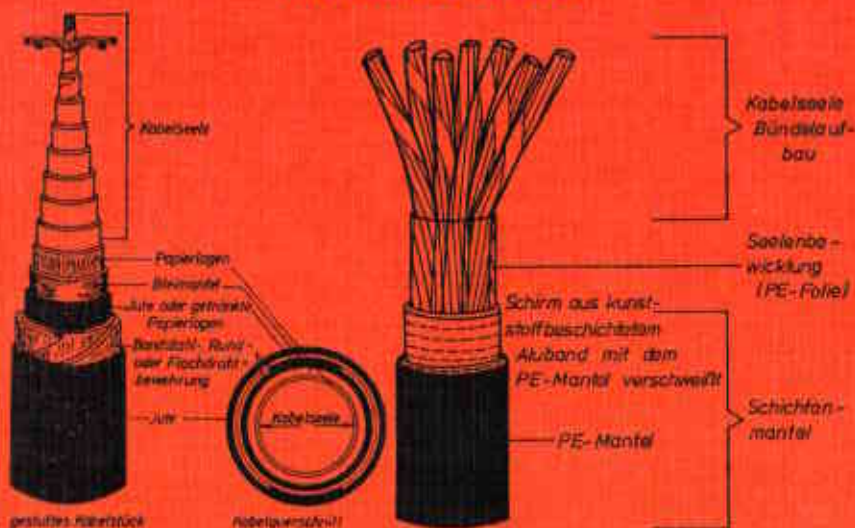


Handbuch der Fernmeldetechnik

Grundreihe



Band 7

Linientechnik Teil 1

Handbuch der Fernmeldetechnik

— Grundreihe —

13 wichtige Lehr- und Lernwerke (mit Repetitoren) für Auszubildende

Band 1

— Allgemeine Berufskunde

Berufsbildungsgesetz — Berufsausbildungsvertrag — Ausbildungs- und Prüfungsordnung für Fernmeldehandwerker — Jugendarbeitsschutzgesetz — Dienstverhältnisse bei der Deutschen Bundespost — Staatsaufbau — Grundrechte und -pflichten des Staatsbürgers — Tarifverträge für Fernmeldelehrlinge und Arbeiter bei der DBP — Sozialeinrichtungen — Personalvertretungsgesetz — Aufbau und Aufgaben der DBP — Fernmelderecht — Verhalten gegenüber dem Kunden, Schadenshaftung — Arbeitsschutz und Unfallverhütung — Schriftformen von Meldungen, Gesuchen und Prüfungsarbeiten

● Repetitor zum Band 1

Band 2

— Grundkenntnisse der Mathematik und der Physik (mit Lösungsheft)

Rechnen mit bestimmten Zahlen — Buchstabenrechnung — Potenzrechnung — Radizieren — Die Lehre von den Gleichungen — Die grafische Darstellung von Funktionen — Proportion — Kreisfunktionen — Dreisatz- und Prozentrechnung — Zahlensysteme — Stabrechnen — Aufbau und Zustandformen der Körper — Arbeit und Leistung — Einfache Maschinen — Wärmelehre — Akustik — Optik

● Repetitor zum Band 2

Band 3

— Grundlagen der Gleich- und Wechselstromlehre (2 Teile)

Grundlagen der Gleichstromlehre — Wirkungen des Stroms — Das elektrische Feld — Magnetismus — Wirkungen des Magnetismus — Grundlagen der Wechselstromlehre — Die Messung elektrischer Größen — Transformatoren — Fernmeldeübertrager

● Repetitor zum Band 3

Band 4

— Aufgabensammlung zu Band 3 (mit Lösungsheft)

— Weitere Lehrbücher siehe 3. und 4. Umschlagseite —

Handbuch der Fernmeldetechnik

Grundreihe

Herausgegeben mit Unterstützung
des Bundesministers
für das Post- und Fernmeldewesen

Band 7

Linientechnik Teil 1

2., verbesserte Auflage

Deutsche Postgewerkschaft - Hauptvorstand - Verlag - 6 Frankfurt 71 - Rhonestraße 2

Hinweis

Der Band 7 des „Handbuchs der Fernmeldetechnik — Grundreihe“ besteht aus den Teilen 1 und 2. Beide Teile ergänzen sich und bilden ein Ganzes.

Im Teil 2 des Bandes wird folgender Lehrstoff behandelt:

11. Allgemeines über den oberirdischen Linienbau
12. Fernmeldebauzeug für den oberirdischen Linienbau
13. Auskundung einer oberirdischen Ortsanschlußlinie
14. Bau einer oberirdischen Ortsanschlußlinie
15. Bau oberirdischer Kabelanlagen
16. Unterhaltungsarbeiten an Holzmastlinien
17. Allgemeines über den Sprechstellenbau
18. Teilnehmereinrichtungen
19. Fernmeldebauzeug für den Sprechstellenbau
20. Sprechstellenbauauftrag
21. Ausführen der Sprechstellenarbeiten
22. Erdungsanlagen
23. Schutz gegen Überspannungen und Überströme

Stand: Frühjahr 1973

Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

Manfred Gehardt I/7

Vorwort

Das insgesamt 13 Bände umfassende „Handbuch der Fernmeldetechnik — Grundreihe“ soll den Auszubildenden während der gesamten Ausbildungszeit ein ständiger Begleiter sein und ihnen in möglichst enger Anlehnung an das in der „VO über die Berufsausbildung zum FHandw“ festgelegte Berufsbild eine umfassende und gute Prüfungsvorbereitung ermöglichen. Damit dieses Ziel erreicht wird, gehen wir von dem in dem Ausbildungsrahmenplan stichwortartig angegebenen Grundlernstoff aus, der dann schwerpunktmäßig in dem notwendigen Ausmaß ergänzt wird. Die Frage nach dem Wie, Warum und Wozu steht hierbei immer im Mittelpunkt der Überlegungen.

Der vorliegende Band „Linientechnik“ umfaßt im wesentlichen folgende Aufgabengebiete des Fernmeldebaudienstes:

- a) den unterirdischen Linienbau,
- b) den oberirdischen Linienbau und
- c) den Sprechstellenbau.

Bevor jedoch gebaut werden kann, muß geplant werden. Im Abschnitt 1 wurde daher zunächst das Fernmeldenetz und die hiermit im Zusammenhang stehenden Planungsarbeiten behandelt. Im Anschluß daran sind die beim Bau zu verwendenden Arbeitsmittel und Arbeitsverfahren in der Linientechnik — durch zahlreiche Abbildungen unterstützt — beschrieben worden.

Die Verfasser erheben nicht den Anspruch, daß die Bände alle Vorschriften und technischen Einzelheiten sowie auch das in der Praxis selten Vorkommende enthalten. Ihnen ging es vielmehr darum, ein Lehrbuch zu schaffen, das der gestellten Aufgabe ohne unnötigen Ballast im Interesse der Leser gerecht wird.

Wir hoffen, daß sich dieser aus der Praxis für die Praxis geschriebene Band sowohl während der Ausbildungszeit als auch darüber hinaus als Lern- und Nachschlagewerk bewähren wird.

Die Herausgeber

69-82 / 105-130

	Seite
3.5.3. Herstellen eines Kabelschachtes aus Mauerwerk	57
3.5.4. Herstellen eines Kabelschachtes aus Ortbeton	58
3.5.5. Aufbau der Stahlbeton-Fertigschächte	58
3.5.6. Aufbau der Abzweigkästen	64
3.6. Entlüften und Abdichten der Kabelkanäle	65
4. Fernmeldekabel	
4.1. Allgemeines	69
4.2. Aufbau der Fernmeldekabel	70
4.2.1. Der stromführende Leiter	70
4.2.2. Isolierung	71
4.2.3. Verseilung	72
4.2.4. Zählweise und Adernkennzeichnung	75
4.2.5. Schutzbekleidung der Kabel	77
4.3. Aufteilungskabel	82
4.4. Verpackung der Kabel	82
5. Einziehen von Röhrenkabeln	
5.1. Kabelwinden	85
5.1.1. Die kleine Kabelhandwinde	85
5.1.2. Die große Kabelhandwinde	85
5.1.3. Die fahrbare Kabelkraftwinde	86
5.2. Fernmeldebaugerät	87
5.2.1. Kabeltransportanhänger	87
5.2.2. Kabeltrommelwinden und Setzeisen	88
5.2.3. Einschiebegeräte	89
5.2.4. Gleitrollen, Kabelschleifbögen und Kanaltüllen	90
5.2.5. Kabelziehstrumpf und Nachziehstrumpf	92
5.2.6. Schmutzgreifer und Kanalbürste	93
5.2.7. Deckelhebergeräte	93
5.2.8. Absperrgeräte und Warnzeichen	94
5.3. Arbeitsablauf des Einziehvorgangs	96
5.3.1. Das Sichern der Baustelle	96
5.3.2. Das Öffnen der Kabelschächte	96
5.3.3. Das Prüfen der Kabelkanalanlage auf Gasfreiheit	96
5.3.4. Das Einziehen des Zugseils	97

	Seite
5.3.5. Das Aufstellen der Kabeltrommel und Kabelkraftwinde	97
5.3.6. Das Befestigen des Ziehstrumpfes und das Einbauen der Gleitrollen	98
5.3.7. Letzte Ziehvorbereitungen	98
5.3.8. Das Einziehen des Kabels	98
5.3.9. Restarbeiten nach dem Ziehvorgang	99
5.4. Ausziehen von Röhrenkabeln	99

6. Auslegen von Erdkabeln

6.1. Fernmeldebaugeschäft	101
6.2. Fernmeldebaugerät	103
6.3. Trasse für Erdkabel	104
6.4. Arbeitsablauf der Erdkabelverlegung	104

7. Kabelmontagearbeiten

7.1. Fernmeldebaugeschäft	109
7.1.1. Kabelmuffen	109
7.1.2. Lötzinn	117
7.1.3. Füll- und Abbrühmassen	118
7.1.4. Mischwachs	118
7.1.5. Zubehör für papierisolierte Kabel	118
7.1.6. Zubehör für kunststoffisolierte Kabel	121
7.2. Fernmeldebaugerät	122
7.2.1. Kabellötterzelt	122
7.2.2. Kabellöt- und Trockenöfen	124
7.2.3. Kabelschachtbeleuchtung	126
7.2.4. Lötgeräte für papierisolierte Kabel	127
7.2.5. Polyäthylen-Schweißsteuergerät	128
7.2.6. Sonderwerkzeug für das Verbinden der kunststoffisolierten Adern der PE-Ortskabel	130
7.3. Arbeitsablauf bei den Kabelverbindungsarbeiten	133
7.3.1. Sicherungsmaßnahmen	133
7.3.2. Grundsätzliches über Lötarbeiten	134
7.3.3. Grundsätzliches über Kabelspleißarbeiten von papierisolierten Kabeladern	139
7.3.4. Herstellen der Verbindungs- und Abzweiglötstellen von papierisolierten Kabeladern	147

	Seite
7.3.5. Verbinden der kunststoffisolierten Kabeladern	149
7.3.6. Montage der PE-Muffen und der Schraub-Klemm-Muffen	156
8. Druckluftüberwachung von Ortskabeln	157
9. Schutz des unterirdischen Leitungsnetzes gegen Korrosion	
9.1. Korrosionsarten	159
9.1.1. Korrosion durch Lokalelemente	159
9.1.2. Korrosion durch galvanische Elemente	161
9.1.3. Korrosion durch Konzentrationselemente	161
9.1.4. Korrosion durch elektrolytische Elemente	162
9.2. Schutzmaßnahmen gegen Korrosion	163
9.2.1. Vorbeugende Schutzmaßnahmen	164
9.2.2. Schutzmaßnahmen an bestehenden Anlagen des unterirdischen Leitungsnetzes	165
9.3. Melden und Bearbeiten von Korrosionsschäden	169
10. Linienunterlagen für Ortsnetze	
10.1. Allgemeines	171
10.2. Arten der Ortsnetz-Pläne	171
10.3. Bildzeichen der Ortsnetz-Pläne	177
10.4. Das Benummern von Schaltpunkten, Kabeln, Kabelverbindungen und Kabelkanälen	181
10.4.1. Das Benummern der Ortsverbindungskabel	181
10.4.2. Das Benummern der Ortsanschlußkabel	181
10.4.3. Das Benummern der Querkabel	183
10.4.4. Das Benummern von Kabelverzweigungen	183
10.4.5. Das Benummern von Kabelverbindungen	183
10.4.6. Das Benummern von Kabelkanalanlagen	184
10.5. Erklärungen zu Angaben in Netzplänen	185
10.6. Aufmessungsbeispiele für unterirdische Fernmeldelinien	186
10.7. Stützpunktnachweis	188
10.8. Schaltunterlagen	193

Anlagen 1 bis 3 200—205

Wichtige Abkürzungen in der Linientechnik

ADo	Anschlußdose	GAs	Gemeinschaftsanschluß
AKI	Abspannklemme	GAUe	Übertragung für Gemein-
ADoS	Anschlußdosenstecker		schaftsanschlüsse
AsB	Anschlußbereich	GEE	Grundstückseigentümer-
AsK	Abspannkausche		erklärung
AtK	Aufteilungskabel	GHl	Gemeinschaftshaupt-
AtM	Aufteilungsmuffe		leitung
AtOk	Aufteilungsortskabel	GRK	Gruppenringe aus
AVH	Adernverbindungshülse		Kunststoff
AVON	Ämtliches Verzeichnis der	GRP	Gruppenringe aus Papler
	Ortsnetzkennzahlen	GZl	Gemeinschaftszweig-
AVZ	Adernverbindungszange		leitung
AzK	Abzweigkasten		
AzM	Abzweigmuffe	HAp	Handapparat
		HAs, H	Hauptanschluß
BD	Bezugsdämpfung	HAsl	Hauptanschlußleitung
Brp	Bereichsplan	HK	Hörkapsel
Bsp	Bestückungsplan	Hk	Hauptkabel
BzBf	Bezirksbauführer	HKGr	Hörkapselgruppe
		HVt	Hauptverteiler
DA	Doppelader		
Dä	Dämpfung	IH	Isolierhülse
		IHK	Isolierhülse aus
E	Erder, Erdung		Kunststoff
EAs	Einzelanschluß	I-Rohr	Isolierrohr
EBD	Empfangsbezugs-	IsM	Isoliermuffe
	dämpfung		
Ek	Erdkabel	KK	Kabelkanal
EVs	Endverschluß	KKF	Kabelkanalformstein
EVz	Endverzweiger	KKNzp	Kabelkanalnetzplan
EVza	Endverzweiger, für	KKR	Kabelkanalrohr
	Außenbau	KLäp	Kabellängenplan
EVzi	Endverzweiger, für	KSch	Kabelschacht
	Innenbau	KSchK	Kabelschachtkarte
		KÜf	Kabelüberführung
F	Zweiter Hörer	KVz	Kabelverzweiger
FAG	Fernmeldeanlagengesetz		
FBBz	Fernmeldebaubezirk	Lap	Lageplan
FBG	Fernmeldebaugerät	Läp	Längenplan
FBO	Fernmeldebauordnung	Lk	Luftkabel
FBZ	Fernmeldebauteil	LSA	löt-, schraub- und
FBz	Fernmeldebezirk		absolierungsfreie
FeAp	Fernsprechapparat		Anschlußtechnik
FeAs	Fernsprechanschluß	LSt	Lötstelle
FeG	Fernspreckgebühren	LVz	Linienverzweiger
FGV	Fernmeldegebühren-		
	vorschriften	NAs	Nebenanschluß
FeTAp	Fernsprechapparat	NAsl	Nebenanschlußleitung
FeWAp	Fernsprechwandapparat	NR	Reihen nebenstelle
FO	Fernmeldeordnung	NSt	Nebenstelle
FV	Verbindungsmuffe	NStAnl	Nebenstellenanlage
FVvk	Fernverbindungskabel	Nzp	Netzplan
FZ	Fernmeldezeug		

Ok	Ortskabel	ÜDs	Überföhrungsdose
ON	Ortsnetz	ÜEVs	Überföhrungsendver- schluß
ONBrp	Ortsnetzbereichsplan	Üp	Übersichtsplan
OAsk	Ortsanschlußkabel	UVVft	Unfallverhütungsvor- schriften für den fern- meldetechnischen Dienst
OAsl	Ortsanschlußleitung		
OVk	Ortsverbindungskabel		
OVSt	Ortsvermittlungsstelle		
PE	Polyäthylen	VS	Viererseil
PVC	Polyvinylchlorid	VVDa	Verbindungs- und Verteilungsdose für Außenbau
Qk	Querkabel	VVDi	Verbindungs- und Verteilungsdose für Innenbau
Ql	Querverbindungsleitung	VzBrp	Verzweigerbereichsplan
RAnl	Reihenanlage	Vzk	Verzweigungskabel
Rk	Röhrenkabel	VzP	Verzweigungspunkt
SBD	Sendebezugsdämpfung	Wk, W	Wecker
Si	Sicherung	WNStAnl	Wählnebenstellenanlage
SiK	Sicherungskästchen	WstSch	Wählsternschalter
Stern-VS	Stern-Viererseil		
Stk	Starkstromkabel		
Trb	Trassenband	ZTV	Zusätzliche Technische Vorschriften der Deut- schen Bundespost
TrD	Trenndose		
TrLe	Trennleiste		
TrLÖS	Trennlötösenstreifen		
TWG	Telegrafengegesetz		

1. Allgemeines über die Linientechnik

Zum Fachbereich Linientechnik gehört der Bau und die Unterhaltung des Fernsprechnetzes sowie das Herstellen, Aufheben und Ändern von Teilnehmereinrichtungen. Da die Deutsche Bundespost (DBP) hierfür jährlich große finanzielle Mittel aufwenden muß, kommt diesem Fachbereich in bezug auf die Gestaltung des Fernsprechnetzes, die Verwendung der Baustoffe und die Ausbildung des hier beschäftigten Personals besondere Bedeutung zu.

1.1. Das Fernsprechnet

Das Fernsprechnet besteht entsprechend der Führung der Leitungen aus dem unterirdischen und dem oberirdischen Netz.

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

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

1.2. Gestaltung des öffentlichen Fernsprechnetzes

Bevor wir uns dem Bau des unterirdischen Fernsprechnetzes zuwenden, müssen wir etwas über die **Netzgestaltung** und **Netzplanung** erfahren. Das öffentliche Fernsprechnet besteht nach der Fernmeldeordnung (FO) aus:

1. den Ortsnetzen (ON),
2. den Fernvermittlungsstellen und
3. den Leitungen zwischen ihnen.

Die Ortsnetze bestehen aus:

1. einer oder mehreren Ortsvermittlungsstellen,
2. den Gemeinschaftsumschaltern,
3. den Wählersterneinrichtungen,
4. den öffentlichen Sprechstellen,
5. den Teilnehmereinrichtungen und
6. den Leitungen für den Ortsdienst.

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

In der Netzgestaltung sind noch folgende Begriffe bekannt:

1. Ortsanschlußleitungsnetz, kurz Ortsanschlußnetz,
2. Ortsverbindungsleitungsnetz, kurz Ortsverbindungsnetz und
3. Anschlußbereich.

Zum **Ortsanschlußnetz** (vgl. hierzu auch Abb. 1.2) gehören:

1. die senkrechte Seite des Hauptverteilers,
2. die Kabelaufteilung,
3. die Ortsanschlußkabel und oberirdischen Linien,
4. die Verzweigungseinrichtungen,
5. die Endeinrichtungen bei unterirdischer Führung und
6. die Verbindungs- und Verteilungsdosen bei oberirdischer Führung.

Zum Ortsverbindungsnetz zählen die Leitungen zwischen den OVSt eines ON. Die Leitungen werden im Ortsverbindungskabel (OVk) geführt.

Jede OVSt hat ihren Anschlußbereich und damit ihre Anschlußbereichsgrenze (Abb. 1.1).

