht anlegen, müssen beide Kabelenden über Boote an das Ufer gezogen werden. Wird bei hohem Wasserstand verlegt, ist darauf zu achten, daß das Kabel beim Sinken des Wassers nicht ungeschützt liegt, es ist deshalb an den flachen Stellen einzugraben oder einzubaggern.

In unmittelbarer Nähe einer Brücke wird das Kabel auf der stromabwärts liegenden Seite der Brücke ausgerollt, und seine Enden werden mit Tauen am Brückenanfang und Brückenende festgelegt. Dann wird das Kabel von Arbeitern gehoben und über das Geländer der Brücke in das Wasser gelassen. Hier-

bei ist der Abtrieb des Kabels zu berücksichtigen. Bei gestautem Wasser ist das Kabel stromaufwärts der Schleuse oder des Wehrs auszulegen.

#### b) Das Einbaggern des Kabels in die Flußsohle

In das Flußbett wird eine breite Rinne gebaggert, in die die Kabel vom Schiff aus eingelegt werden. Dieses Verfahren verlangt erhebliche Baggerarbeiten. Wenn nicht richtig gebaggert wird, versandet die Rinne leicht und die Kabel kommen nicht an der tiefsten Stelle der Rinne zu liegen. Wir wollen hier auf die genaue Beschreibung dieses umfangreichen Verfahrens verzichten.

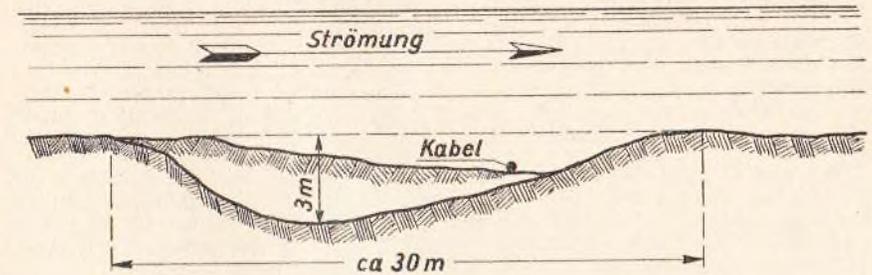


Abb. 41

Schematische Darstellung einer Kabellagerung mit Bagger

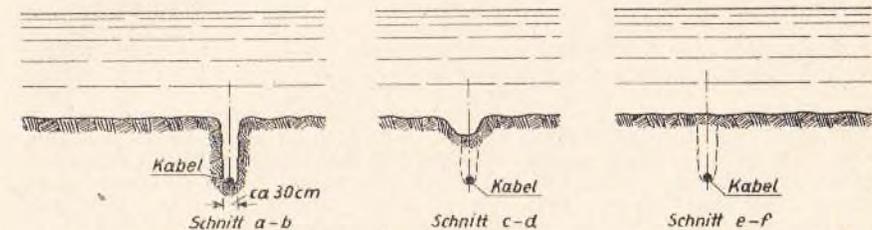
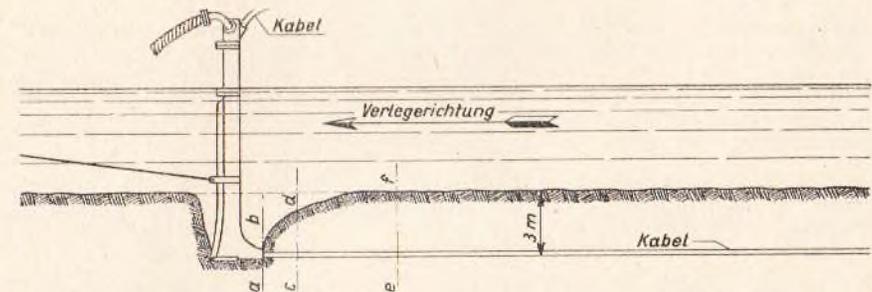


Abb. 42

Schematische Darstellung des Einspülverfahrens

### c) Das Einpflügen oder Einspülen des Kabels in die Flußsohle

Durch Druckwasser wird der Fluß- oder Seegrund aufgerissen und ein schmaler Graben ausgespült; im gleichen Arbeitsgang wird das Kabel ausgelegt. Da der Graben infolge seiner geringen Breite von höchstens 40 cm sofort wieder zusammenfällt, ist das Kabel schon unmittelbar nach dem Einlegen von einer schützenden Bodenschicht bedeckt.