Die **Ortsnetze** sind wiederum **über Leitungen des Ferndienstes** im gesamten Bundesgebiet und darüber hinaus miteinander verbunden (vgl. hierzu auch Abb. 1.1). Diese Leitungen werden im Fernkabel (Fk) geführt. **Es gibt z. Z. rund 3780 Ortsnetze.**

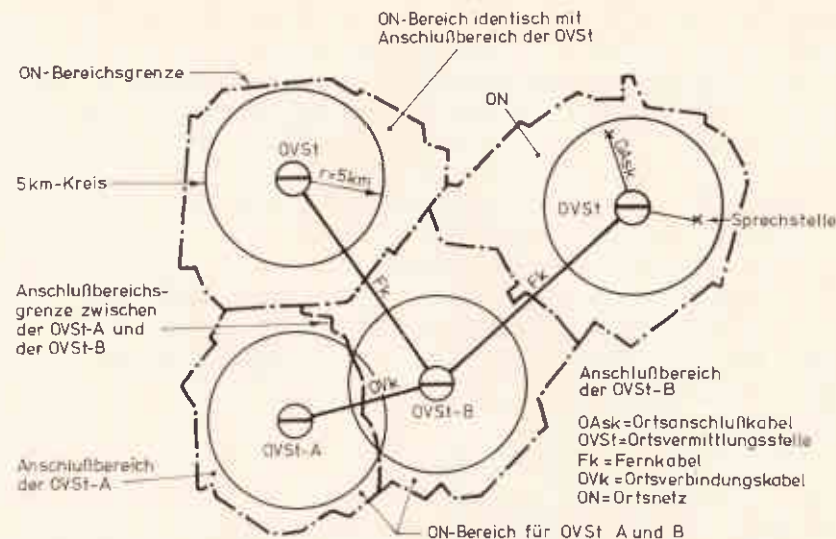


Abb.1.1 — Schematische Darstellung der Ortsnetz- und Anschlußbereiche

1.3. Planung des Ortsnetzes

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

Die Ausbauplanung muß jeweils den neuesten Stand der Entwicklungsplanung berücksichtigen. Es ist u. a. zu ermitteln, wo Kabel auszulegen sind, welche Adernzahl und welche Leiterdicke diese Kabel haben müssen sowie welche Verzweigungs- und Endeinrichtungen zu bauen sind.

Wenn wir uns das Ortsanschlußnetz näher betrachten, so hängt sein Aufbau und seine Gliederung von der Leitungsdichte ab. **Es werden Ortsanschlußnetze mit kleiner, mittlerer und großer Leitungsdichte (je ha) unterschieden.** Man bezeichnet sie auch als **einstufige, zweistufige und dreistufige Ortsanschlußnetze.**

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

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

- a) im Ortsnetz die Ortskabel (Ok),
- b) im Ortsanschlußnetz die Ortsanschlußkabel (OAsk) und
- c) im Ortsverbindungsnetz die Ortsverbindungskabel (OVk).

Kurz: Ortskabel = Ortsanschlußkabel + Ortsverbindungskabel.

Die Ortsanschlußkabel werden noch weiter unterschieden in:

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

Die technischen Bauteile eines Ortsanschlußnetzes mit großer Leitungsdichte sind in der Abb. 1.2 schematisch und in der Abb. 1.3 bildlich dargestellt. In der Übersicht auf Seite 16 ist schematisch angegeben, zwischen welchen Bauteilen im Ortsanschlußnetz sich Hk, Vz, Qk und QVk befinden.

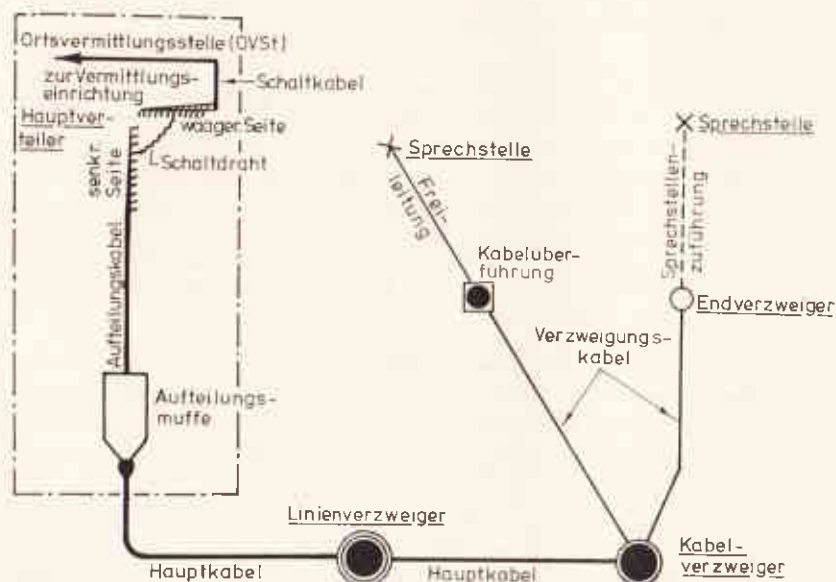


Abb. 1.2 — Schematische Darstellung der Bauteile eines Ortsanschlußnetzes mit großer Leitungsdichte

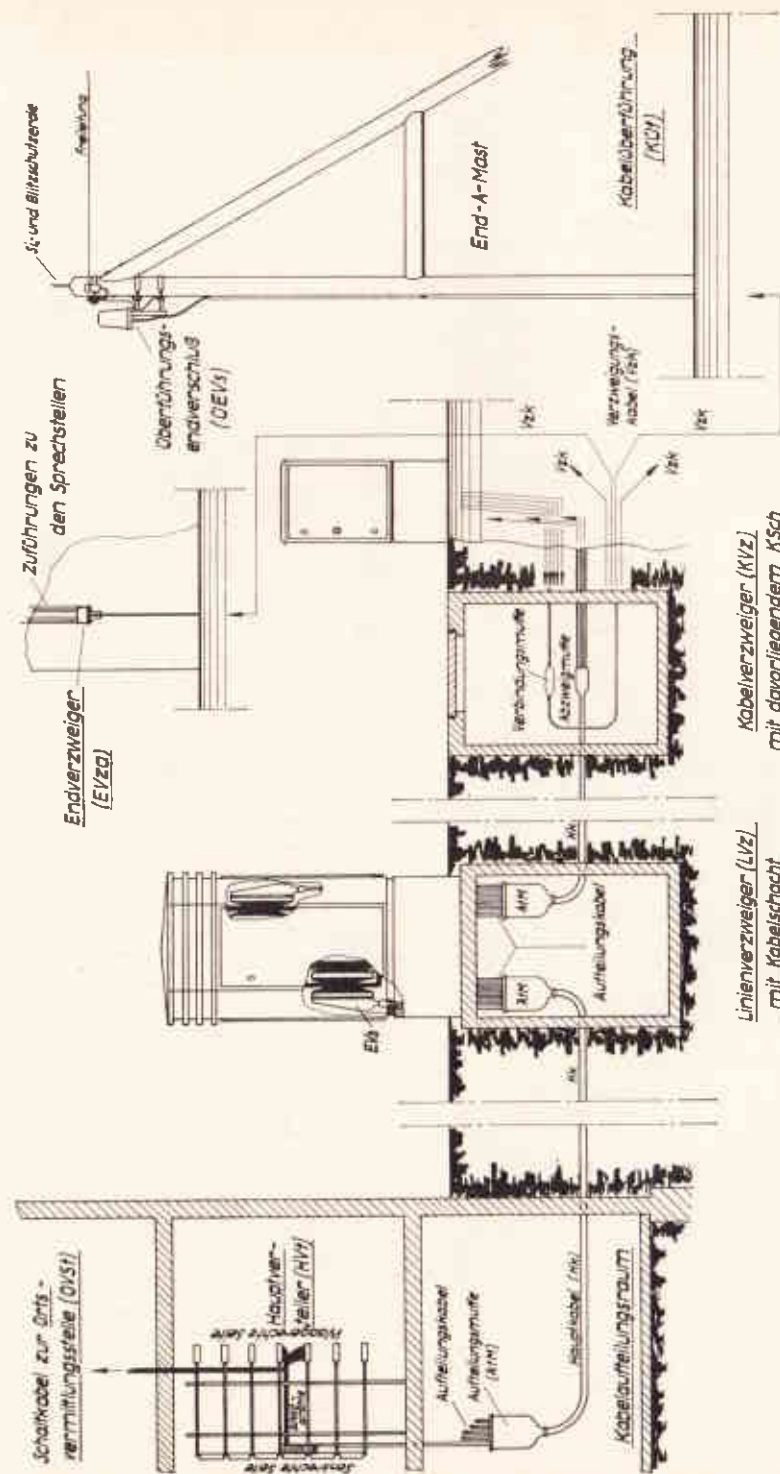


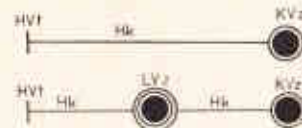
Abb. 1.3 — Bildliche Darstellung der Bauteile eines großen Ortsanschlufnetzes

Welche Kabel befinden sich zwischen welchen Bauteilen bzw. OVSt?

Hauptkabel führen:

- vom Hauptverteiler (HVT) zum Kabelverzweiger (KVz)
- vom HVT über Linienverzweiger (LVz) zum KVz

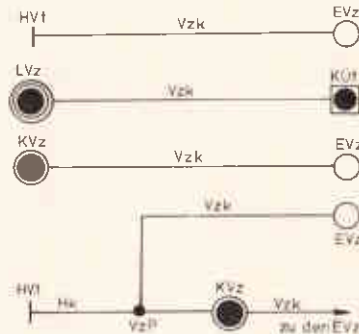
Hauptkabel verbinden also den HVT mit den Verzweigungseinrichtungen.



Verzweigungskabel führen:

- vom HVT zu den Endeinrichtungen (Endverzweiger EVz bzw. Kabelüberführungen KÜf)
- vom LVz zu den Endeinrichtungen
- vom KVz zu den Endeinrichtungen
- vom Verzweigungspunkt (VzP) zu den Endeinrichtungen

Verzweigungskabel werden auf der einen Seite immer in Endeinrichtungen abgeschlossen.



Querkabel (Qk) sind Ortsanschluskabel (OAsk), die gleiche Verzweigungseinrichtungen miteinander verbinden.



Ortsverbindungskabel verbinden:

- die OVSt eines ON
- die OVSt verschiedener ON, wenn sie gebührensäßig wie ein ON (Ortsgesprächsgebühr) zu behandeln sind.

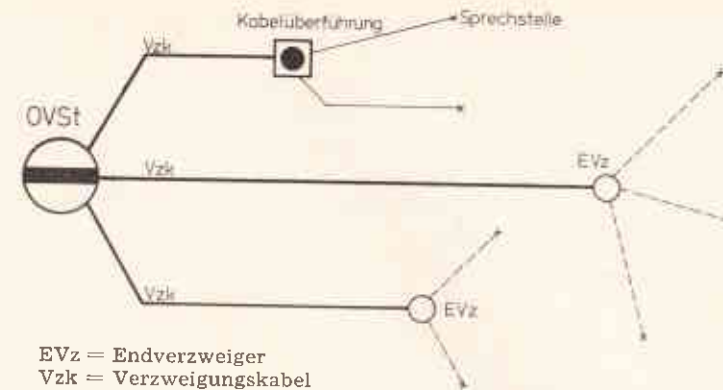
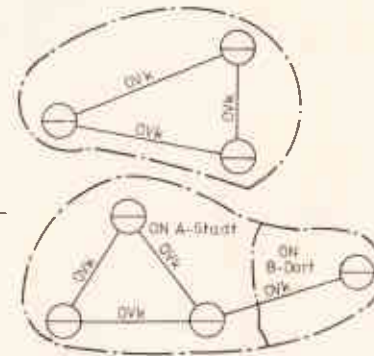


Abb. 1.4 — Ortsanschlusnetz mit geringer Leitungsdichte

Der Unterschied der drei Ortsanschlusnetze besteht lediglich im Aufbau des Kabelnetzes und in der Wahl der Verzweigungseinrichtungen (Linienverzweiger [LVz] oder Kabelverzweiger [KVz]). Abb. 1.4 zeigt schematisch dargestellt ein Ortsanschlusnetz mit kleiner Leitungsdichte. Die Ortsanschlusleitungen werden von den Endeinrichtungen (Endverzweiger [EVz] oder Kabelüberführung [KÜf]) ohne Verzweigungseinrichtungen an den Hauptverteiler (HVT) der OVSt herangeführt. Diese Leitungsführung wird als „starr“ bezeichnet.

Abb. 1.5 gibt ein Ortsanschlusnetz mit mittlerer Leitungsdichte wieder. Die Endeinrichtungen im **Nahbereich** der OVSt werden ebenfalls unmittelbar mit dem Hauptverteiler („starrs Netz“) verbunden. Dieser Nahbereich reicht in Anschlußbereichen großer Leitungsdichte bis zu etwa 100 m und in Anschlußbereichen kleinerer Leitungsdichte bis zu etwa 200 m Luftlinienentfernung von der OVSt. Über den Nahbereich hinaus sind alle anderen Endeinrichtungen in Verzweigungsbereichen zusammengefaßt und über die Kabelverzweiger (KVz) an den Hauptverteiler der OVSt („Schaltnetz“) herangeführt.

Abb. 1.6 stellt ein Ortsanschlusnetz mit großer Leitungsdichte dar. Die Endeinrichtungen im Nahbereich werden auch hier unmittelbar mit dem Hauptverteiler verbunden. Es gehören alle Sprechstellen dazu, die bis etwa 100 m Luftlinie entfernt von der OVSt liegen. In diesem Ortsanschlusnetz gibt es neben dem Nahbereich noch den **Kernbereich**, der bis etwa 3,5 km Luftlinienentfernung von der OVSt reicht.

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

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

Da man in großen ON mit wachsender Leitungsdichte vielfach zahlreiche neue OVSt einrichtet, werden die Anschlußbereiche häufig in ihrer Ausdehnung so klein, daß LVz überflüssig sind. Künftig werden daher LVz in der Regel nur noch vorübergehend in unmittelbarer

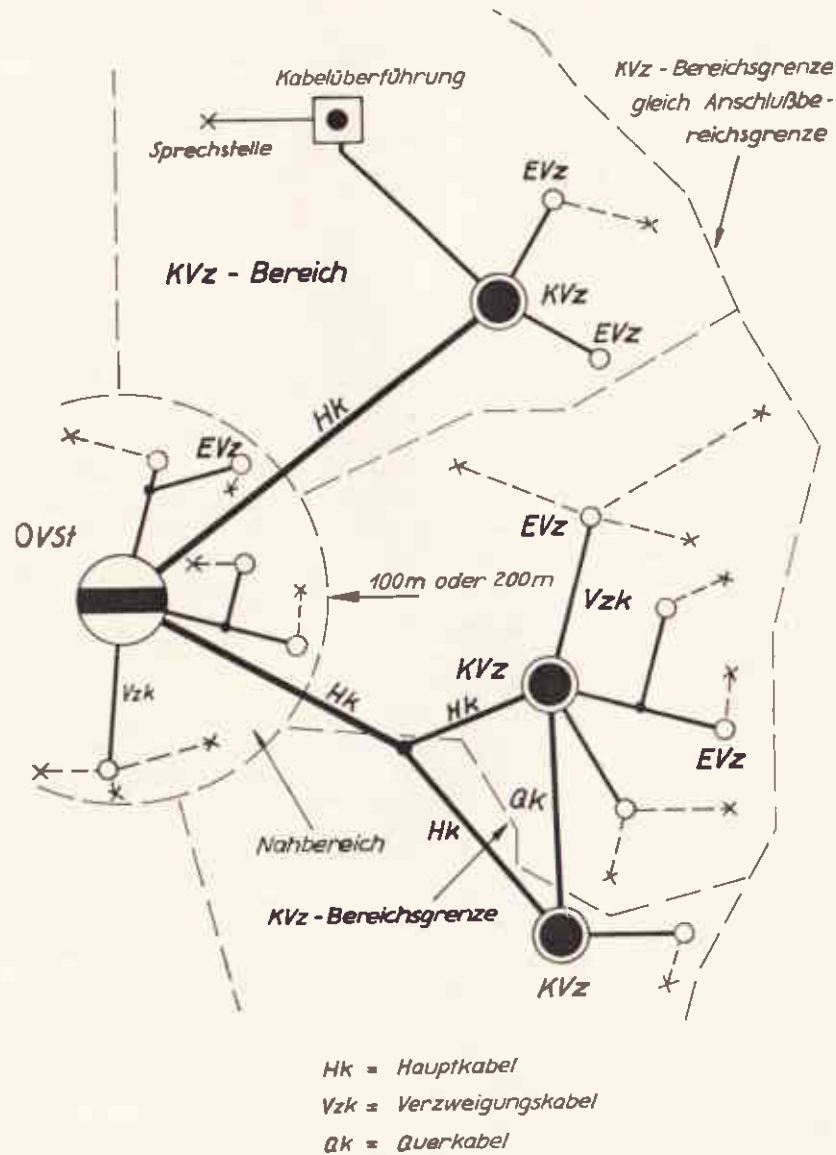


Abb. 1.5 — Ortsanschlußnetz mit mittlerer Leitungsdichte

Nähe des vorgesehenen Standortes einer geplanten OVSt als Übergangsmaßnahme aufgestellt.

Sowohl im Ortsanschlußnetz mit mittlerer als auch großer Leitungsdichte kann man benachbarte Verzweigungseinrichtungen durch **Querkabel (Qk)** verbinden, wenn dadurch für die Nebenanschlüsse bessere und wirtschaftlichere Anschlußmöglichkeiten geschaffen werden können. Neben dieser beschriebenen Durchschaltung von Sprechstellen

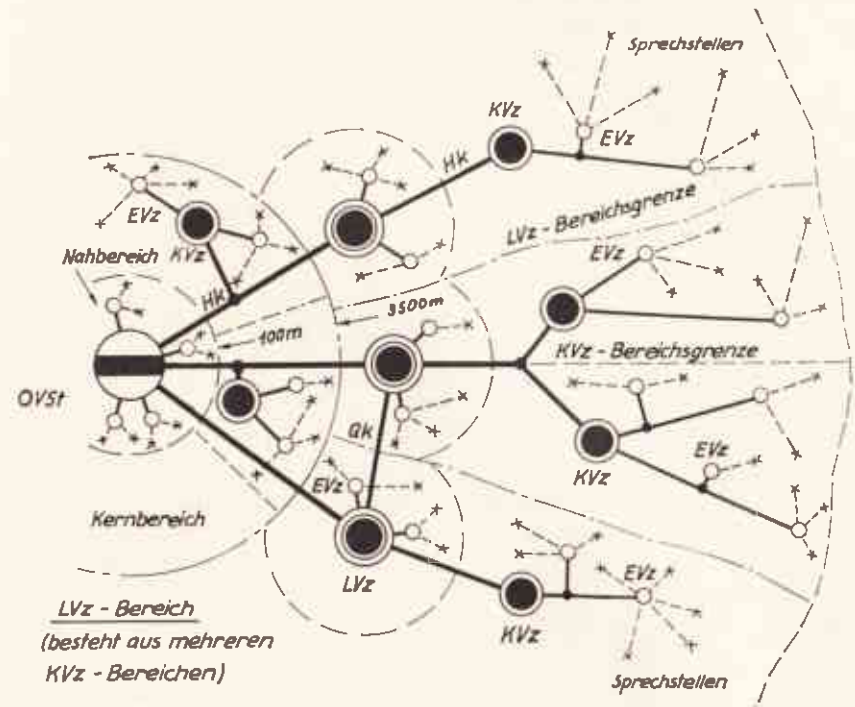


Abb. 1.6 — Ortsanschlußnetz mit großer Leitungsdichte

über Verzweigungseinrichtungen kann bei größerer Leitungsdichte oder für Großteilnehmer (Behörden, Banken, Industrieunternehmungen), die mindestens 20 Doppeladern (DA) benötigen, ein Teil unmittelbar über Verzweigungspunkte (VzP) mit der OVSt starr verbunden sein (Abb. 1.7). Der **Verzweigungspunkt ist ein Spleißpunkt vor einer Verzweigungseinrichtung**. Künftig sollen solche Durchschaltungen nur noch in Ausnahmefällen, z. B. aus Gründen der Sicherheit, vorgenommen werden. In dem Verzweigungspunkt vor dem KVz werden Hauptkabel mit Verzweigungskabel bzw. vor einem LVz Hauptkabel untereinander unmittelbar verspleißt.

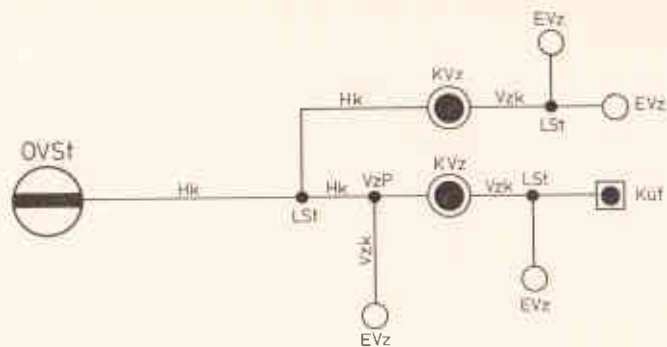


Abb. 1.7 — Beispiel für ein Schalt- und starres Netz

1.4. Bemessung der Kabeladern im Ortsanschlußnetz

Die im Ortsanschlußnetz geführten Leitungen werden überwiegend im Ortsanschlußkabel (OAsk) und in den Netzausläufen als oberirdische Freileitungen geführt. Der Aufbau dieser Kabel wird später beschrieben; wir wollen hier zunächst wissen, welchen Durchmesser die Sprechadern im Ortsanschlußkabel haben müssen. Sie bestehen aus 0,4 oder 0,6 mm dicken Kupferdrähten.