Das kastenartige Spülrohr enthält mehrere Druckwasserkanäle und den Kabelgleitkanal. Aus den am unteren Teil des Rohres angebrachten Düsen schießt Druckwasser in scharfen Strahlen und spült den Boden vor dem Spülrohr weg. Die Düsen werden gruppenweise von den Druckwasserkanälen gespeist, die Wasserzufuhr der einzelnen Kanäle kann durch Ventile gesteuert werden. Auf diese Weise ist es möglich, mit verschiedenen Einspültiefen zu arbeiten. Das Kabel kann jederzeit, auch wenn das Spülrohr im Boden steckt, aus dem an der Rückwand des Spülrohrs befindlichen Kabelgleitkanal genommen werden, weil er durch Klappen nach außen verschließbar ist.

Abbildung 43 zeigt das Spülrohr von hinten; deutlich sind die Klappen des Gleitkanals und der Auslaufbogen zu erkennen, aus dem das Kabel reibungslos auslaufen kann. Das Spülrohr hält den stärksten Beanspruchungen stand und schützt das Kabel ausreichend; es kann durch Aufsatzstücke verlängert und somit der jeweiligen Wasser- und Einspültiefe angepaßt werden.

Die Einspültiefe kann an einem am Spülrohr befestigten Maßstab abgelesen werden, gleichzeitig wird die Wassertiefe gelotet.

## 2. Das Auslegen des Flußkabels

Bei einer örtlichen Besichtigung werden die notwendigen Einzelheiten geklärt; die Baustelle wird eingerichtet. Die Uferarbeiten übernimmt ein Bagger, der am Ort gemietet wird, um die Transportkosten zu sparen. Das Verlegeschiff und ein Hilfsschiff fahren auf dem Wasserwege zum Verlegeort oder werden mit der Bahn dorthin transportiert. Erst dann werden Verlegeschiff und Hilfsschiff zu der Verlegeeinheit zusammengesetzt.

Abbildung 44 zeigt eine Verlegeeinheit für die Einspularbeiten. Das Verlegeschiff hat Selbstantrieb und ist mit allen nötigen maschinellen Anlagen, Werkzeugen, Hilfs- und Ersatzteilen ausgerüstet. An Bord befindet sich auch ein vollständiges Tauchergerät. Auf dem Hilfsschiff lagert das Kabel.

Der Bagger reißt das Ufer in 4 m Breite und 3 m Tiefe auf, damit Verlege- und Hilfsschiff vom Ufer ab einsetzen können. Vor dem Verlegen wird die Einspülstrecke durch eine „Probepflüfung“ auf unterirdische Hindernisse untersucht. Bei dieser Probepflüfung wird das Spülrohr ohne Kabel in 2,5 m Tiefe durch die Trasse geführt. Werden hierbei Hindernisse (z. B. Baumstämme) im Flußbett gefunden, spült ein Saugbagger die Hindernisse frei, dann werden sie mit Seilwinden aus dem Flußbett gehoben.

Vor dem Auslegen wird das Kabel — es ist ein gewöhnliches Erdkabel — nochmals elektrisch durchgeprüft. Ist es einwandfrei, kann das Kabelende auf der einen Uferseite sofort ausgelegt werden. Die Kabeltrommel wird dann mit einem Kran auf das Hilfsschiff gesetzt und das Kabel von der Verlegemannschaft über eine Führungsrolle, die an einem Bockgestell über der Kabeltrommel aufgehängt ist, ins Spülrohr eingefädelt.