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

Wie stark die Kupferadern der Ortsanschlußkabel (OAsk) sein müssen, hängt also von der Entfernung zwischen der OVSt und der Sprechstelle ab, und zwar ist hierfür die wirkliche Baulänge und nicht die Luftlinienentfernung maßgebend. Wir finden in vorhandenen älteren Ortsanschlußnetzen folgende drei Bemessungsarten:

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

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

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

Diese drei Bemessungsarten sind nach einer Anordnung des BPM von 1966 künftig nicht mehr in Neubaugebieten und bei größeren Erweiterungen oder Änderungen der Ortsanschlußnetze anzuwenden. Hier sind jetzt bis zu Entfernungen von 3,5 km Ortsanschlußkabel mit 0,4 mm Durchmesser (Regelausbau) und darüber hinaus bis 8,0 km solche mit 0,6 mm Durchmesser auszulegen.

Für den Bereich zwischen 3,5 und 8 km sind die OAsk mit 0,4 mm und 0,6 mm Durchmesser zusammenzuschalten. Die Aufteilung der Gesamtkabellänge auf die beiden Einzellängen (0,4 mm bzw. 0,6 mm) kann mit einer Näherungsformel ($l_{0,4} = 6,5 - 0,82 l_{ges}$; $l_{0,6} = l_{ges} - l_{0,4}$) oder auch zeichnerisch durch den Planungsbeamten bestimmt werden. Über den Bereich von 8 km hinaus sind besondere Maßnahmen erforderlich, auf die wir hier aber nicht näher eingehen wollen.

In Abb. 1.8 sind die möglichen Baulängen der verkabelten Ortsanschlußleitungen grafisch dargestellt. Hier finden wir auch die Angabe (3,5 km) für den Regelausbau bei Verwendung von Kupferadern mit 0,4 mm Durchmesser. Die zu verwendenden Hör- und Sprechkapseln sind im Band 7, Teil 2, Abschn. 21, näher beschrieben.

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

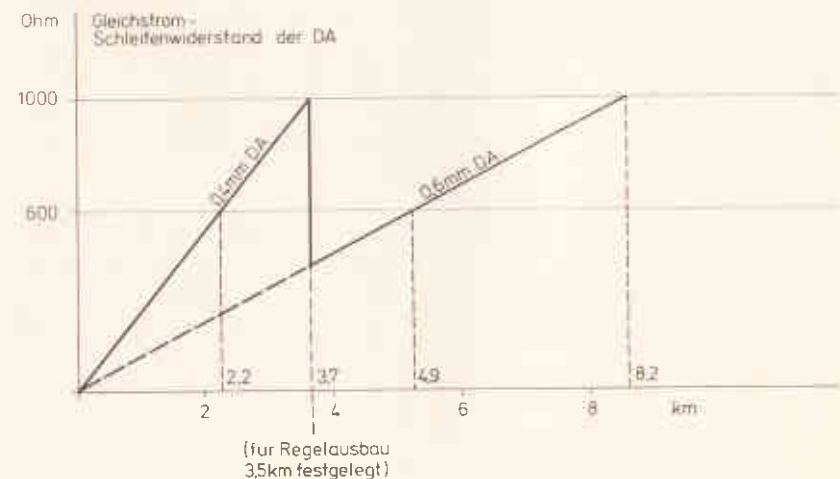


Abb. 1.8

2. Zweck und Aufbau der Bauteile im Ortsanschlußnetz

In diesem Abschnitt werden Zweck und Aufbau der technischen Bauteile im Ortsanschlußnetz beschrieben. Im allgemeinen haben die Ortsanschlußnetze neben den Vermittlungseinrichtungen von der senkrechten Seite des Hauptverteilers ausgehend

- a) die Trennleisten,
- b) die Aufteilungskabel,
- c) die Aufteilungsmuffen,
- d) das Kanalnetz, Kabelnetz und oberirdische Linien,
- e) die Verzweigungseinrichtungen und
- f) Endeinrichtungen

gemeinsam.

Das Kanalnetz, die Fernmeldekabel und die oberirdischen Linien werden in besonderen Abschnitten beschrieben.

2.1. Vermittlungseinrichtung

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es heute nur noch Ortsvermittlungseinrichtungen mit Wahlbetrieb. Die Vermittlung hat die Aufgabe, die gewünschten Fernsprechverbindungen der Fernsprechteilnehmer gegenseitig zu vermitteln. Der technische Vorgang der Vermittlung wird im Band 8 des „Handbuchs der Fernmeldetechnik — Grundreihe“ behandelt.

2.2. Hauptverteiler

Der Hauptverteiler (vgl. hierzu Abb. 2.1 und 2.2) ist ein Teil der OVSt und dazu bestimmt, die Ortsanschlußleitungen und Ortsverbindungsleitungen aufzunehmen und mit den Technischen Einrichtungen (Vermittlungseinrichtungen) zu verbinden. Er ist also Schaltpunkt für alle Ortsanschlußleitungen, Ortsverbindungsleitungen und sonstige Leitungen (z. B. Nebenanschlußleitungen, Mietleitungen usw.). Der Hauptverteiler hat eine senkrechte und eine waagerechte Seite. Auf der senkrechten Seite werden die Ortsanschlußleitungen und Ortsverbindungsleitungen mit Trennleisten (vgl. Abb. 2.3) abgeschlossen. Auf der waagerechten Seite enden die Leitungen zu den Technischen Einrichtungen auf Schaltstreifen oder Lötösenstreifen. Die Trenn-

leisten der senkrechten Seite und die Schaltstreifen oder Lötösenstreifen der waagerechten Seite werden mit Schaltdraht (YV-Draht) verbunden.

An der senkrechten Seite des HVt beginnt der Wirkungsbereich des Fernmeldebaudienstes und endet — wie schematisch in Abb. 1.2 dargestellt — bei der Sprechstelle.

Der Hauptverteiler (HVt) ist ein Stahlgerüst und steht im allgemeinen in der Nähe der Wahlvermittlungseinrichtung. Er kann bei Bedarf mit gleichen Gliedern, Reihen genannt, erweitert werden. Wir unterscheiden HVt alter und neuer Bauart (HVt 55). Im Betrieb finden wir noch sehr viele HVt alter Bauart. Bei kleinen OVSt sind Wandverteiler (Abb. 2.2), bei großen OVSt Standverteiler (Abb. 2.1) als HVt aufgestellt worden.

Am HVt alter Bauart sind auf der senkrechten Seite die Aufteilungskabel der Ortskabel an Trennleisten 55 zu 50 DA abgeschlossen. An der waagerechten Seite sind Lötösenstreifen angebracht, um die von den Technischen Einrichtungen der VSt kommenden Schaltkabel aufnehmen zu können.

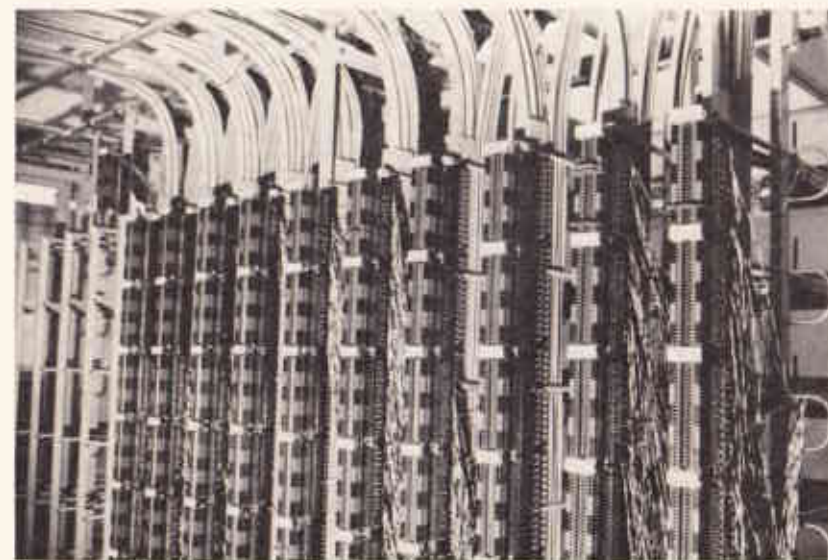


Abb. 2.1 — Hauptverteiler 55

Am HVt 55 (Abb. 2.1) sind auf der senkrechten Seite Trennleisten 55 oder 55a zu 25 DA und an der waagerechten Seite 20teilige Schaltstreifen zum Aufnehmen der Schaltkabel vorgesehen. Der HVt 55 wurde in 3 Typen entwickelt, und zwar unterscheiden sie sich nur in

ihrer Höhe. Entsprechend können sie unterschiedlich viele Trennleisten bzw. DA der Aufteilungsortskabel aufnehmen.

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

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

Abb. 2.2 zeigt einen HVt in Wandform. Unten sind die Trennleisten und oben die Schaltstreifen angeordnet.

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

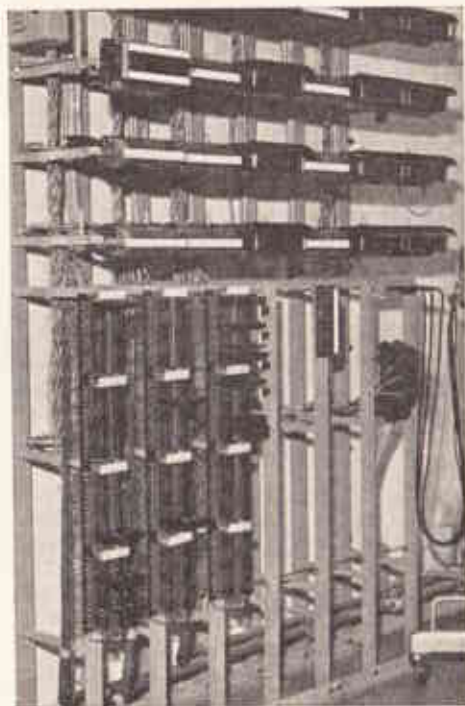


Abb. 2.2 — Hauptverteiler als Wandverteiler

Die Beschaltung der senkrechten Seite des HVt richtet sich nach der geografischen Lage der Ortskabel im Ortsnetz. Eine besonders festgelegte Zählweise dient zum schnellen Auffinden einer gesuchten Leitung. **Der einzelne Lötstift der Trennleiste wird am HVt 55 durch eine 5-, 6- oder 7stellige Zahl gekennzeichnet.** Die Stellenzahl richtet sich nach der Größe des HVt, also nach der Anzahl der Reihen. Ein HVt 55 bis zu 9 Reihen erhält eine 5stellige, bis zu 99 Reihen eine 6stellige und mit 100 und mehr Reihen eine 7stellige Zahl. Dabei bedeuten z. B. bei der fünfstelligen Zahl 50221 die 5 die 5. Reihe, die 02 die 2. Trennleiste von oben in der 5. Reihe und die 21 der 21. Lötstift dieser Trennleiste. **Gezählt wird also innerhalb der Reihen in der Regel von oben nach unten** (vgl. hierzu auch Seite 26).

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

Bei Hauptverteilern 55 bis zu 99 Reihen erhalten die ersten 9 Reihen auch jeweils eine Null und bei 100 und mehr Reihen die ersten 9 Reihen zwei Nullen, z. B. 004, und die Reihen von 10—99 eine Null, z. B. 019, vorangesetzt. Auf diese Weise wird jeder Lötstift innerhalb des HVt an der senkrechten Seite durch die gleiche Stellenzahl gekennzeichnet. Die Numerierung der Reihen ist von links nach rechts oder umgekehrt festgelegt; die Richtung hängt von der baulichen Erweiterungsmöglichkeit des HVt ab.

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

An der waagerechten Seite des HVt sind die Lötstifte der Schalt- oder Lötösenstreifen fortlaufend nach den Anrufseinheiten und nicht nach der geografischen Lage der Sprechstellen geordnet. Diese Zählweise ist durch den technischen Aufbau der Vermittlungseinrichtung bedingt.

2.2.1. Trennleiste 55 und 55 a

Am HVt 55 ist die Trennleiste 55 oder 55 a zu 25 DA (Abb. 2.3) angebracht. An dieser Leiste sind die Aufteilungsortskabel (AtOk) abgeschlossen. **Wenn Leitungen durch Starkstrom** — z. B. Wechselstrombahnen und Hochspannungsnetze mit unmittelbarer Erdung des Sternpunktes — **beeinflusst werden, können in die Trennleisten besondere Halter mit eingesetzten Überspannungsableitern** (Form E 230 V) gesteckt werden.

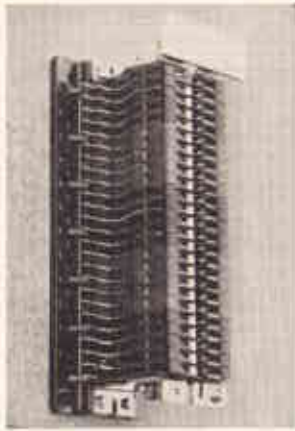


Abb. 2.3 — Trennleiste 55
zu 25 DA

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

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

Die Aufteilungskabel werden neuerdings am HVt in mit Schlitten versehenen Kabelführungskanälen gelagert. Die Schlitten übernehmen damit die Aufgabe der Drahtführungsleiste der Trennleisten 55 auf der Kabelseite. Diese Trennleisten ohne Drahtführungsleiste auf der Kabelseite haben die Bezeichnung 55 a zu 25 DA und 55 a zu 50 DA erhalten.

Die Trennleisten haben oben Bezeichnungsschilder (Abb. 2.3), die folgende Angaben (Beispiel) enthalten.



Aus diesen Angaben kann abgelesen werden:

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

2.3. Aufteilungskabel, Aufteilungsmuffen und Ortsanschlußkabel

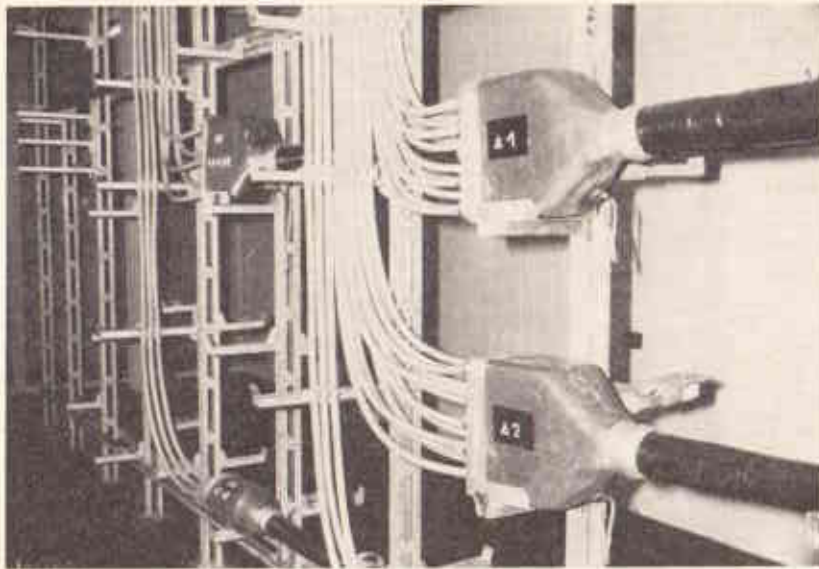
Von den Trennleisten des Hauptverteilers führen die Aufteilungsortskabel zu den Aufteilungsmuffen im Kabelaufteilungsraum (Abb. 2.4 und 2.5).



Abb. 2.4 — Senkrechte Anordnung der Aufteilungsmuffen
im Kabelaufteilungsraum

Aufteilungsortskabel sind gegenüber den Hauptkabeln **niederpaarig**, da sie auf einem Kabelrost, der unter Umständen in vielen Windungen im Gebäude der OVSt verläuft, verlegt werden müssen. Sie werden in den genormten **Aufteilungsmuffen** (AtM) zusammengefaßt und in diesen mit dem hochpaarigen Hauptkabel verspleißt. Die **Aufteilungsmuffen sind an Muffengestellen im Kabelaufteilungsraum befestigt**. Heute wird die waagerechte Anordnung der Aufteilungsmuffen (Abb. 2.5) bevorzugt angewendet.

Am HVt, senkrechte Seite, wurden früher die ausgeformten Aufteilungsortskabel unmittelbar am Gestelleisen angebunden. Heute werden diese Kabel in einen mit Schlitten versehenen **Kunststoff-Kabelführungskanal**, der am Gestell des HVt befestigt ist, gelegt.



**Abb. 2.5 — Waagerechte Anordnung der Aufteilungsmuffen
im Kabelaufteilungsraum**

Durch die Schlitze im Kanal werden die Adern zu den Lötflächen der Trennleisten geführt. Die Bauweise ist wesentlich einfacher und sauberer. Die Kabeladern liegen geschützt.

Im Abschnitt 1.4 „Bemessung der Kabeladern im Ortsanschlußnetz“ wurden bereits die Gründe erläutert, die zu den verschiedenen Kabeladerdurchmessern der Ortsanschlußkabel führen. Auch die Einteilung der Ortsanschlußkabel in Haupt- und Verzweigungskabel und ihre Einreihung im Ortsanschlußnetz wurden bereits behandelt. Zu erwähnen bleibt noch, wieviel DA Hauptkabel und Verzweigungskabel haben können.

Die Zahl der Doppeladern der Hauptkabel hängt vom Bedarf und dem Einsatz im Ortsanschlußnetz ab; sie schwankt zwischen 100 und 2000 Doppeladern. Die Verzweigungskabel sind niederpaarig und enthalten im allgemeinen höchstens 100 Doppeladern.

Der Aufbau der Aufteilungsortskabel, Aufteilungsmuffen und Ortsanschlußkabel soll hier nicht weiter beschrieben werden, weil dies in den entsprechenden Abschnitten ausführlich erfolgt. Sie finden den Aufbau der Aufteilungsortskabel im Abschn. 4.3, den der Aufteilungsmuffen unter 7.1.1.1 und den der Ortsanschlußkabel im Abschn. 4.2.

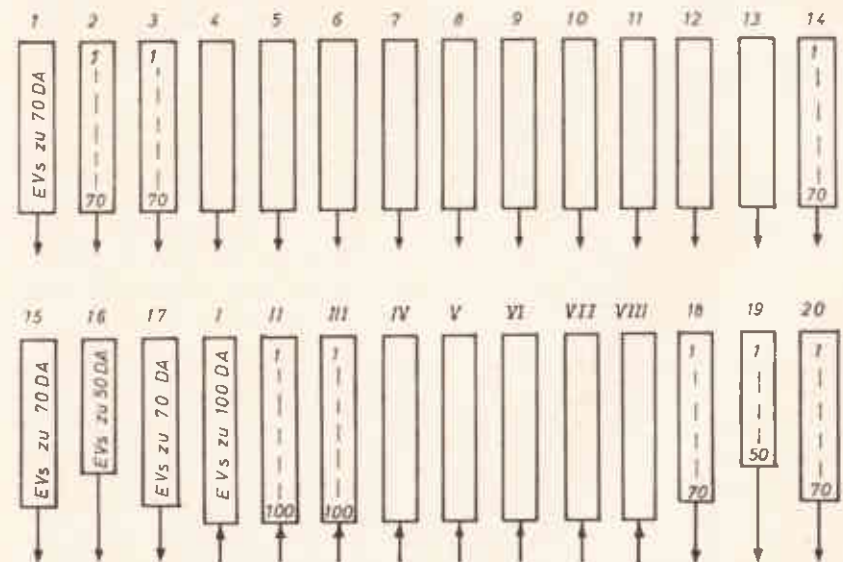
2.4. Verzweigungseinrichtungen

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

2.4.1. Linienverzweiger

Der Linienverzweiger (LVz; vgl. hierzu Abb. 2.7) steht am Anfang seines Versorgungsbereichs und nimmt das von der OVSt kommende hochpaarige Hauptkabel auf. Von ihm führen mehrere niederpaarige Hauptkabel in die verschiedenen Richtungen seines Versorgungsbereichs zu den Kabelverzweigern (KVz; vgl. hierzu Abb. 2.8 und 2.9).

Unter dem LVz befindet sich in der Regel der LVz-Schacht. In ihn werden ähnlich wie im Kabelaufteilungsraum der OVSt die ankommenden und abgehenden Hauptkabel hineingeführt und aufgeteilt. Aufteilungsmuffen, die im LVz-Schacht am Muffengestell befestigt sind, nehmen die ankommenden oder abgehenden Hauptkabel von der einen Seite und die niederpaarigen Aufteilungskabel von der anderen Seite auf. Beide Kabelarten sind in der Aufteilungsmuffe miteinander verspleißt. Die Aufteilungsmuffen führen weiter zu den Endverschlüssen (vgl. hierzu Abb. 2.11 und 2.12) im Gehäuse des LVz. Die Endverschlüsse der ankommenden Hauptkabel sind im LVz im allgemeinen in der unteren Reihe und die abgehenden Hauptkabel in der oberen Reihe ringförmig angebracht. Die Endverschlüsse der noch im LVz eingeführten Quer- und Ver-



**Abb. 2.6 — Beispiel für die Anordnung der EVs
in einem Linienverzweiger zu 2000 DA**

zweigungskabel sind neben den Endverschlüssen der ankommenden Hauptkabel angeordnet (Abb. 2.6). Die Verbindungen der ankommenden und abgehenden Kabel werden über ihre Endverschlüsse mit Schalldrähten ausgeführt.

Es gibt LVz mit einem Fassungsvermögen von insgesamt 2000 Doppeladern und 1000 Doppeladern. Diese Zahlenangaben sind nur dann zutreffend, wenn im LVz die alten Endverschlüsse 32 eingebaut sind. Die Anzahl der unterzubringenden Doppeladern kann bei Verwendung des Endverschlusses 58 oder 58a fast verdoppelt werden (vgl. hierzu auch Abschn. 2.4.4). Die LVz sind entweder im Freien in genormten Gehäusen oder in geeigneten, verschließbaren Räumen innerhalb der Gebäude untergebracht.

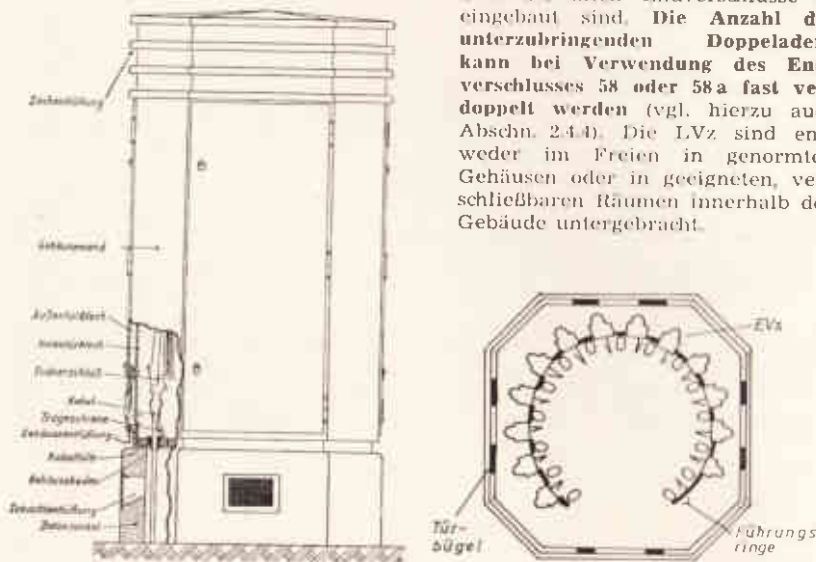


Abb. 2.7 — Linienverzweiger

linke Bildhälfte: Vorderansicht;

rechte Bildhälfte: Anordnung der EVs (Draufsicht)

Linienverzweiger sollen so auf öffentlichen Wegen und Plätzen aufgestellt werden, daß sie weder die Sicherheit des Verkehrs beeinträchtigen noch das Straßenbild stören.

2.4.2. Kabelverzweiger

Die Kabelverzweiger (KVz; vgl. hierzu Abb. 2.8 und 2.9) werden an den Übergangsstellen von Hauptkabeln zu Verzweigungskabeln in ihrem Versorgungsbereich aufgestellt. Seine Aufgabe reicht über die einer reinen Schaltstelle hinaus, denn mit ihm werden Hauptkabeladern eingespart. Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, daß bei der Planung des Netzes keine genauen Zahlen über die tatsächlich auftretende Verteilung der Sprechstellen im KVz-Bereich vorhanden sind. Das Verzweigungsnetz ist daher mit einer großen Anzahl Vorratsleitungen ausgestattet. Das Verhältnis der in den KVz 59 bzw. 68 eingeführten Hauptkabeladern zu den Verzweigungsadern beträgt

etwa 1:1,4. In Neubaugebieten wird heute vielfach von vornherein je Wohnung eine Doppelleitung installiert. Dies geschieht, um spätere kostspielige Erweiterungen zu vermeiden, denn es muß damit gerechnet werden, daß die Anzahl der erforderlichen Fernsprechan Anschlüsse auch in der Bundesrepublik noch erheblich zunehmen wird.



Abb. 2.8 — KVz-Gehäuse
aus Kunststein



**Abb. 2.9 — KVz-Gehäuse 59
aus Kunststoff**

Die bis zum Jahre 1959 aufgestellten **Regel-KVz** hatten **3 Buchten** und waren für **200 Doppeladern (DA)** vorgesehen. Im Jahre 1959 wurde der **Norm-KVz 59** aus Kunststoff entwickelt, der mit den aus Kunststoff hergestellten Endverschlüssen 58 oder 58a ausgerüstet ist. Er ist etwas größer als der genannte kleine KVz, hat **4 Buchten** (Abb. 2.10) und kann **bis zu 600 DA**, z. B. **250 Hauptadern und 350 Verzweigungsadern**, aufnehmen. Soll jedoch eine Wählsterneinrichtung in ihm untergebracht werden, so finden daneben noch **bis zu 300 DA**, z. B. **100 Hauptadern und 200 Verzweigungsadern**, Platz. Es wird z. Z. angestrebt, neu aufzustellende KVz mit 8 EVs zu 100 DA, also insgesamt mit 800 DA, auszurüsten. Das ist aber erst nach der Lieferung eines neuen EVs, dem EVs 71, ohne Schwierigkeiten möglich. Der KVz kann auch, wenn das Dach abgenommen wird, in Mauern oder Hauswänden eingebaut werden. Im allgemeinen stellt man KVz an öffentlichen Wegen auf; sie können aber auch in Gebäuden untergebracht werden. Der **KVz 68** ist eine verbesserte Ausführung des KVz 59. Das Gehäuse hat eine Gummidichtung, die Tür ist aushängbar und kann gegen Zuschlagen gesichert werden.

Die KVz bestehen wie die LVz aus dem **Gehäuse** und dem **Befestigungsgestell** und haben rechteckige Grundform. Die Gehäuse der bis

zum Jahre 1959 hergestellten KVz wurden aus Stahlblech, dann aus Kunststein (Abb. 2.8) und seit einigen Jahren werden sie aus Kunststoff (Abb. 2.9) gefertigt.

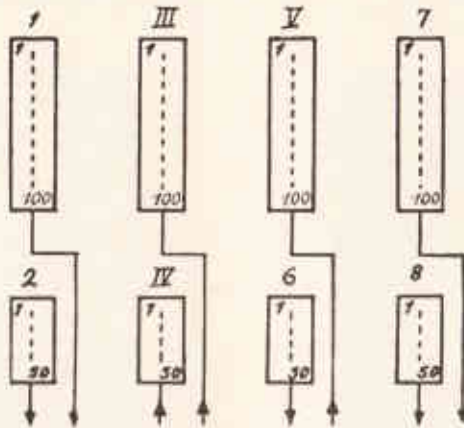


Abb. 2.10 — Beispiel für die Anordnung der EVs 58 oder 58 a im KVz 59 bzw. 68

Das KVz-Gehäuse aus Stahlblech steht auf einem Sockel aus Mauerwerk oder Beton, das Gehäuse aus Kunststein auf einem Sockel gleichen Materials und das Gehäuse aus Kunststoff auf einem Sockel aus Beton. Das Befestigungsgestell wird in der Regel für alle drei Kabelverzweiger aus Winkeleisen gefertigt; an ihm sind auch die Führungsringe für die Schaltdrähte angebracht.

2.4.3. Die Kennzeichnung der Verzweigungseinrichtungen im Ortsanschlußnetz

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

Der Kernbereich, der ohne LVz ist (vgl. hierzu auch Abschn. 1.3), erhält den Buchstaben A. In den LVz werden die EVs der ankommenden Hauptkabel mit römischen Zahlen (I, II, III usw.) und die übrigen EVs — in waagerechter Richtung reihenweise, von links oben anfangend — mit arabischen Zahlen (1, 2, 3 usw.) benummert (Abb. 2.6).

Die Kennzeichnung der KVz in den Schaltunterlagen geschieht fortlaufend mit einer arabischen Zahl, der der Kennbuchstabe des jeweiligen Bereichs vorangesetzt ist. Zum Beispiel bedeutet A 3 der KVz 3 im Kernbereich und B 5 der KVz im LVz-Bereich B

usw. (vgl. hierzu auch Abschnitt 10). Im KVz erhalten die EVs für das Hauptkabel römische Zahlen. Die EVs für die Verzweigungskabel werden mit arabischen Zahlen (1, 2, 3 usw.) gekennzeichnet. Die Planungsrichtlinien schreiben nicht eindeutig vor, wie die EVs 58 oder 58 a im KVz 59 bzw. 68 anzuordnen sind; es wurde daher in der Abb. 2.10 nur eine von mehreren Möglichkeiten für die Unterbringung der EVs 58 oder 58 a im KVz 59 bzw. 68 herausgewählt und schematisch dargestellt.

2.4.4. Endverschlüsse für Ortskabel

Die Haupt- und Verzweigungskabel mit papierisolierten Adern dürfen in den Verzweigungseinrichtungen nicht offen ausgeformt verwendet werden, sondern müssen luftdicht abgeschlossen sein (Papierisolierung ist feuchtigkeitsempfindlich). Im Linienverzweiger (LVz) und Kabelverzweiger (KVz) sind daher alle eingeführten Kabel in sogenannten Endverschlüssen für Ortsanschlußleitungen (EVs-A1) abgeschlossen.

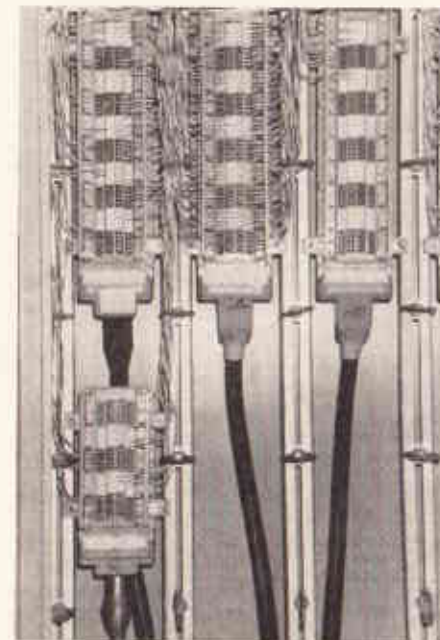


Abb. 2.11 — Endverschluß 58 a für Ortskabel

oben links: Lötstutzen und Schrumpfschlauch;

unten links: Lötstutzen und Lötplombe;

mitte und rechts: Kunststoffstutzen, Kabel mit Gießharz festgelegt

Die etwa bis zum Jahre 1959 aufgestellten LVz und KVz sind fast ausnahmslos mit Endverschlüssen 32 für Ortskabel ausgerüstet. Sie sollen hier nicht weiter beschrieben werden, weil sie nur noch selten anzutreffen sind.

Im Jahre 1958 wurde ein neuer Endverschluß, der EVs 58 aus Kunststoff, entwickelt. Das Gehäuse dieser EVs besteht aus glasfaserverstärktem Polyester (Kunststoff). Der Abstand der Lötflächen wurde gegenüber dem EVs 32 von 10 mm auf 6 mm verkürzt, so daß der gesamte EVs kleiner wurde. Eine durchsichtige Schutzkappe aus Polystyrol (Kunststoff) schützt die Lötflächen vor Staub. Mit dieser Entwicklung wurde eine Verringerung der Typen verbunden. Es sind daher nur noch EVs zu 50 DA und 100 DA vorgesehen.

Der EVs 58a ist eine verbesserte Form des EVs 58 (EVs 58 werden nicht mehr hergestellt). Er hat Drahtführungsplatten mit doppelter Anzahl von Drahtdurchführungen (je zwei übereinander) bekommen, damit bei doppelter Beschaltung der Lötflächen für jedes Installationsdrahtpaar eine Drahtdurchführung vorhanden ist. Dieser Endverschluß wird entweder mit dem üblichen Lötstutzen oder einem aus Kunststoff geliefert (Abb. 2.11). Im Lötstutzen werden Bleimantel-, Stahlwellmantel- und längswasserdichte kunststoffisolierte Kabel (Form A-2YF(L)2Y) festgelegt. Die Blei- und Stahlwellmantelkabel werden mit dem Stutzen verlötet; das längswasserdichte kunststoffisolierte Kabel wird mit einem über Kabel und Stutzen gestülpten Schrumpfschlauch festgelegt. Im Kunststoffstutzen werden die nicht längswasserdichten kunststoffisolierten Kabel (Form A-02Y(L)2Y und A-2Y(L)2Y) festgelegt, und zwar unter Anwendung eines besonderen Verfahrens mit kaltaushärtendem Zwei-Komponenten-Gießharz, das in die Vergußkammer gegossen wird. Der Vergußstopfen aus Gießharz ist feuchtigkeitsdicht, druckluftdicht und gibt dem Kabel mechanischen Halt. Äußerlich unterscheidet sich der EVs 58a nicht sehr vom EVs 58.

Die EVs sind auch mit Kabel (mit 6 oder 10 m Kabellänge) lieferbar.

Zur Zeit wird ein neuer EVs, und zwar ein EVs mit LSA-Kontakten (kein Löten, kein Schrauben, kein Abisolieren), EVs 66 genannt (Abb. 2.12), erprobt. Bei diesem Endverschluß wurde auf der Schaltseite zwecks Zeitersparnis eine völlig neue Anschlußtechnik vorgesehen. Die Adern der Schaltdrähte brauchen bei dieser Technik weder gelötet, geschraubt noch abisoliert zu werden; sie werden nur mit Hilfe eines Schlagwerkzeugs in den

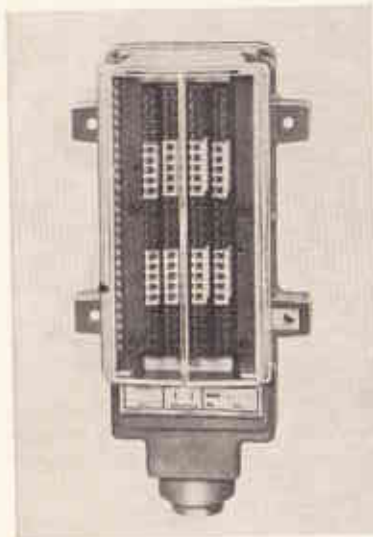


Abb. 2.12 — EVs 66 mit LSA-Kontakten

Kontaktkörper eingedrückt. Bei diesem Vorgang wird die Isolierung der Ader an der Kontaktstelle eingeschnitten. Dadurch ist eine elektrisch gut leitende Verbindung zwischen dem Draht und dem Geräteanschluß hergestellt. Da sich der EVs mit LSA-Kontakten z. Z. noch in der Erprobung befindet, wollen wir auf dieses Bauteil nicht weiter eingehen.

Die Zählweise am EVs beginnt mit der linken Reihenhälfte von oben nach unten und setzt sich an der rechten Reihenhälfte von oben nach unten fort. Die a- und b-Adern liegen in gleicher Folge von links nach rechts.

2.5. Endeinrichtungen

Die Endeinrichtungen sind die Endschaltpunkte des Verzweigungskabels und damit des Ortsanschlußkabelnetzes. Sie haben, wie die Verzweigungseinrichtungen, einen festen Bereich zu versorgen. Es gibt zwei Arten von Endeinrichtungen, den Endverzweiger (Abb. 2.14 und 2.15) und die Kabelüberführung mit dem Überführungsendverschluß bzw. EVza Ü 72 (vgl. hierzu Teil 2).

Am Endverzweiger (EVz) wird unmittelbar über die Leitungseinführung die Teilnehmereinrichtung (Fernsprechapparat usw.) oder ein weiterführendes Installationskabel angeschlossen. Die Kabelüberführung mit dem Überführungsendverschluß (ÜEVs) bzw. EVza Ü 72 schließt dagegen das Ortsanschlußkabel gegen die weiterführende Freileitung oder das Installationskabel ab und führt die Teilnehmereinrichtung erst über die oberirdische Freileitungszuführung bzw. das Installationskabel heran (vgl. hierzu auch Abb. 1.2 und 1.3).

Es wurden Endverzweiger für Außenbau (EVza) zu 10 Doppeladern (Abb. 2.14 und 2.15), die im allgemeinen an den Außenwänden der Gebäude — oder auch an Masten — angebracht werden, sowie

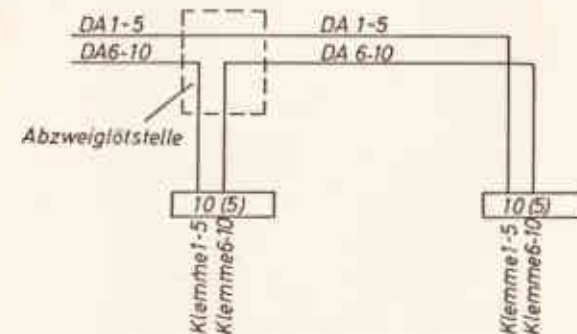


Abb. 2.13 — Schaltungsbeispiel von Endeinrichtungen

Endverzweiger für Innenbau (EVzi) zu 5 oder 10 Doppeladern (Abb. 2.16) entwickelt.

Überföhrungsendverschlüsse gibt es für 10 Doppeladern; sie sind am Mast der Kabelüberföhrung — dem Beginn der Freileitungslinie oder der Installationskabel — angebracht.

Zur wirtschaftlichen Ausnutzung des Verzweigungsnetzes sind **Ausgleichsschaltungen zwischen benachbarten Endeinrichtungen möglich**. Sie werden auch vielfach angewandt, um Gemeinschaftszweieranschlüsse leichter schalten zu können (Schaltungsbeispiel s. Abb. 2.13).

2.5.1. Endverzweiger für Außenbau (EVza)

Im Jahre 1959 wurde der **EVza 59 zu 10 DA** entwickelt (Abb. 2.14). Er besteht aus Polyesterharz (Kunststoff) und ist mit einer Abfang- und Erdungsschelle ausgerüstet. Diese Schelle dient zum Abfangen des Kabelmantels und gleichzeitig als Erde, sofern der Mantel leitend ist. Bei den kunststoffisolierten PE-Kabeln ist die Erde über den Schirm des Kabels herzustellen. Zu diesem Zweck wird aus dem PE-Mantel ein kleines Stück herausgetrennt, ein Kupferseil auf den Aluminiumschirm gelötet und das Seil mit unter die Erdungsschelle geklemmt. Weiter besitzt er einen Schalt- und Kabelabschlußraum und eine

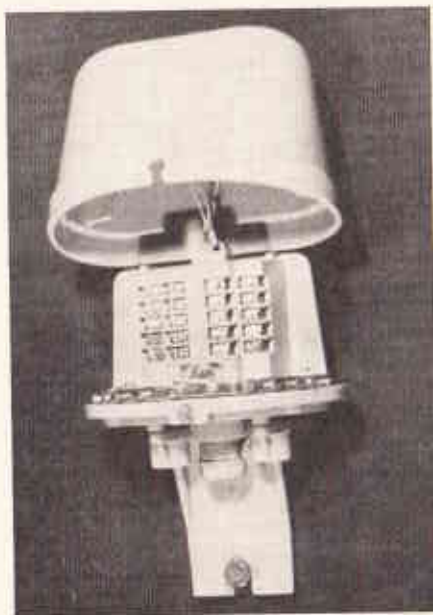


Abb. 2.14 — Endverzweiger für Außenbau (EVza 59)

Stopfbuchse zum Festklemmen der Verzweigungskabel. Die Klemmen sind durch erhabene Schrift gekennzeichnet. Eine Schutzhaube, die durch eine Nylonschnur mit dem EVza verbunden ist, schützt die Klemmen vor Schmutz und Regen. Der EVza kann mit der Konsole an der Wand oder unter zusätzlicher Verwendung einer Ausgleichsplatte am Holzmast befestigt werden.

In der Folgezeit wurde der **EVza 64 a** (Abb. 2.15) entwickelt und erprobt, der künftig nur noch geliefert wird. Die auch an diesem EVza angebrachte Abfang- und Erdungsschelle hat denselben Zweck wie die am EVza 59; das Verzweigungskabel ist in derselben Weise in der Stopfbuchse und Schelle festzulegen. Der EVza 64 a ist aus Kunststoff gefertigt, hat einen Schalt- und Kabelabschlußraum und wird durch eine Kunststoffhaube geschützt.