Während des Einspülvorganges werden an Land aufgestellte Richtbaken angepfeilt, damit die vorgeschriebene Kabeltrasse eingehalten wird. Das Spül-

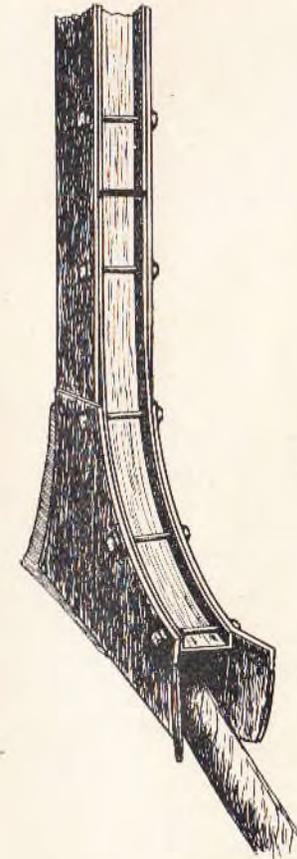


Abb. 43  
Spülrohr

rohr ist mit dem Schiff nicht starr, sondern freihängend verbunden, dadurch läßt sich das Verlegeschiff leichter steuern und es wird vermieden, daß sich die Schiffsbewegungen auf das Spülrohr übertragen. Am anderen Ufer wird die Kabeltrommel mit einem Kran an Land gesetzt und aufgebockt. Der Kabelrest wird abgetrommelt, in großen Schleifen ausgelegt und dann in den fertigen Kabelgraben eingelegt. Da das Verlegeschiff mit dem Spülrohr nicht ganz ans Ufer kommt, muß der Bagger auf den letzten Metern das Flußbett bis zur erforderlichen Tiefe ausbaggern, damit die Taucher das Kabel dort einlegen können. Das Kabel darf an der Uferböschung nicht ungeschützt liegen bleiben und wird sofort durch die Taucher abgedeckt.

Das Einspülverfahren hat folgende Vorteile: Es ist

1. sicher, weil das Kabel während des ganzen Einspülvorganges durch das kräftige Spülrohr und unmittelbar nach dem Verlassen des Kabelgleitkanals im Boden gegen Beschädigungen geschützt ist;

2. genau, weil Tiefenlage und Auslegerichtung ständig über dem Wasser kontrolliert und — wenn nötig — berichtigt werden können;
3. schnell, weil in einem Arbeitsgang das Kabelbett hergestellt, das Kabel ausgelegt und abgedeckt wird. Hierfür ist verhältnismäßig wenig Zeit erforderlich.

Auf beiden Uferseiten wird das Kabel an der steilsten Stelle durch einen Kabelbock zusätzlich gesichert.

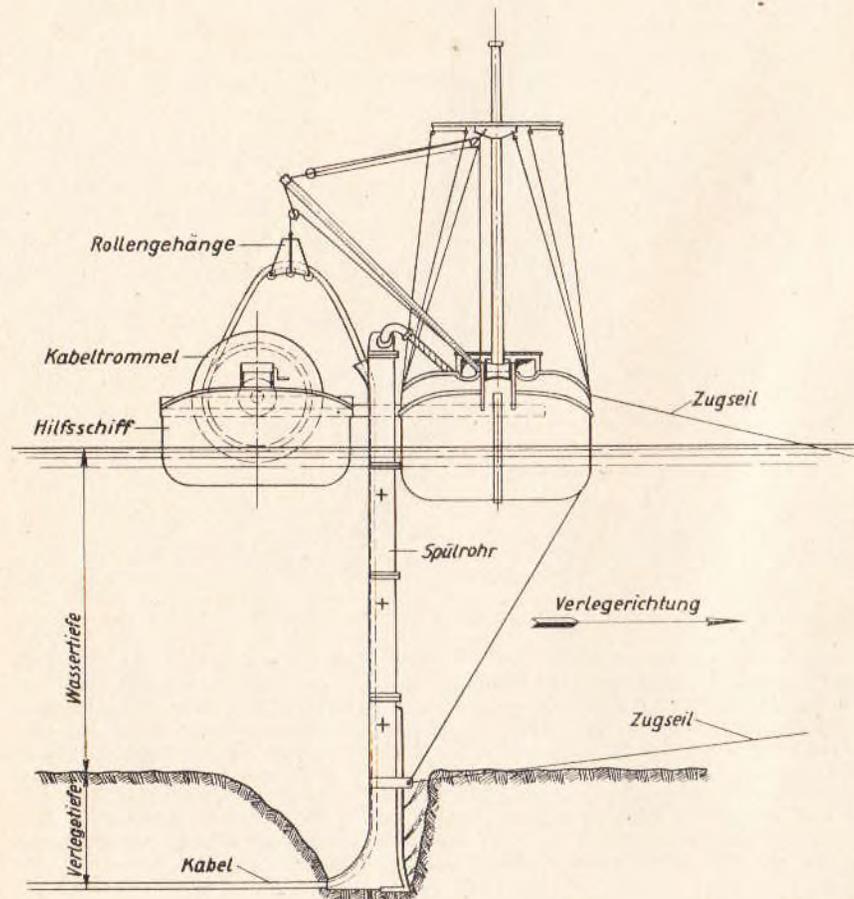


Abb. 44  
Aufbau der Verlegeeinheit

Der Kabelbock kann mühelos angefertigt werden. Zwei Pfähle von etwa 20 cm Durchmesser werden in die Erde geschlagen und oben durch einen Riegel verbunden. Die beiden Schwellen werden an der Einlegestelle des Kabels etwas eingekerbt. Das Kabel wird an der Einspannstelle mit Hanf und Jute umwickelt und mit zwei durch die Schwellen hindurchgreifenden Schraubenbolzen fest eingeklemmt. Der Bleimantel wird hierbei nicht stark beansprucht. Die Schwellen lehnen gegen die zwei in die Erde eingerammten Pfähle. Zur weiteren Sicherung werden die beiden Pfähle noch mit vier Rundisen von etwa 15 mm Durchmesser an zwei weiteren Pfählen verankert, die etwa 1,5 m landeinwärts in die Erde geschlagen sind.

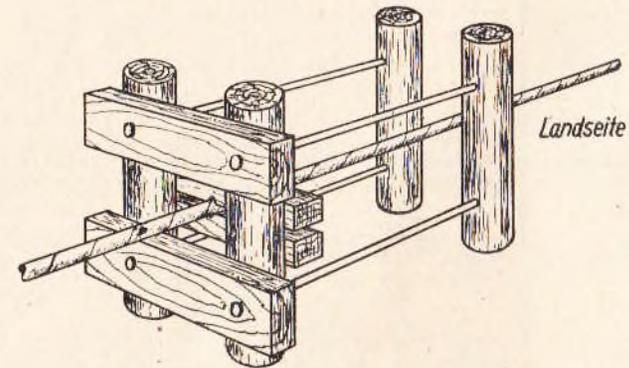


Abb. 45  
Kabelbock durch Anker gesichert

Die Kabeltrasse wird an den Ufern durch Kabelmerksteine gekennzeichnet. Ist der Fluß schiffbar, muß der Kabelverlauf durch Schilder oder Baken in Ufernähe oder durch Tonnen und Bojen im Wasser angezeigt werden. Standort und Zahl solcher Zeichen sind mit der Wasserbaubehörde zu vereinbaren. Als Bake genügt meist eine entsprechend hohe Stange, die eine rotumrandete Tafel trägt, deren weißes Feld einen schwarzen umgekehrten Anker zeigt, der von links oben nach rechts unten rot durchstrichen ist. Die Bojen sind meist aus Eisenblech gefertigt. Ihr halber Körper muß aus dem Wasser herausragen und trägt auf schwarzem Grund die weiße Aufschrift „Kabel“.

Ist das Kabel ausgelegt, wird es nochmals elektrisch geprüft. Dann wird die Baustelle abgebaut.