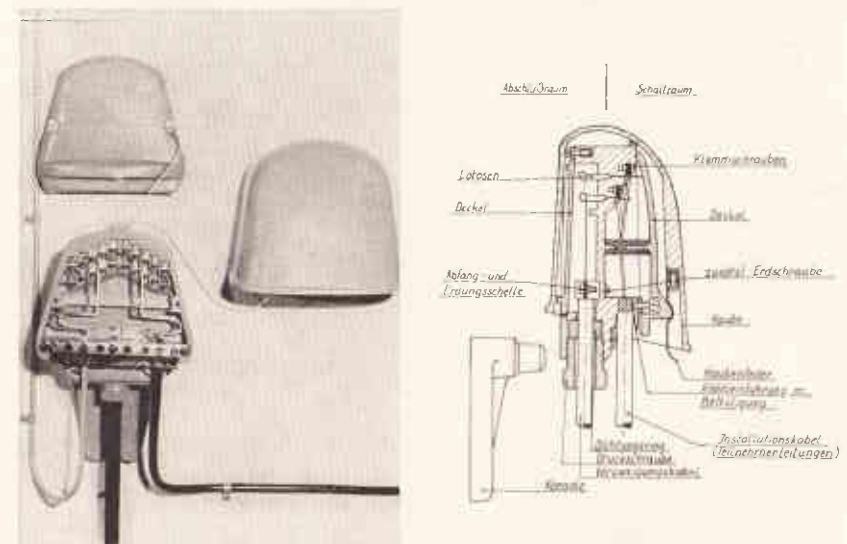


Abb. 2.15 — Endverzweiger für Außenbau (EVza 64 a)

2.5.2. Endverzweiger für Innenbau (EVzi)

Der EVzi ist vorwiegend für den Kabelabschluß in trockenen Räumen bestimmt. Z. Z. wird der EVzi 57 a zu 5 und 10 DA eingesetzt; er kann auch in feuchten Räumen verwandt werden. Dieser EVzi wird für Aufputzausführung mit Schutzkappe und für Unterputzausführung ohne Schutzkappe geliefert. Er ist im Kabelabschlußraum mit Löthaken ausgestattet und muß zum Schutz gegen Feuchtigkeit ausgegossen werden. Das ist jedoch nicht bei längswasserdichten kunststoffisolierten Kabeln (Form A-2YF(L)2Y) erforderlich. Er besteht auch aus hochisolierendem Preßstoff, besitzt aber einen abgeschlossenen Kabel-

abschlußraum. Die Schelle unter dem Einführsstutzen dient demselben Zweck wie bei den EVza. Die Zählweise der Adern im EVzi ist auf den Anschlußplatten durch erhabene Schrift kenntlich gemacht.

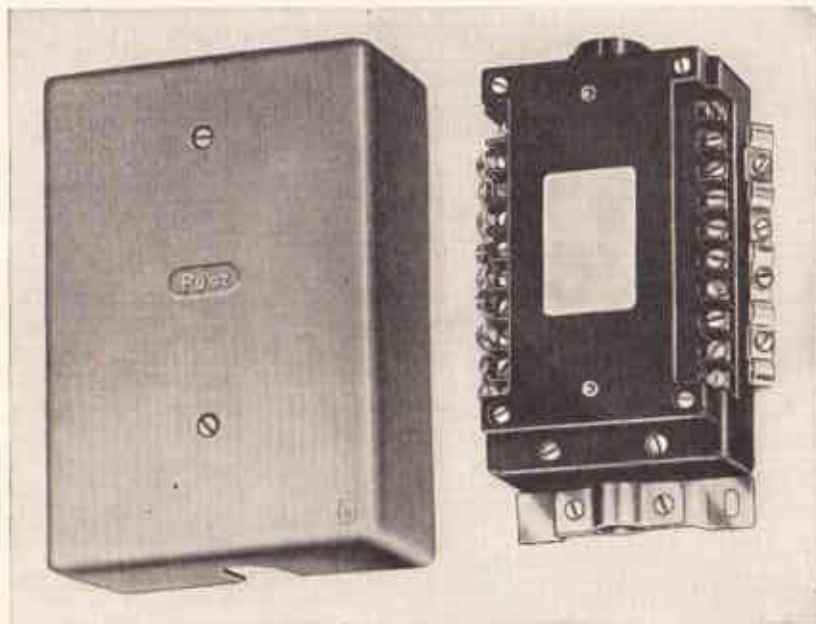


Abb. 2.16 — EVzi 57 a zu 10 DA mit Schutzkappe

2.5.3. Überführungsendverschluß

In unseren Ortsanschlußlinien finden wir fast nur noch den **Überführungsendverschluß 59 (ÜEVs 59) zu 10 DA**. Künftig soll anstatt des ÜEVs 59 ein Endverzweiger eingesetzt werden, der mit Überspannungsableiter ausgerüstet werden kann. Seine Kurzbezeichnung lautet **EVza Ü 72**. Diese Endeinrichtungen werden im Teil 2 beschrieben.

2.5.4. Kennzeichnung der Endeinrichtungen im Ortsanschlußnetz

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

3. Kabelkanalanlage

Die Kabelkanalanlage ist ein in den Straßenkörper verlegtes Röhrensystem aus sogenannten **Kabelkanalformsteinen oder Rohren**. Sie wird innerhalb der Bebauungsgrenze der Städte ausgelegt und soll beim späteren Verlegen weiterer Kabel erneute kostspielige Aufgrabungen der Straßenoberfläche vermeiden. In die Kabelkanalanlage werden **Orts- und Fernkabel eingezogen**. Diese Anlage bietet dann besondere Vorteile, wenn die Sprechstellenentwicklung noch nicht abzusehen ist und mit der Erweiterung des Hauptkabelnetzes gerechnet werden muß. Reserveöffnungen werden daher bei der Planung in genügender Zahl berücksichtigt. Daneben können aber auch niederpaarige Kabel leicht gegen höherpaarige ausgewechselt werden.

3.1. Aufbau des Kabelkanalnetzes in großen Ortsnetzen

Die Kabelkanalanlage besteht aus dem **Kabelkanal**, den **Kabelschächten** und den **Abzweigkästen**. Sie nimmt im Kabelaufteilungsraum der OVSt oder im Kabelschacht vor der OVSt (Kabelkanalnetzschwerpunkt des Anschlußbereichs) ihren Anfang und breitet sich entsprechend der geplanten Lage der Hauptkabel oder Verzweigungskabel über das Ortsanschlußnetz bis zum Kabelschacht vor dem KVz oder Abzweigkasten in unmittelbarer Nähe der Endeinrichtung aus, falls im Verzweigungsnetz nicht Erdkabel wirtschaftlicher einzusetzen sind. Abb. 3.1 zeigt diesen Verlauf in schematischer Darstellung mit entsprechenden Bildzeichen.

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

Die Kanäle für die Hauptkabel sind durch Kabelschächte in bestimmten Abständen unterbrochen. In die Kanäle für Verzweigungskabel sind nach Bedarf Abzweigkästen oder Kabel-Kleinschächte eingebaut. Von diesen führen unter Umständen noch einzügige Kanäle für unterirdische Hauseinführungen weiter. Sind die Kanäle für Hauptkabel und die für Verzweigungskabel in einem Kanalgraben untergebracht, so haben beide Kanäle einen gemeinsamen Schacht. Der Kanal für Verzweigungskabel liegt in diesem Fall auf dem Kanal für Hauptkabel, da er wegen der Abzweigungen zu den Grundstücken öfter durch Abzweigkästen unterbrochen werden muß als der Kanal für die

Hauptkabel. Aus den Kabelschächten können bei günstiger Lage zum Grundstück gleichfalls **Kanäle für Hauseinführungen** abgehen.

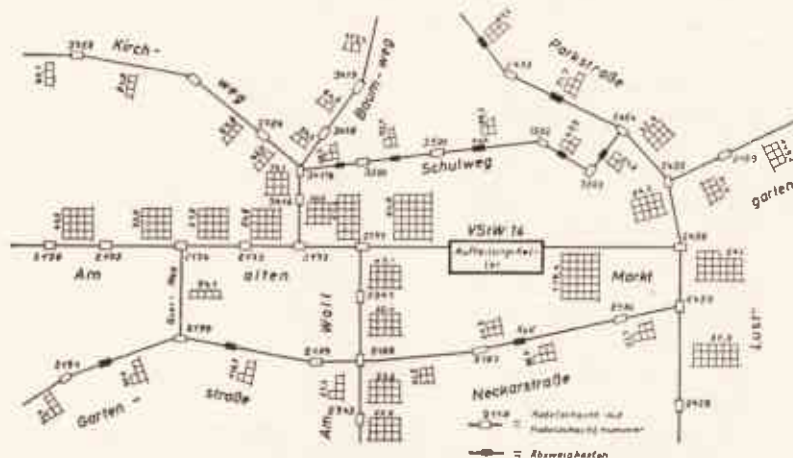


Abb. 3.1 — Kabelkanalnetz eines Anschlußbereichs

3.2. Bauteile der Kabelkanalanlage

3.2.1. Kabelkanäle

Die Kabelkanäle werden aus Kabelkanalformsteinen (KKF) oder in zunehmendem Maße aus Kunststoff-Kabelkanalrohren (KKR) hergestellt. Können diese wegen zu geringer Deckung nicht verlegt werden, so sind hierzu nahtlose Kabelschutzrohre aus Flußstahl zu benutzen. Ist das Auftreten von Irrströmen zu befürchten, so sind für die Stahlschutzrohre schlecht leitende Baustoffe (Asbestzement- oder Kunststoffrohre) zu verwenden. Wenn der Kabelkanal wasserdicht sein muß, werden vorwiegend Kunststoffrohre hierfür verwendet.

Damit beschädigte KKF ohne Betriebsstörungen ausgewechselt werden können, sind **längsgeteilte**, aus Ober- und Unterteil bestehende **KKF** entwickelt worden.

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

Maße und Gewichte der Kabelkanalformsteine

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

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

Abb. 3.2 läßt die äußere Form der Kabelkanalformsteine erkennen. Jeder Formstein ist auf der einen Stirnseite mit einem Falz und auf der anderen mit einer Nute ausgestattet; Falz und Nute fassen beim Auslegen ineinander. Außerdem enthalten die Stirnseiten je zwei Löcher von 10 mm Durchmesser und 50 mm Tiefe, in die beim Verlegen der Steine Stahldorne gesteckt werden. Um die Bleimäntel der Röhrenkabel beim Einziehen nicht der rauhen Zementoberfläche auszusetzen, sind die Züge zum Schutz mit einer Bitumenschicht versehen.

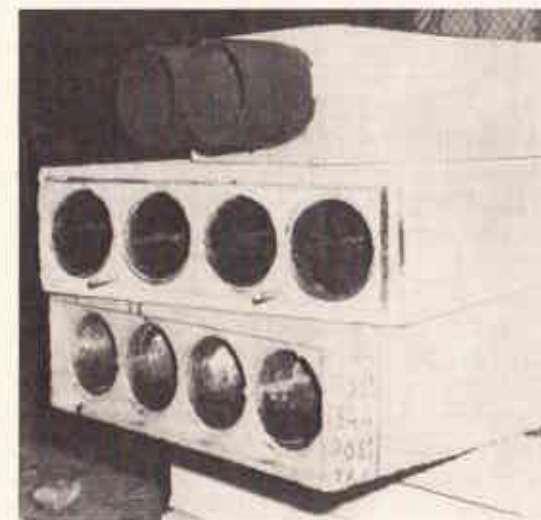


Abb. 3.2 — Kabelkanalformsteine

oben: Übergangsformstein, 2zünftig;

mitte: Falzseite mit eingesteckten Dornen, 4zügig;

unten: Nutseite, 4zünftig

Die Kunststoffrohre, die als Rohrzüge verlegt werden, sind aus dem Werkstoff Hart-Polyvinylchlorid (Hart-PVC) oder Hart-Polyäthylen (Hart-PE) gefertigt (vgl. hierzu Abb. 3.13 und 3.15). Hart-PVC-Rohre mit einem Außendurchmesser von 110 mm und einer Wanddicke von 3,2 mm werden in 6 m und 12 m Längen geliefert. Daneben gibt es noch Kunststoffrohre aus Hart-PVC mit einem Rohrdurchmesser von 50 mm und einer Wanddicke von 1,8 mm in Längen von 6 m. Zwischenlängen werden durch Zersägen der Normlängen gewonnen. Jedes

Hart-PVC-Rohr ist an einem Ende mit einer angeformten oder auf-geklebten Muffe versehen, in die das nächste Rohr eingeschoben und verklebt werden kann. Hart-PE-Rohre haben größere Wanddicken als Hart-PVC-Rohre, sind aber deshalb nicht schwerer, da ihr spezifisches Gewicht erheblich kleiner ist. Sie werden meistens in Ringen oder bei größeren Längen aufgetrommelt geliefert.

Hart-PVC-Rohre, die nicht geradlinig verlegt werden müssen, sind **mindestens immer dann einzusetzen, wenn Hindernisse das Auslegen von Kabelkanalformsteinen verbieten** und die Verlegung der Hindernisse entweder zu kostspielig oder unmöglich ist. Außerdem können bei dieser Bauweise Kabelschächte eingespart werden, weil die Kabeleinziehlängen wegen des geringeren Reibungswiderstandes größer sein können.

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

Für den Übergang zwischen Kabelkanalformsteinen und Kunststoffrohren wurden Übergangskabelkanalformsteine geschaffen (Abb. 3.2). Sie bestehen aus normalen Kabelkanalformsteinen, in die an einem Ende je Kanalzug ein kurzes Kunststoffrohr fest eingesetzt ist.

3.2.2. Kabelschächte

Die Schächte werden benötigt, um Kabeelteillängen einziehen, **Spleißstellen herstellen und Lötmuffen lagern zu können**. Sie sind an allen Gabel- und Winkelpunkten in der Nähe der Linien- und Kabelverzweiger und auch oft vor und hinter Brücken und Toreinfahrten erforderlich.

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

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

Die Größe der Schächte, die allen arbeitstechnischen Anforderungen entsprechen muß, hängt von der Anzahl der einzumündenden Kanalzüge ab. Die nachstehende Tabelle gibt die lichten Maße der Kabel-Kleinschächte und einiger Kabelschächte wieder.

Auszug aus der Tabelle „Richtgrößen für Kabelschächte“

Zahl der maximal einmündenden Kanalzüge auf jeder Stirnseite	Lichte Größe der Kabelschächte	
	Lötschächte	Durchziehschächte
1—2	Abzweigkästen oder bei Straßenkreuzungen Kabel-Kleinschächte 70 × 70 cm oder 80 × 100 cm	
3—5	Kabel-Kleinschächte bis 80 × 140 cm oder Kabelschächte bis 160 × 120 cm	Kabel-Kleinschächte bis 80 × 100 cm
6—9	150 × 120 cm bis 200 × 120 cm	Kabel-Kleinschächte 80 × 140 cm
10—17	190 × 120 cm bis 250 × 150 cm	Kabelschächte 150 × 120 cm
18—25	250 × 150 cm	190 × 120 cm
usw.	Falls Kanalzüge auch an den Breitseiten, also von 3 oder 4 Seiten einmünden, ist die Gesamtzahl der einmündenden Kanalzüge durch zwei zu teilen und dieser Rechenwert für die Bestimmung der Richtgröße des Kabelschachtes zu verwenden.	

Die Kabelschächte bestehen aus

- dem Schachtunterbau (Boden und Wände),
- der Schachtdecke mit Ausgleichsschicht und
- der Kabelschachtdeckung.

Nach der Bauweise werden sie unterteilt in

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

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

- KSch in Gehwegen, mindestens 2 m von der Fahrbahnkante entfernt,
Verkehrslast: 800 kp/qm,

- b) **KSch in Gehwegen**, auf denen mit einem gelegentlichen Befahren durch Fahrzeuge zu rechnen ist (z. B. Gehwegrandstreifen oder Parkstreifen),
Verkehrslast nach Brückenklasse 12, und
- c) **KSch in Fahrbahnen**,
Verkehrslast nach Brückenklasse 60.

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

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

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

Die Länge und Breite der Decken hängt von den äußeren Maßen der KSch und die Dicke von der jeweiligen Belastungsklasse ab. Die Einstiegsöffnung in der Decke beträgt 70×70 , 70×140 cm oder bei sehr großen KSch 70×210 cm. Die Decken der Löttschächte werden meistens mit der großen Öffnung und die der Durchziehschächte mit der kleinen Öffnung hergestellt. In Abb. 3.3 ist ein Kabelschacht im Schnitt

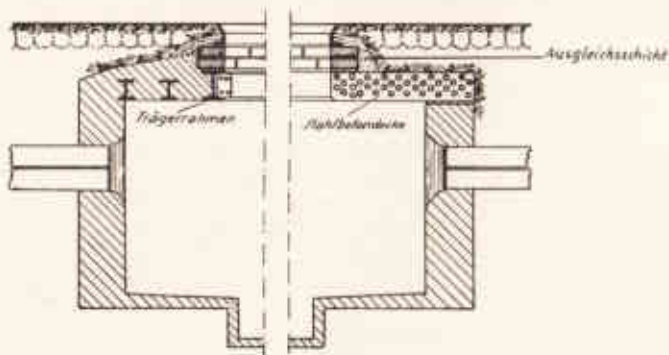


Abb. 3.3 — Gehweg-KSch im Schnitt dargestellt, links Trägerschachtdecke, rechts Stahlbetondecke

dargestellt; die linke Hälfte ist mit einer Decke aus Profilstahlträgern und die rechte Hälfte mit einer Stahlbeton-Fertigdecke gezeichnet worden.

Die Kabelschachtabdeckung besteht aus dem Rahmen und einem oder zwei Deckeln (Abb. 3.4). Die Deckel sind mit **Ausheböffnungen** und zur Entlüftung der KSch mit **Entlüftungsschlitzen** versehen. Wir kennen

- a) **einteilige Kabelschachtabdeckungen mit Entlüftung** und
 b) **zweiteilige Kabelschachtabdeckungen mit Entlüftung**.

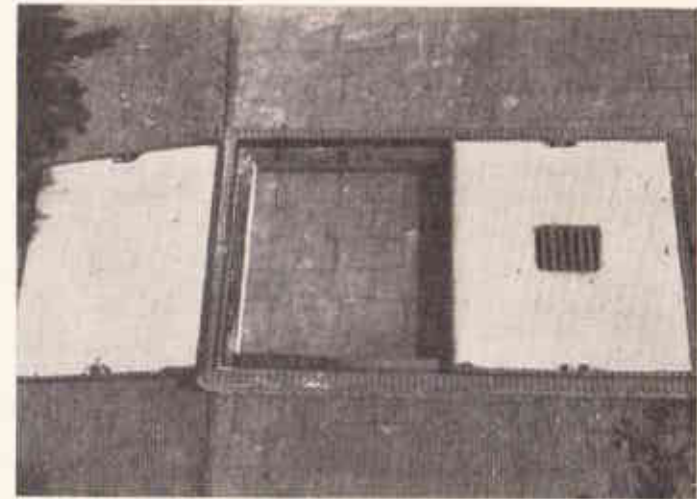


Abb. 3.4 — Kabelschachtabdeckung, zweiteilig mit Entlüftung

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

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

Einteilige Kabelschachtabdeckungen haben eine lichte Weite von 70×70 cm und zweiteilige eine lichte Weite von 70×140 cm. Neben diesen quadratischen und rechteckigen Kabelschachtabdeckungen sowie den viereckigen Deckeln werden rautenförmige ($\diamond$) Kabelschachtabdeckungen mit dreieckigen ($\triangleleft$ oder $\triangleright$) Deckeln gefertigt. Sie sind aber nur für den Bereich der Brückenklasse 60, also in Fahrbahnen und Toreinfahrten, vorgesehen. Mit dieser Deckelform soll das unangenehme Klappern der Deckel — verursacht durch den

Straßenverkehr — verhindert werden, denn sie liegen nur an drei und nicht an vier Punkten auf.

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

Um die Kabel- und Lötuffen ordnungsgemäß lagern zu können, werden sogenannte **Kabelhalter** in die KSch eingebaut. Sie bestanden früher aus Stahlblech und wurden an den senkrecht in der Schachtwand angeordneten Trageschienen angebracht. Diese Halter bedurften laufender Nachpflegearbeiten und waren dadurch unwirtschaftlich; neuerdings werden die **Beton-Kabelhalter** (Abb. 3.5) oder **Kunststoff-Kabelhalter** (Abb. 3.6) benutzt, die mit einem Anker im senkrecht angeordneten **Kabelhalterpfosten** bzw. an einer **Kabelhalterschiene** oder **Schlitz der Wandle** (Abb. 3.5) zu befestigen sind.

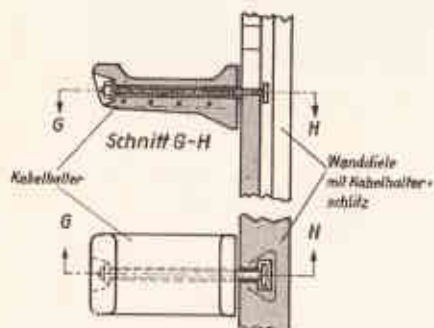


Abb. 3.5 — Kabelhalter aus Beton



Abb. 3.6 — Kabelhalter aus Kunststoff

3.2.3. Abzweigkästen (AzK)

Die AzK werden im allgemeinen im **Kabelkanal für Verzweigungskabel** eingeordnet, damit sie die Lötuffen aufnehmen können und das Einziehen der Kabelteillängen ermöglichen. Der Abstand der AzK voneinander richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und

der Lage der Grundstücke; er soll allgemein **50 m** nicht überschreiten, da das Einziehen der Kabel sonst unnötig erschwert wird. Der Abstand kann größer sein, wenn nicht KKF, sondern KKR verlegt wurden.

Die AzK bestehen aus Stahlbeton-Fertigbauteilen und sind aus fünf Einzelteilen (Abb. 3.7) zusammengesetzt, und zwar:

- a) dem Deckel,
- b) dem Deckelrahmen,
- c) dem Zwischenrahmen,
- d) dem Kastenrahmen und
- e) der Bodenplatte.

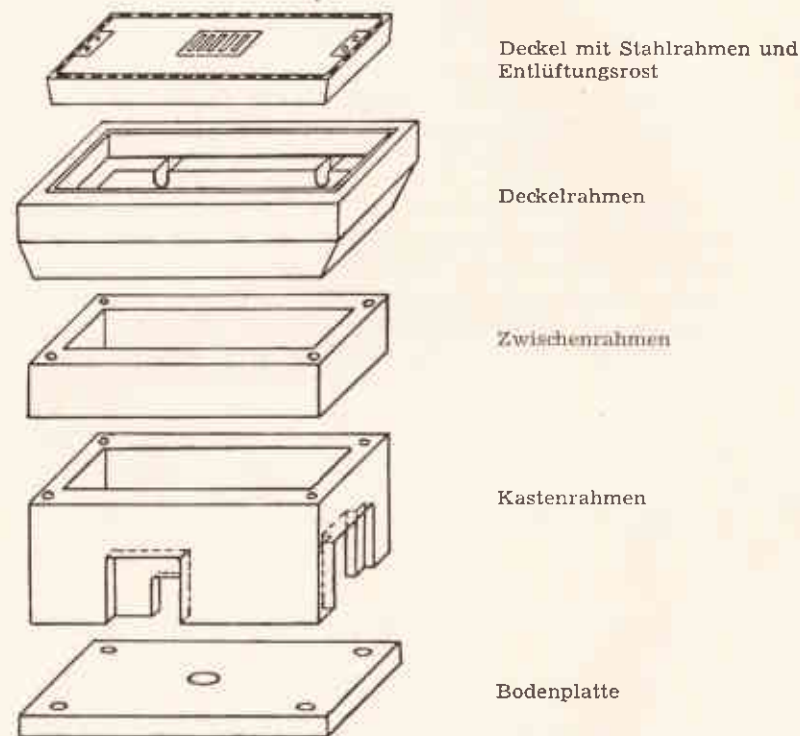


Abb. 3.7 — Einzelteile des Abzweigkastens

Die Deckel und Deckelrahmen sind mit Flachstahl oder mit einer Graugußzarge eingefast; der Entlüftungsrost im Deckel ist aus Grauguß gefertigt. Die AzK werden für **Gehwege** (Belastung: 800 kp/qm) und **gelegentlich befahrene Gehwege** (Belastung: Brückenklasse 12) hergestellt. Die lichte Weite beträgt 650 × 400 × 590 mm. Die Wände

des Kastenstücks enthalten Aussparungen für die Kabelkanäle. Für Straßenkreuzungen sollten Kabel-Kleinschächte 70×70 cm oder 80×100 cm verwendet werden, da der Kabelkanal in der Fahrbahn — wie bereits erwähnt — mindestens 60 cm Deckung erhalten muß. Eine rechteckige Schmutzschale, die unterhalb des Deckels im Deckelrahmen des AzK aufgehängt wird, nimmt das durchsickernde Regenwasser und den eindringenden Straßenschmutz auf.

3.3. Planverfahren und Auskundung

Das aus dem Jahre 1900 stammende Telegrafengesetz (vgl. hierzu auch Band 1 dieser Handbuchreihe) räumt der DBP das Recht ein, Fernmeldelinien in öffentlichen Wegen, Plätzen, Brücken und Straßen einzuordnen; es besagt weiter, daß dem Bau ein sogenanntes Planfeststellungsverfahren (abgekürzt Planverfahren genannt) voranzugehen hat. Dieses gesetzlich vorgeschriebene Verfahren ist sehr umständlich und zeitraubend. Es wurde daher im Jahre 1935 durch das „Gesetz zur Vereinfachung des Planverfahrens für Fernmeldelinien“ vereinfacht und neu geregelt. Nach diesem Gesetz ist die DBP verpflichtet, den Wegeunterhaltungspflichtigen und sonst Beteiligten am Verkehrsweg (Gas- und Wasserwerke, Stadtplanungsämter, Polizei, Feuerwehr usw.) vor Inanspruchnahme eines Weges zur Wahrung der Interessen aller Beteiligten die Einzelheiten des geplanten Bauvorhabens bekanntzugeben. Das kann schriftlich oder mündlich geschehen. Damit in dieser Frage möglichst einfach und zweckmäßig verfahren werden kann, werden alle Beteiligten vom zuständigen Fernmeldeamt vielfach zu einer sogenannten Begehung gebeten. An Ort und Stelle wird ihnen dann das Bauvorhaben erläutert. Die Beteiligten bringen dazu ihre Lagepläne mit und untersuchen, ob aufgrund vorhandener oder in absehbarer Zeit geplanter Anlagen Einspruch gegen das geplante Vorhaben der DBP erhoben werden muß.

Das Planverfahren muß sowohl für die Verlegung von Kabelkanälen als auch von Erdkabeln durchgeführt werden. Besonderheiten, die beim Auslegen der Erdkabel zu beachten sind, finden Sie im Abschnitt 6.3.

Bei einer ordnungsmäßig durchdachten und vorher ausgekundeten Planung ist nur selten mit einem Einspruch zu rechnen, da etwaige Schwierigkeiten in der Regel durch die vorangegangene Auskundung oder in Vorverhandlung mit den verschiedenen Beteiligten geklärt werden können. Die Auskundung erfolgt im allgemeinen durch den Planungsbeamten und Bezirksbauführer bzw. Bauleiter. Sie erstreckt sich nicht nur auf das Einsehen der Lagepläne bei den beteiligten Leitungsverwaltungen, es müssen vielmehr bei unklaren Verhältnissen im Straßenkörper und unvollständig geführten oder im Kriege vernichteten Lageplänen der Beteiligten Probeaufgrabungen gemacht werden, um festzustellen,

ob für unsere geplante Anlage noch genügend Raum vorhanden ist. Probeaufgrabungen sind zweckmäßig dort zu machen, wo später ein Kabelschacht zu setzen ist, da diese den größten Raum einnehmen.

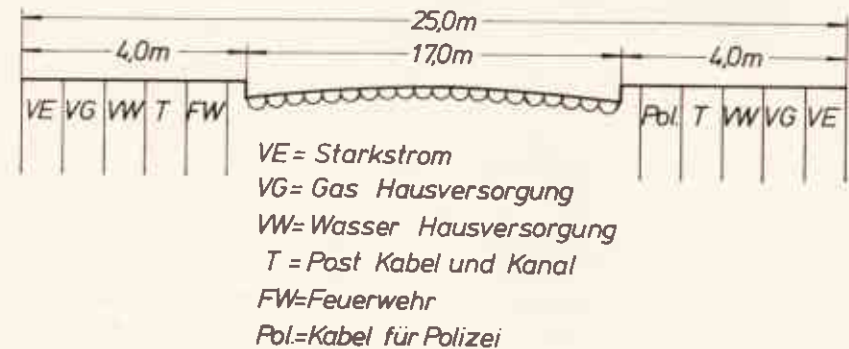


Abb. 3.8 — Beispiel für die Einordnung von Versorgungsanlagen im Straßenprofil (DIN 1998)

In den Straßen erfolgt das Unterbringen der Kabelkanäle in der Regel in den Gehwegen; sie dürfen nur dann in die Fahrbahn verlegt werden, wenn der hierzu benötigte Raum in den Gehwegen fehlt. Die Einordnung der Gas-, Wasser- und Kabelleitungen in den Straßenkörpern wird durch besondere Richtlinien (Raumverteilungsplan DIN 1998) geregelt, die Unstimmigkeiten mit anderen Behörden vermeiden sollen. Abb. 3.8 zeigt ein Beispiel für die Einordnung von Versorgungsanlagen im Straßenprofil.

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

3.4. Richtdorn

Die Kabelkanäle aus Formsteinen, die fast ausschließlich vom Unternehmer gebaut werden, dürfen nur unter Verwendung des Richtdorns, der von der DBP beigelegt wird, hergestellt werden. Der Richtdorn dient dabei als Lehre und sorgt dafür, daß der Kabelkanal den Vorschriften entsprechend geradlinig verlegt wird; er besteht aus Stahlrohr oder Hartholz und ist mit einem Lederreiber und einer Bürste ausgerüstet. Er hat eine Länge von 1,50 m und ist im Durchmesser etwa 3 mm kleiner als der Kanalzug. Der Lederreiber, der den beim Verstreichen der Formsteine eindringenden Mörtel mit-

nehmen soll, ist im Durchmesser etwas größer als der Kanalzug. Die Bürste soll den Kanalzug reinigen (Abb. 3.9).



Abb. 3.9 — Richtdorn mit Lederreißer und Bürste

3.5. Bau einer Kabelkanalanlage

3.5.1. Verlegen eines Kabelkanals aus Kabelkanalformsteinen

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

Die Deckung der Kabelkanäle beträgt in den Gehwegen mindestens 50 cm und in den Fahrbahnen mindestens 60 cm. Werden die Gehwege durch Querstraßen oder Toreinfahrten gekreuzt, so muß die Deckung für diese Strecke 60 cm zuzüglich der Bordsteinhöhe betragen.

Die Breite der Kabelkanalgräben hängt nicht nur von der Breite, sondern auch von der Anzahl der übereinander liegenden Kabelkanalformsteine ab. Die Breiten betragen:

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

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

Die Tiefe des Grabens hängt einmal von der Deckung, die der Kanal erhalten soll, und zum anderen von der Anzahl der Formsteinlagen ab. Soll z. B. ein Kabelkanal von 3×4 Zügen verlegt werden, so kommen drei Formsteine zu je 4 Zügen übereinander. Zwischen den einzelnen Lagen muß eine 1 cm dicke Zementmörtelschicht beim Ver-

legen eingebracht und bei der Berechnung der Tiefe berücksichtigt werden. Der Graben müßte demnach, Kabelkanal im Gehweg vorausgesetzt, 97 cm ($50 + 3 \times 15 + 2 \times 1 = 97$ cm) tief ausgeschachtet werden. Ist die Sohle des Grabens nicht steinfrei, so sind noch 5 cm auszusachten, da vor dem Verlegen der Formsteine steinfreier Boden eingefüllt werden muß.

Die Kanäle aus Beton müssen zwischen zwei Kabelschächten geradlinig verlaufen, damit der Bleimantel beim Einziehen der Röhrenkabel nicht beschädigt wird.

Ist der Kanalgraben so weit ausgeschachtet, daß die Rohsohle erreicht ist, muß — bevor die letzten Unebenheiten ausgeglichen werden — darauf geachtet werden, daß der Kanalgraben im Tafelschnitt liegt, d. h., daß der Kanal zwischen zwei Schächten weder nach oben oder unten noch nach der einen oder anderen Seite abknickt. Zu diesem Zweck wird der Kanalgraben durchgetafelt. Abb. 3.10 zeigt das Aus-

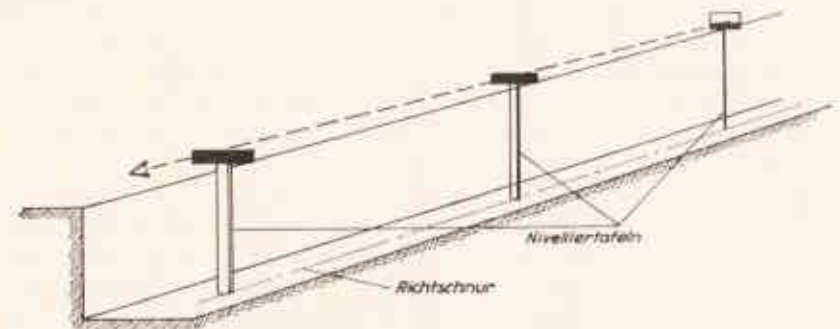


Abb. 3.10 — Ausrichten der Grabensohle

richten der Grabensohle. Auf der Grabensohle werden drei Holztafeln (sogenannte Nivelliertafeln), die aus einem waagerechten und einem senkrechten Teil bestehen, aufgestellt. Die Holztafeln werden so über ihren waagerechten Teil einvisiert, daß sie eine gerade Linie bilden. Es ist dabei ohne Bedeutung, ob diese Visierlinie oder der nach dieser Linie zu legende Kanal von einem Schacht zum anderen steigt, fällt oder waagerecht verläuft. Selbstverständlich ist die Mindestdeckung einzuhalten. Erzwingen Hindernisse im Kabelgraben, die nicht beseitigt werden können, einen steigenden oder fallenden Verlauf des Kabelgrabens, so ist darauf zu achten, daß der Kabelkanal nicht zu hoch oder zu tief in die Schächte einläuft. Die Unterkante des untersten Kabelformsteins soll 40 cm über der Schachtsohle in den Schacht einlaufen. Andere Hindernisse müssen im Benehmen mit den Eigentümern verlegt oder beseitigt werden, wenn nicht das Auslegen von Kunststoff-Kanalrohren (vgl. hierzu Abschn. 3.5.2) wirtschaftlicher ist.

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

Die Kabelformsteine werden vor dem letzten Überarbeiten der Grabensohle so an den Grabenrand gelegt, wie sie auf der Grabensohle, Nute zu Falz, zu liegen kommen. Verläuft die Sohle nicht waagerecht, so ist darauf zu achten, daß die Nute stets bergab zeigt, damit entlangfließendes Wasser nicht in die Kabelformsteine eindringen kann.

Beim Auslegen der Kabelformsteine wird die Grabensohle unter jeder Stoßstelle je zur Hälfte etwa 10 cm breit und 2 cm tief ausgehoben; diese Vertiefung wird mit Zementmörtel ausgefüllt und in den Zementmörtel mit der Mischung 1 : 2 (1 Teil Zement, 2 Teile Sand) die Stoßstelle eingebettet. Wird ein Kabelkanal mit mehreren aufeinanderliegenden Kabelformsteinen gebaut, so müssen sie im Mauerverband (Abb. 3.11) verlegt werden.

Die zweite Lage beginnt dann mit einem halbierten Kabelformstein; die Stoßstellen der einzelnen Lagen werden so um eine halbe Formsteinlänge versetzt. Zwischen die einzelnen Lagen kommt eine 1 cm dicke Zementmörtelschicht der Mischung 1 : 2. Beim Verlegen der Kabelformsteine ist darauf zu achten, daß die kleinen Öffnungen in den Stirnseiten, in die in Zementmilch getauchte Haltedorne gesteckt werden, unten liegen. Es darf auch nicht vergessen werden, in jeden Kanalzug der Formsteine den schon erwähnten Richtdorn einzuschieben und durch alle neu hinzuzulegenden Kabelformsteine mit durch-

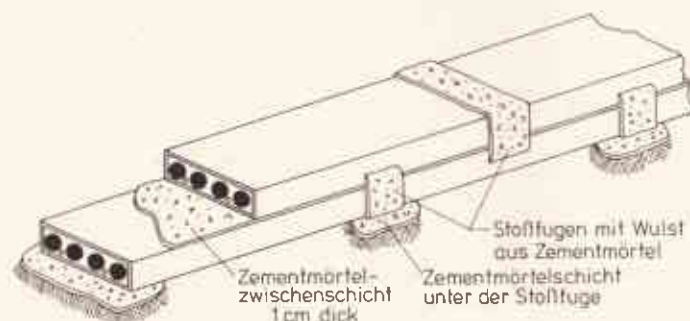


Abb. 3.11 — Kabelkanal im Mauerverband

zuziehen. Nach dem Verlegen dürfen die Kabelformsteine unter keinen Umständen wippen oder hohl liegen. Die Stoßstellen der Kabelformsteine müssen mit einem Wulst aus Zementmörtel 1 : 2 von 2 cm Stärke und 10 cm Breite oben und an den Seiten versehen werden, damit in den Kabelkanal kein Sand oder Schmutz eindringen kann.

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

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

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

Das ständige Anwachsen der Städte erfordert auch ständig vermehrte Anlagen der Versorgungsunternehmen, wie z. B. Gas-, Wasser-, Starkstrom-, Fernheizungsleitungen usw. Der vorhandene Raum in den Gehwegen und Straßen wird daher immer mehr mit Versorgungsleitungen angefüllt. Folglich wird es immer schwerer, für unsere Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalformsteinen, die bekanntlich geradlinig verlaufen müssen und nur selten um Hindernisse herumgeführt werden können, den erforderlichen Platz im Straßenkörper zu finden. Die Kabelkanalrohre aus Kunststoff passen sich den vorgefundenen Verhältnissen im Straßenkörper besser an, denn sie müssen nicht geradlinig verlegt, sondern können um Hindernisse herumgeführt werden.

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

in Gehwegen 50 cm und
in Fahrbahnen 80 cm.

Die Sohlenbreite richtet sich nach der Anzahl und der Weite der nebeneinander auszulegenden Rohre, des erforderlichen Raumes zwi-

schen den Rohren und dem Arbeitsraum neben den äußeren Rohren. Die Maße sind aus der Abb. 3.12 zu erkennen.

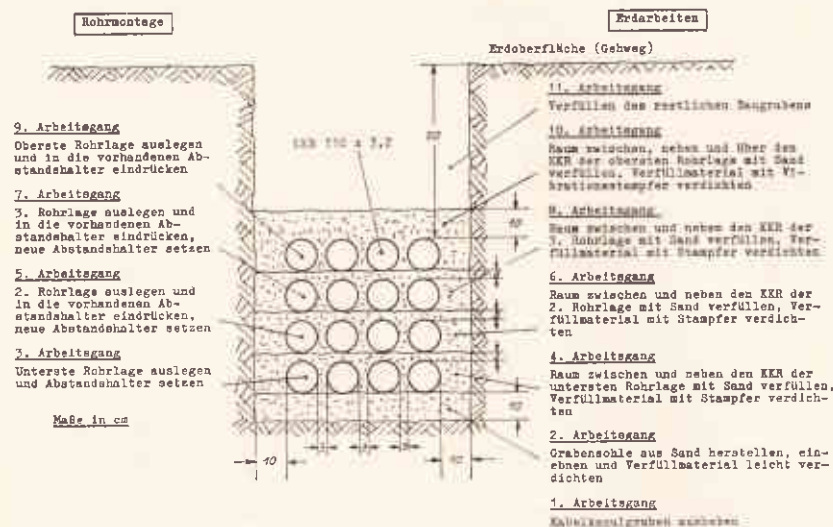


Abb. 3.12 — Beispiel für die Anordnung von PVC-Rohren

Die Grabentiefe ist abhängig von der Überdeckung, der Anzahl und Weite der übereinander anzuordnenden Rohre, dem erforderlichen Zwischenraum und einer 10 cm hohen Schicht Füllsand (Abb. 3.13).



Abb. 3.13 *) — Ausgelegte PVC-Rohre mit Abstandhalter

*) Die Abb. 3.13 und 3.15 wurden uns freundlicherweise von Herrn G. Ebbeier, Darmstadt, zur Verfügung gestellt und gehören zu seinem Aufsatz in der Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, Heft 18/1966 „Kabelkanalanlagen aus erdverlegten Hart-PVC-Rohren“.

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

Auf diese vorbereitete Grabensohle werden die Rohre nebeneinandergelegt und durch Überschieben von Kunststoff-Abstandhaltern in ihrer Lage zueinander festgelegt. Die Abstandhalter sind im Mindestabstand von 1,5 m zu setzen (Abb. 3.13).

Es gibt verschiedene Abstandhalterformen (Abb. 3.14). Sie reichen aus, um alle Rohrverbände miteinander zu verbinden. Sollen über den Rohren mit 110 mm Außendurchmesser für Hauptkabel Rohre mit nur 50 mm Durchmesser für Verzweigungskabel angeordnet werden, so ist der Abstandhalter 50/3 + 110/2 (Abb. 3.14) zu verwenden.