Das Einspülverfahren kann überall angewendet werden, Grenzen sind nur durch nicht spülbaren Boden oder durch zu große Wassertiefen gesetzt. Die bisher größte überwundene Wassertiefe betrug bei normalen Stromverhältnissen 18 m. Bei dieser Verlegung wurde das Kabel außerdem noch 4 m unter der Sohle eingespült, es war also eine Spülrohrlänge von 22 m erforderlich. Eine Übersicht über die Spülbarkeit der verschiedenen Bodenarten gibt nachstehende Tabelle:

## Zusammenstellung von Bodenklassen nach dem Grad ihrer Spülbarkeit

Bodenklasse	Festigkeit	Vergleichsweise Bezeichnung im Tiefbau	Grad der Spülbarkeit	Bodenarten (Beispiele) (Korngrößen nach DIN)	Einspültiefe obere Grenze
I	ohne Zusammenhang	loser Boden	leichtspülbar	weicher, nicht zäher Schlamm; ganz loser Flußsand (Körnung bis 2 mm); Feinkies (bis 5 mm $\phi$ — Erbsengröße)	bis 5 m
II	geringer Zusammenhang, weiche Beschaffenheit	mittlerer Stichtboden	gut spülbar	sehr weicher Lehm; Ton, Schlack oder Klei; Torf; zäher Schlamm; schwach lehmiger Sand und Feinkies (Korngröße wie Kl. I)	4—5 m
III	mittlerer Zusammenhang	schwerer Stichtboden	mittelgut spülbar	weicher oder sandiger Lehm; loser kleiner Mittelkies (bis 15 mm $\phi$ — bis Haselnußgröße)	ca. 3 m
IV	fester Zusammenhang	mittlerer Hackboden	schwer spülbar	fester, feuchter Lehm oder Ton; loser, großer Mittelkies (bis 20 mm $\phi$ — bis Walnußgröße)	ca. 3 m
V	sehr fester Zusammenhang	schwerer Hackboden	noch spülbar	sehr fester Lehm oder Ton, sofern noch erdfeucht; loser großer Mittelkies (bis 20 mm $\phi$ ) mit Grobkies (bis 70 mm $\phi$ ) und vereinzelt mit Steinen durchsetzt	2 m
VI	gesteinartig	Hackfelsen	nur nach Vorbereitung spülbar *)	Mergel; ganz fester, trockener Ton	bis 2 m

\*) Je nach Festigkeit des Bodens wird alle 50 bis 75 cm ein Sprengloch gebohrt. Nach der Sprengung ist der Boden so stark aufgelockert und durchgeweicht, daß die Kabeleinspülung möglich ist.

## Anlage

## Ausrüsten der Linien- und Kabelverzweiger mit Endverschlüssen

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

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

- 300 ankommende Amtsadernpaare (8 EVs zu je 100 DA),
- 1120 zu den KV führende Netzadernpaare (16 EVs zu je 70 DA),
- 100 zu den EVw, EVi und KA führende Netzadernpaare (2 EVs zu je 50 DA),
- 140 Adernpaare für Ringkabel (2 EVs zu je 70 DA).

Die Endverschlüsse werden in zwei Reihen — wie in Abb. 46 dargestellt — am Gestell des LV angebracht; die EVs, an denen die zum LV führenden Adern abgeschlossen werden, befinden sich in der unteren Reihe; die EVs, an denen die vom LV weiterführenden Adern abgeschlossen werden, hauptsächlich in der oberen Reihe.