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

Wie weit der Graben vor Verlegen der nächsten Rohrlage zu verfüllen ist, geht aus der Abb. 3.12 hervor. Die übrigen Lagen werden in gleicher Weise verlegt. Nach dem Aufbringen der letzten Füllschicht, die 10 cm oberhalb der Rohre enden soll, ist das eingebrachte Füllmaterial (Sand) zunächst mit einem leichten maschinellen Stampfer

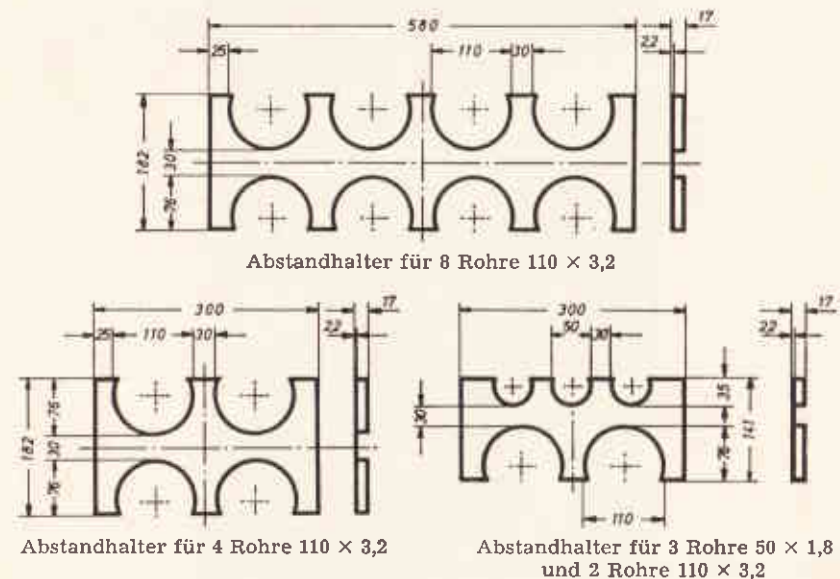


Abb. 3.14 — Regelausführungen der Abstandhalter aus Hart-PVC

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

Das Auslegen der PVC-Rohre in Lieferlängen bis zu 12 m und Verbinden ist einfach und schnell zu bewerkstelligen. Im allgemeinen kann auf besondere Rohrbögen verzichtet werden, denn die Rohre lassen sich ohne besondere Maßnahmen in Bögen und Radien (Abb. 3.15) zwischen 6 und 10 m auslegen. Sie lassen sich schneiden, kleben und aufschumpfen. Zum Schneiden eignet sich ein feinzahniger Fuchsschwanz. Eine der Verbindungsarten ist die Klebeverbindung. Erforderlich sind hierfür ein Reinigungsmittel zum Entfetten und ein Kleber. **Vorsicht, sie sind feuergefährlich!** Die zu klebenden Flächen werden gereinigt, mit Kleber bestrichen und sogleich zusammengedrückt. Die Verbindungen müssen fachgerecht und sorgfältig hergestellt werden. Das sorgfältige Verkleben ist unerlässlich, denn nicht gut verklebte Rohrverbindungen können bei Temperaturschwankungen auseinanderreißen. Die genaue Herstellung von Rohrverbindungen ist in einer Arbeitsanweisung beschrieben, die hier nicht im einzelnen erläutert werden kann. Glatte Rohrenden werden mit Doppelklebemuffen aus Hart-PVC verbunden. Eine weitere Verbindungsart ist das Aufschumpfen. Durch das Weiten eines



Abb. 3.15 — Kabelkanal mit geraden und gebogenen Rohren aus Hart-PVC

Rohrendes mit einem Kaliber unter Erwärmung und durch anschließendes Abkühlen wird eine Muffe geformt. In diese kann dann ein anderes Rohrende — oder ein geeignetes Metallrohr — eingesetzt werden. Nach erneutem Erwärmen schrumpft das geweitete Rohrende fest auf.

3.5.3. Herstellen eines Kabelschachtes aus Mauerwerk

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

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

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

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

Die Decke kann aus Stahlbeton (Fertigdecke) (Abb. 3.16), örtlich eingebrachten Stahlbeton, Stahl-Trägergerahmen in Verbindung mit Mauerwerk oder Deckenplatten aus Stahlbeton (nur für Gehwegschächte geeignet) gefertigt werden. Auf ihr ist eine sogenannte Ausgleichsschicht aufzubringen, um die Kabelschachtdeckung jederzeit an die Wegeoberfläche anpassen zu können. Die Ausgleichsschicht kann bei Gehwegschächten aus Mauerziegel oder Betonausgleichsplatten aufgemauert werden. KSch-Ausgleichsschichten in Fahrbahnen müssen wegen der besonderen Belastung durch den rollenden Verkehr aus bewehrtem Ortbeton genügender Festigkeit oder aus Stahlbetonfertigerahmen aufgebaut werden. Die Kabelschachtdeckung schließt den KSch ab.

Die Kabelkanalformsteine werden in die Wände des KSch eingeführt und trichterförmig zur inneren Wand hin angeputzt, um scharfe Kanten zu vermeiden und die Gefahr der Beschädigung der Kabel beim Einziehen zu verringern. Die Baustelle wird erst freigegeben, wenn der Kabelschacht genügend erhärtet ist. In Abb. 3.3 wurde bereits ein Kabelschacht aus Mauerwerk mit zwei verschiedenen Deckenarten schematisch im Schnitt dargestellt.

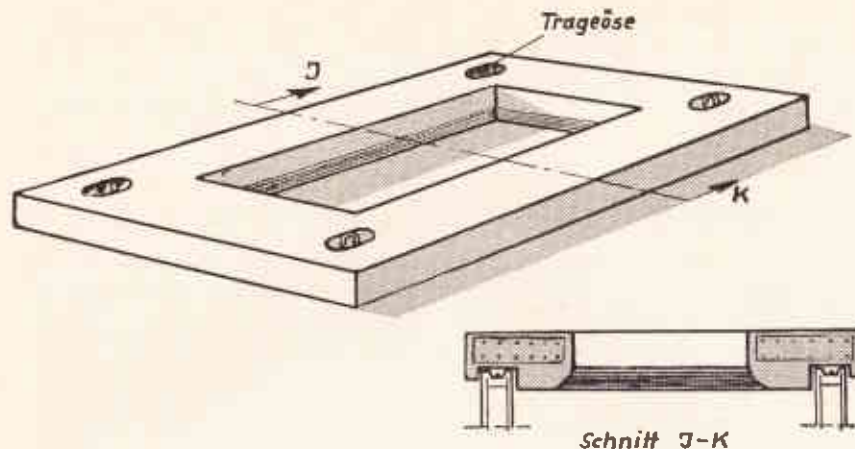


Abb. 3.16 — Stahlbeton-Fertigdecke (rechteckige Form)

3.5.4. Herstellen eines Kabelschachtes aus Ortbeton

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

Wir wollen nur ganz allgemein auf seine Bauweise eingehen. Ein solcher KSch wird an Ort und Stelle aus Beton (daher der Ausdruck „Ortbeton“) hergestellt.

Der Beton wird in eine vorher in die ausgehobene Baugrube eingebaute zwei-seitige Verschalung aus Stahlblech oder Holz eingebracht. Dabei sind in ganz bestimmten Abständen und Tiefen Rundstahldrähte eingelegt oder sogenannte Bewehrungsmatten aus Stahl über die ganze Tiefe eingehängt. Die Schachtsohle wird gleichfalls aus Beton in bestimmter Dicke mit 2 cm dickem Glattstrich aus Zementmörtel hergestellt und erhält ebenfalls ein Sickerloch oder einen Pumpensumpf. Decke, Ausgleichsschicht, Schachtabdeckung und Einmündung der Kabelformsteine in den KSch unterscheiden sich nicht von den KSch aus Mauerwerk.

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

3.5.5. Aufbau der Stahlbeton-Fertigschächte

Die in den Abschnitten 3.5.3 und 3.5.4 genannten KSch wurden in den letzten Jahren immer mehr von den KSch aus **Stahlbeton-Fertigteilen** verdrängt, da sie infolge der dünnen Wände (10 bis 12 cm) einen geringeren Raum im Straßenkörper benötigen, schneller einzubauen und vor allem auch billiger sind. Die Abbindezeit des Betons oder Zementmörtels entfällt hier. Die KSch aus Mauerwerk oder Ort-

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

Die KSch aus Stahlbeton-Fertigbauteilen werden in **rechteckiger** oder annähernd **ovaler Form** gefertigt; die ovale Form ist zu bevorzugen, da sie folgende Vorteile hat:

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

In den Abb. 3.17 bis 3.21 sind die beiden Formen der Stahlbeton-Fertigschächte der Übersichtlichkeit halber aufbaumäßig dargestellt und die Einzelteile näher bezeichnet worden.

Die Fertigbauteile werden in einem Betonwerk im sogenannten **Rüttelverfahren aus Stahlbeton** hergestellt, wobei der Beton durch das maschinelle Rütteln eine sehr hohe Dichte und Festigkeit erhält.

Die Wandstärken lassen sich daher besonders klein halten. Die wesentlichen **Bauteile des rechteckigen KSch** (Abb. 3.17 bis 3.19) sind:

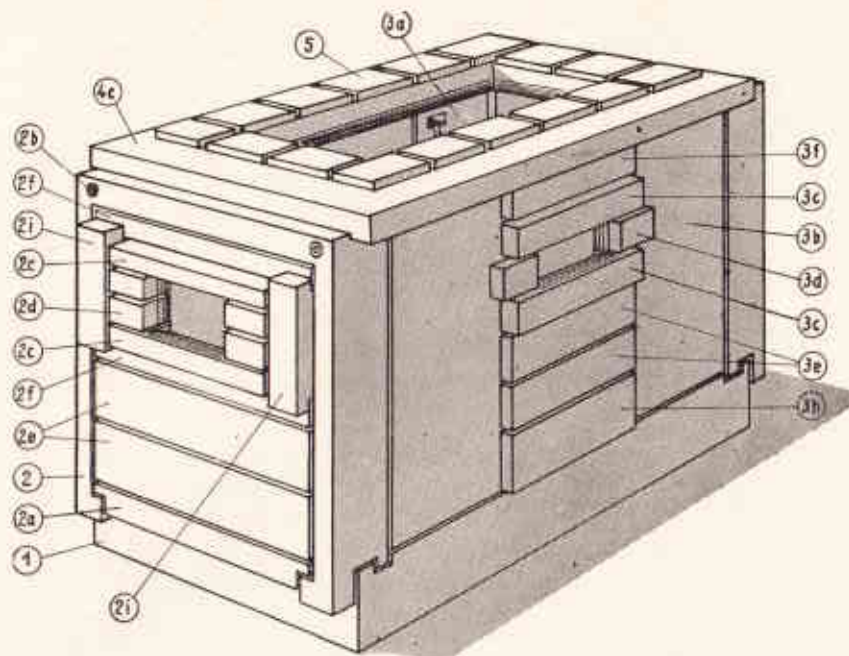
- a) die Bodenwanne mit Pumpensumpf,
- b) die Stirnwandrahmen,
- c) die Wänddielen mit Kabelhalterschlitzen und
- d) die Decke.

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

Die wesentlichen **Bauteile des ovalen KSch** (Abb. 3.20 und 3.21) sind:

- a) die Bodenwanne mit Pumpensumpf,
- b) die Bogenstücke,
- c) die Kabelfenster,
- d) die Wänddielen und Segmente mit Kabelschlitzen und
- e) die Decke.

Fülldielen, Füllsteine, Sturzbalken und Backensteine dienen beim ovalen KSch nur als Mündungstrichter für seitlich abgehende Kabelformsteine. Der in die Stirnseiten einlaufende Kabelkanal wird von den sogenannten Kabelfenstern aufgenommen, die gleichzeitig den nutzbaren Raum der KSch vergrößern, da die Kabelkanäle im Ver-



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

Abb. 3.17 — Fertigschacht (rechteckige Form)

gleich zum rechteckigen KSch von Mündung zu Mündung gemessen weiter auseinanderliegen. Die in den Wandschlitz zu befestigenden Kabelhalter aus Beton (Abb. 3.5) können in beiden Schachtformen gleichermaßen verwendet werden.

Die Baugrube für einen Fertigschacht kann in ihren Abmessungen kleiner gehalten werden als die eines gemauerten Schachtes. Zu den

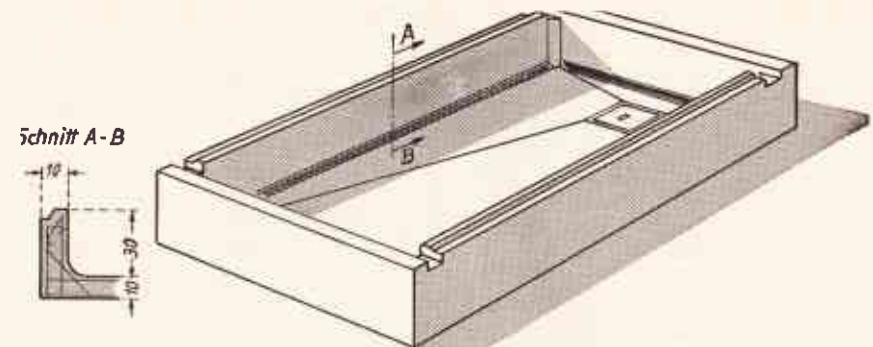


Abb. 3.18 — Bodenwanne eines Fertigschachtes (rechteckige Form)

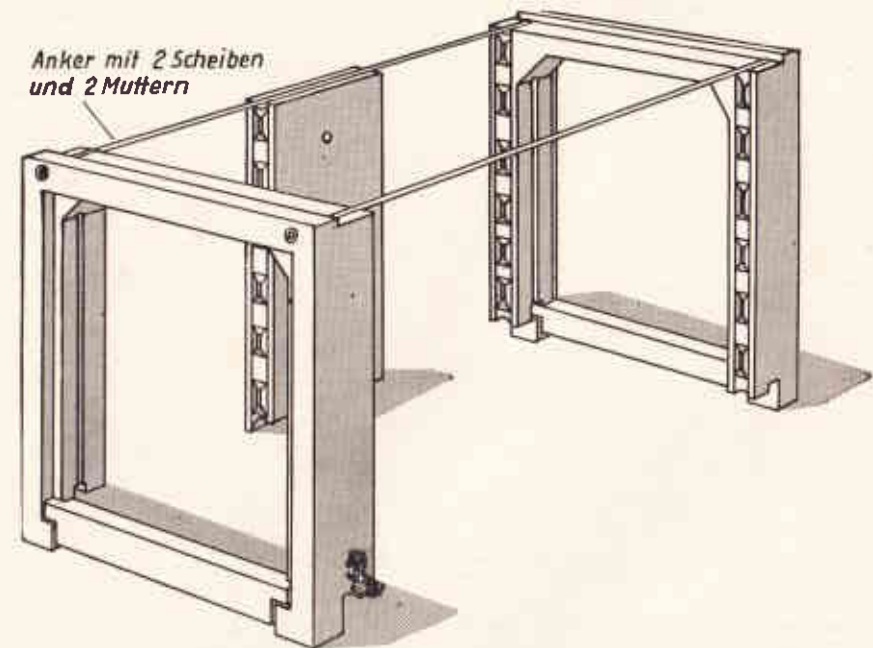
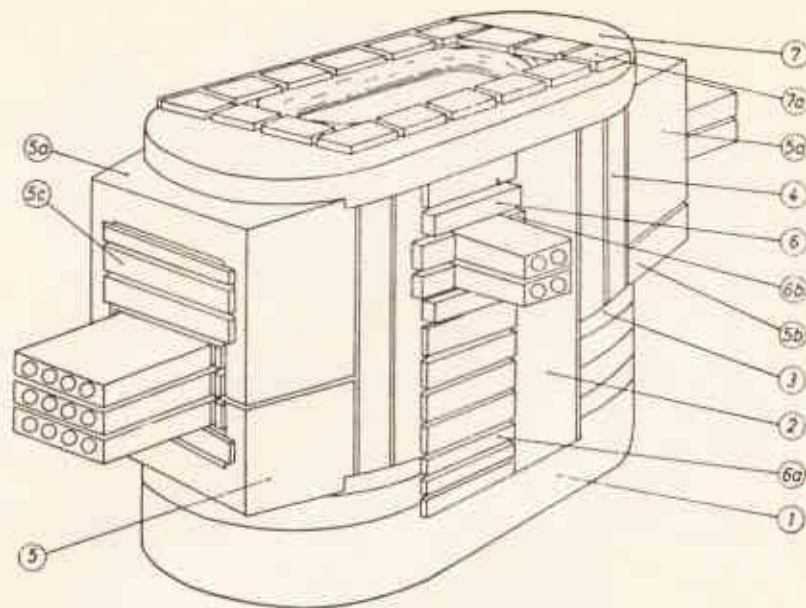


Abb. 3.19 — Stirnwandrahmen eines Fertigschachtes (rechteckige Form)

lichten Maßen des KSch müssen die Wanddicken, die zusätzliche Dicke des Stirnwandrahmens beim rechteckigen KSch oder die Dicke der Halbrundringe beim ovalen KSch und ein allseitiger Raum von 20 cm zwischen Außenwand des Schachtes und der Baugrubenwand als



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

Abb. 3.20 — Stahlbeton-Fertigschacht (ovale Form)

Arbeitsraum hinzugerechnet werden. Die Berechnung der Baugrubentiefe unterscheidet sich nicht von den übrigen Schachtarten.

Der Einbau der Stahlbeton-Fertigbauteile wird zweckmäßig mit einem Kranwagen vorgenommen. Steht dieser nicht zur Verfügung, kann auch ein zerlegbarer Portalkran mit Laufkatze als Einbaugerät dienen. Bei dem Einbau wird die Bodenwanne zunächst in die vorbereitete und abgestampfte Baugrube eingelassen, dann folgen die Stirnwandrahmen und Wänddielen beim rechteckigen Kabelschacht oder Wänddielen, Segmente und Bogenstücke beim ovalen Kabelschacht. Zuletzt wird die Stahlbeton-Fertigdecke aufgelegt. Die Fugenflächen aller Einzelteile müssen vor dem Einbau gereinigt, angefeuchtet und die

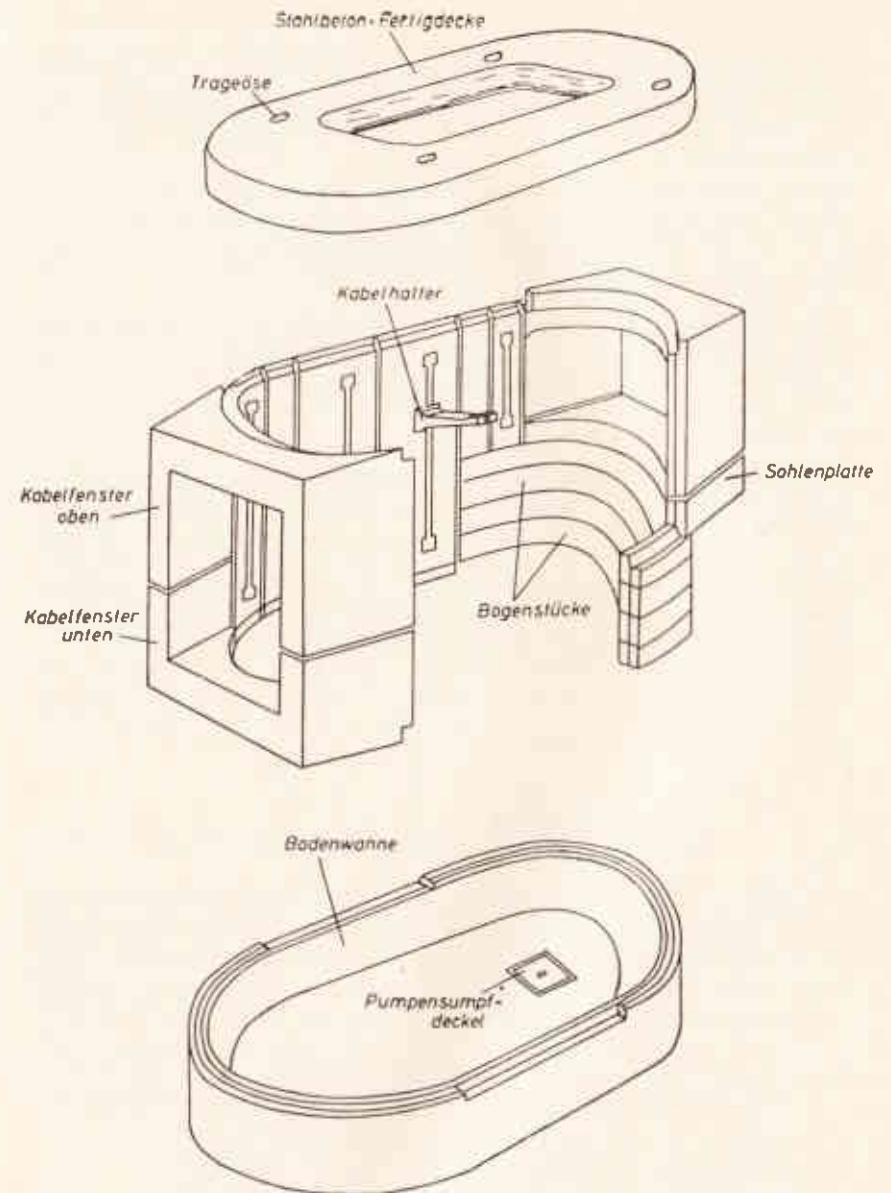


Abb. 3.21 — Einzelteile des Stahlbeton-Fertigschachtes (ovale Form)

waagerechten Fugen mit Zementmörtel 1:3 (1 Teil Zement, 3 Teile Sand) so bestrichen werden, daß sie ausgefüllt sind, wenn die Bauteile eingepaßt sind. Die senkrechten Fugen müssen gleichfalls mit Zementmörtel gleicher Mischung verfüllt werden. Das geschieht teils durch Vergießen mit anschließendem Nachstopfen und teils durch Verstreichen der Fugen. Die Mündungstrichter und Kabelfenster werden erst dann eingesetzt, wenn ihre genaue Lage (Höhe und Seite) festliegt.