16 Endverschl. für je 70 Netzadernpaare  
(nach den Kabelverzweigern)

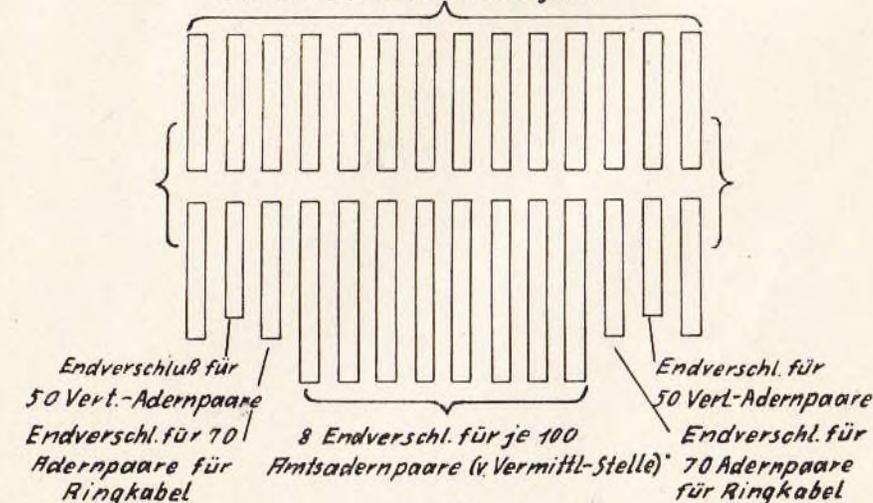


Abb. 46  
EVs in einem LV zu 2000 DA

Der **Linienverzweiger zu 1000 DA** ist auszurüsten für:

- 300 ankommende Amtsadernpaare (3 EVs zu je 100 DA),
- 490 zu den KV führende Netzadernpaare (7 EVs zu je 70 DA),

100 zu den EVw, EVi und KA führende Netzadernpaare (2 EVs zu je 50 DA),  
140 Adernpaare für Ringkabel (2 EVs zu je 70 DA).

Die Anordnung der EVs am Gestell des LV zeigt die Abb. 47.

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

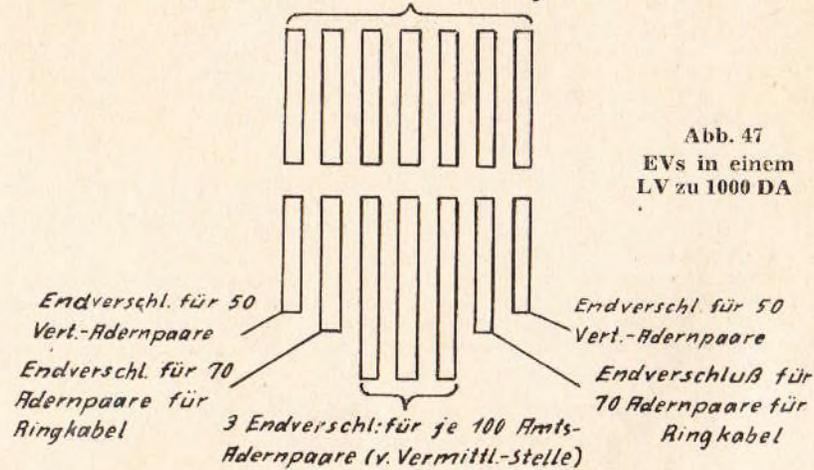


Abb. 47  
EVs in einem  
LV zu 1000 DA

Der **Kabelverzweiger** ist auszurüsten für:

70 ankommende Netzadernpaare (1 EVs zu 70 DA),  
130 weiterführende Verteilungsadernpaare.

Abb. 48 zeigt, wie die EVs am Gestell des KV angebracht werden.

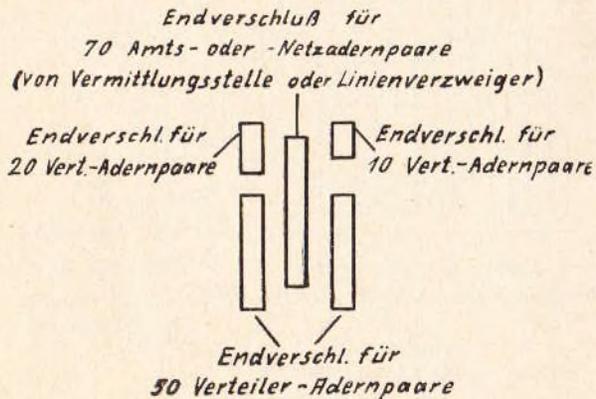


Abb. 48  
EVs in einem KV

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