Auf die Decke werden die Ausgleichsschicht und darauf die Kabelschacht-abdeckung gelegt und mit Zementmörtel mit der Decke sowie der Ausgleichsschicht fest verbunden. Die Bedeutung der Ausgleichsschicht und ihr Aufbau wurden bereits beim „Herstellen eines Kabelschachtes aus Mauerwerk“ (vgl. hierzu Abschn. 3.5.3) erwähnt.

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

Neben diesen beschriebenen und bewährten Stahlbeton-Fertigschächten bemühen sich die einschlägigen Herstellerfirmen, den Einbau der Schächte zu vereinfachen und die Montagezeit soweit wie möglich herabzusetzen. Sie haben daher Schächte entwickelt, die weniger Einzelteile haben. Diese Schächte sind u. a. unter den Namen **Haubenschacht** (Abb. 3.22) und **Kompakt-Schacht** (Abb. 3.23) bekannt geworden. Z. Z. befinden sie sich in der Erprobung.

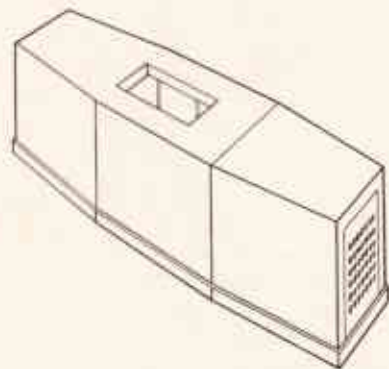


Abb. 3.22 — Haubenschacht

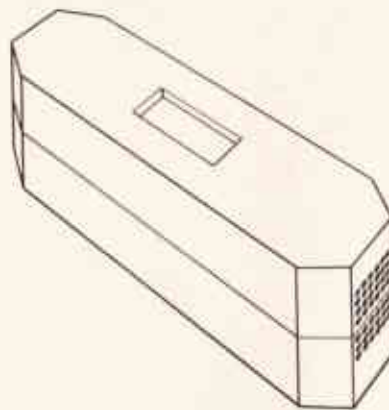


Abb. 3.23 — Kompakt-Schacht

3.5.6. Aufbau der Abzweigkästen

Der Abzweigkasten aus Stahlbeton (Abb. 3.7) kann beim Neubau des ein- oder zweizügigen Kabelkanals eingesetzt oder bei Bedarf später eingebaut werden. Die Baugrube muß entsprechend ihren äußeren Abmessungen ausgehoben und die Bodenplatte im allgemeinen so

verlegt werden, daß die einlaufenden Kabelformsteine auf der Bodenplatte ruhen. Der Kastenrahmen wird vor dem Einbau so hergerichtet, daß seine Öffnungen zu den Kanalabgängen passen; erst dann setzen wir den Kasten auf die Bodenplatte. Die Lage des Kastenteils auf der Bodenplatte ist durch 4 Löcher in den Ecken des Kastenrahmens und der Bodenplatte, in die Rundstahlstäbe von 10 mm Durchmesser gesteckt werden, festgelegt. Zwischen- und Deckelrahmen enthalten in den Ecken die gleichen Löcher. Vor dem Aufsetzen des Deckelrahmens werden die 4 Rundstahlstäbe in die Ecklöcher eingeschoben; sie ragen aus dem Zwischenrahmen so weit heraus, daß sie den Deckelrahmen noch gegen Verschieben sichern können. Die Fugen der einzelnen Teile müssen vor dem Zusammenbau gereinigt, angefeuchtet und im Verhältnis 1:3 mit Zementmörtel angefüllt werden. Die aufeinandergesetzten Teile des AzK werden durch die Rundstahlstäbe verbunden und können auch beim Einfüllen und Feststampfen des Erdbodens nicht mehr verschoben werden.

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

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

3.6. Entlüften und Abdichten der Kabelkanäle

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

1. Jeder dritte KSch soll im Kanalnetz eine Abdeckung mit Entlüftung erhalten, darunter vor allem jeder Endschacht, jeder Schacht mit Kanalverzweigungen und alle höchstgelegenen Schächte in Kanalanlagen mit Höhenunterschieden. Als Regelabstand der Entlüftungsstellen gelten etwa 300 m. Kabelschachtdeckungen ohne Entlüftungsschlitz werden nicht mehr hergestellt. Die genannte Vorschrift ist daher nur für Kabelkanalanlagen von Bedeutung, in der noch Deckel ohne Entlüftungsschlitz enthalten sind.

2. In Kabelkanälen, die nur durch AzK unterbrochen sind, müssen Entlüftungsabdeckungen in Abständen von 200 m vorgesehen sein. Heute werden die AzK nur noch mit Entlüftungsabdeckungen hergestellt.
3. In Kabelkanälen, die Hauptkabel führen, sind grundsätzlich abzudichten:
 - a) alle Kanalzüge der Einführungsschächte vor den Ämtern, die im Gebäude einmündenden Kanalzüge außerdem auch in den Einführungskellern, und
 - b) bei Kanalverzweigungen alle Kanalöffnungen der abzweigenden Strecke, um den Übertritt von Gas und Wasser aus dem einen in den anderen Kanal zu verhüten.
4. In Kanalzügen mit Höhenunterschieden sind die Öffnungen derjenigen Schachtwand abzudichten, die dem tieferen Kanalzug gegenüberliegt, um die aus diesem ausströmenden leichten Gase zum Entweichen durch die Entlüftungsschlitze der Schachtabdeckung zu zwingen.
5. Im Kabelkanal, der Verzweigungskabel führt, sind alle aus den AzK in die Häuser eingeführten Kanäle sowohl in den AzK als auch in den Einführungskellern abzudichten.



Abb. 3.24 — Abdichtschalen

Zum Abdichten der Kanalöffnungen dienen zweiteilige Abdichtschalen (Abb. 3.24). Sie wurden bisher aus Stahlblech, neuerdings jedoch aus Kunststoff gefertigt. Eine Schraube verbindet die beiden Teile miteinander. Für unbesetzte Öffnungen werden Vollscheiden und für besetzte Öffnungen Schalen mit entsprechenden Durchlaßöffnungen verwandt. Drei Regelgrößen aus Kunststoff ersetzen die sieben alten aus

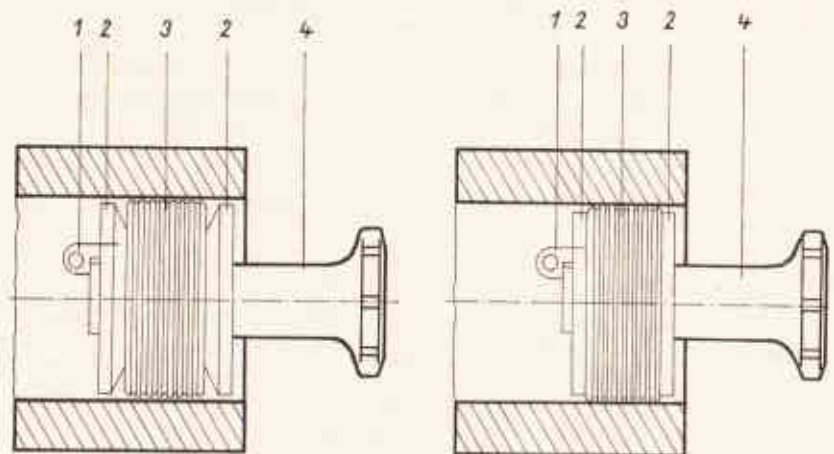
Stahlblech. Äußerlich unterscheiden sich die Kunststoffschalen nur wenig von denen aus Stahlblech. Bei den neuen Schalen lassen sich die Durchlaßöffnungen durch Entfernen dazu vorbereiteter Wandteile mit dem Seitenschneider verändern; nur so war die Typenbegrenzung von sieben auf drei möglich (vgl. hierzu nachstehende Tabelle).

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

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

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

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



lose im Kanalzug

fest im Kanalzug

Abb. 3.25 — Abdichtstopfen aus Kunststoff

Für unbelegte Züge von Kabelkanälen und Kabelkanal-Hauseinführungen werden sogenannte Abdichtstopfen aus Kunststoff (Abb. 3.25) benutzt. Sie bestehen aus der Gewindehülse (1), den beiden Spreizscheiben (2), dem Dichtungsring aus Synthese-Kautschuk (3) und dem Handrad (4). Die Teile 1, 2 und 4 bilden zusammen eine Spannvorrichtung für den Dichtungsring (3), dessen Außendurchmesser durch Drehen am Handrad innerhalb gewisser Grenzen vergrößert

4.2. Aufbau der Fernmeldekabel

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

Ein Kabel besteht aus den **stromführenden Leitern**, den **Isolierhüllen** und der **Schutzbekleidung**. Den mit der Isolierhülle versehenen Leiter nennt man **Kabelader**, die Gesamtheit der verseilten Adern eines Kabels **Kabelseele**. Die Schutzbekleidung bilden der **Kabelmantel**, darüber die **innere Schutzhülle**, evtl. eine **Bewehrung** und die **äußere Schutzhülle**. In der Abb. 4.1 ist der Aufbau eines **papierisolierten Erdkabels** und eines **kunststoffisolierten Kabels** dargestellt.

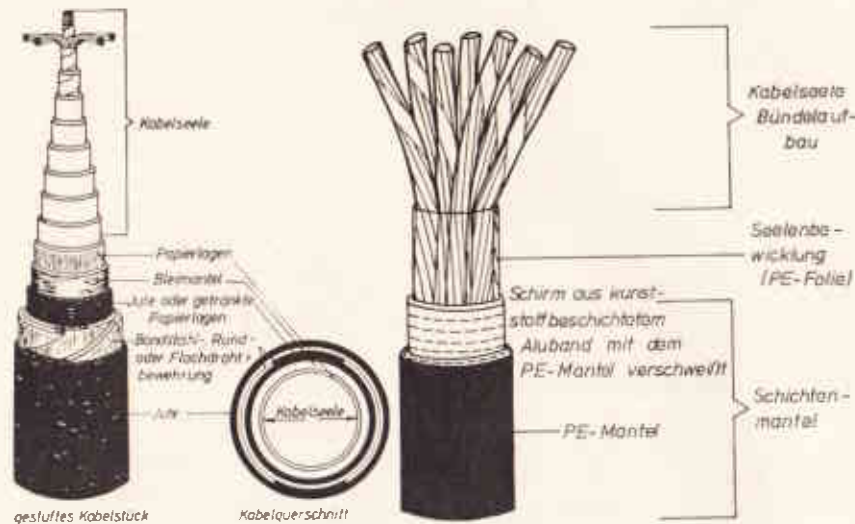


Abb. 4.1 — Aufbau eines papierisolierten Erdkabels und Aufbau eines kunststoffisolierten Kabels

4.2.1. Der stromführende Leiter

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

Kupferleiter Durchmesser in mm	Verwendungszweck
0,4	} Vzk und Hk
0,6	
0,8	} OVk
0,9	
1,2	
1,4	

Die Kabel mit Aluminiumadern werden heute nicht mehr ausgelegt.

4.2.2. Isolierung

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

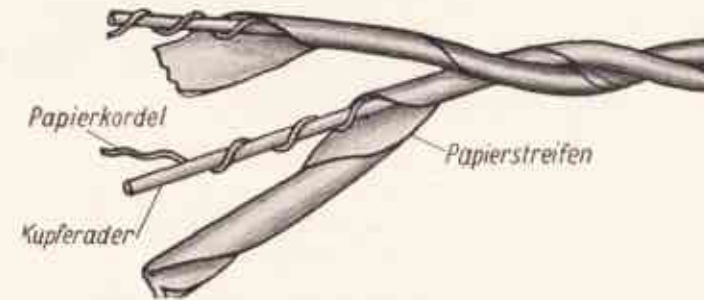


Abb. 4.2 — Isolierung der Adern (Papierluftisolierung)

Bei neueren papierisolierten Kabeln wird der innere Papierstreifen durch eine **Papierkordel** ersetzt. Dadurch ist ein noch besserer Lufthohlraum um den Leiter erzielt worden, und auch die Kabelseele wurde fester. Der umhüllende Papierstreifen hat zum Unterscheiden der Adern und zum Bestimmen der Zählweise aufgedruckte **Farbmerkmale**, deren Bedeutung später erläutert wird. Abb. 4.2 zeigt die Isolierung der Adern mit Papierkordel und Papierstreifen.

Die Isolierung der Kabeladern mit Kunststoff besteht aus **Polyäthylen (PE; Kurzzeichen 2Y)**. Es wird auf die Kupferader aufgespritzt (**Voll-PE-Isolierung**) oder zunächst mit einem Treibmittel aufgeschäumt und dann auf die Kupferader aufgebracht (**Zell-PE-Isolierung**). Der feinporige feste Schaum bewirkt — ähnlich wie die Papierkordel

bei der Papierlufttraumisolierung — eine bessere Isolierung. Die Isolierung der Adern mit 0,4 mm Durchmesser besteht aus **Voll-PE** und die der Adern mit 0,6 mm oder 0,8 mm Durchmesser aus **Zell-PE**.

4.2.3. Verseilung

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

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

1. der Widerstand,
2. die Ableitung,
3. die Kapazität und
4. die Induktivität.

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

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

Folgende Adernverseilungen unterscheiden wir:

- a) die **Paarverseilung**,
- b) die **Sternverseilung** (St-Verseilung),
- c) die **Dieselhorst-Martin-Verseilung** (DM-Verseilung) und
- d) die **Bündelverseilung**.

Heute stellt man nur noch **Rundfunkkabel** und **LPMh-Kabel** in **Paarverseilung** (Abb. 4.3) her. Dabei werden zwei isolierte Adern miteinander zu einem Adernpaar verseilt. Die Isolierhüllen der Einzeladern sind farbig unterschieden.

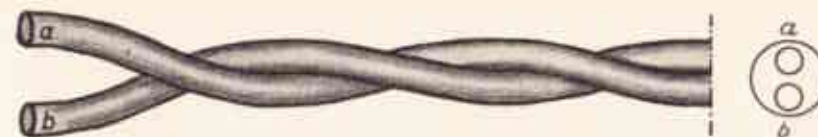


Abb. 4.3 — Paarverseilung

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

Bei einem **Sternviererseil** (Abb. 4.4) haben vier Adern an jeder Stelle des Seils die gleiche Lage zueinander; sie sind im Querschnitt quadratisch angeordnet und miteinander verseilt. Die zugehörigen Adern liegen sich also ständig diagonal gegenüber.

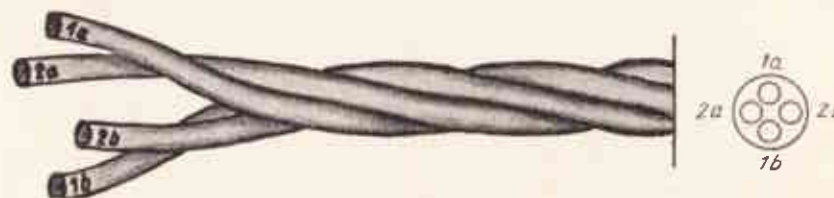


Abb. 4.4 — Sternverseilung

Bei der **DM-Verseilung** (Abb. 4.5) sind zwei zusammengehörige Adern zunächst — wie bei der Paarverseilung — zu einem Paar verseilt. Je zwei Paare werden dann wieder miteinander, aber mit größerer Schlaglänge verseilt. Hierdurch wird erreicht, daß die vier Adern im Seilquerschnitt an jeder Stelle des Seils eine andere Lage zueinander haben.

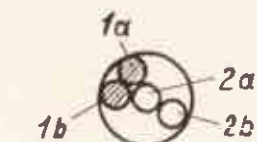
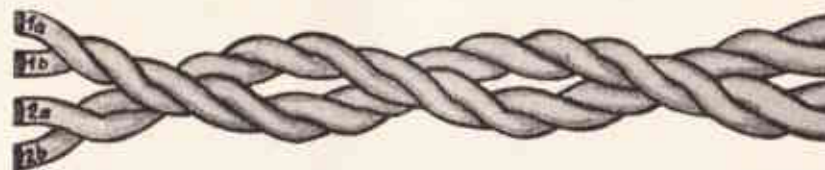
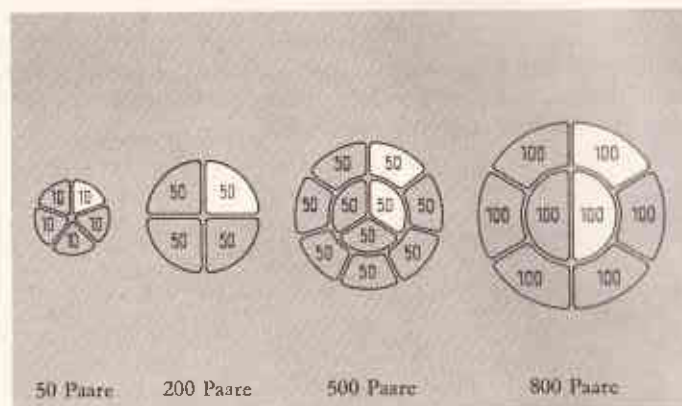


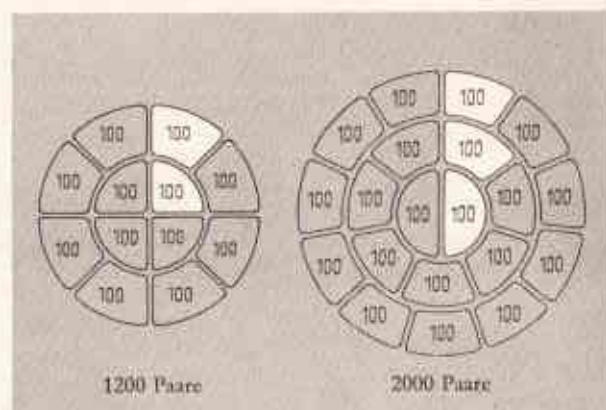
Abb. 4.5 — DM-Verseilung

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

Zur besseren Ausnutzung der Kabel bildet man im Fernnetz mit Hilfe von Übertragern aus je zwei Stammleitungen einen dritten Stromkreis, die sogenannte Phantomleitung oder Viererleitung. Die DM-verseilten Kabel eignen sich im Vergleich zum sternverseilten Kabel besser für Viererleitungen, da die Betriebskapazität der



10: 10paariges Grundbündel
50, 100: 50- oder 100paariges Hauptbündel



Zählbündel, mit roter Kunststoffolie gekennzeichnet

Abb. 4.6 — Anordnung der Grund- und Hauptbündel im kunststoffisolierten Kabel

Viererleitung beim DM-verseilten Kabel kleiner ist als beim sternverseilten Kabel. DM-verseilte Kabel legen wir in der Regel daher immer dann aus, wenn Phantomleitungskreise geschaltet werden sollen.

Die Paare und Vicerseile sind in Lagen zusammengefaßt, wobei die einzelnen Lagen durch Papierbänder voneinander getrennt sind. Die Kabelseele ist mit Nesselband oder mit zwei oder drei Lagen Papier umwickelt und dann mit der Schutzbekleidung umgeben. Um später auch bei bereits in Betrieb befindlichen Kabeln die Herstellerfirma feststellen zu können (was bei der Feststellung von irgendwelchen Schäden bedeutsam werden kann), wird unter die Papierbewicklung ein **Firmenkennfaden** des betreffenden Kabelwerkes und ein Papierstreifen als **Längenmaßband** eingelegt. An der Farbe des Kennfadens kann das Kabelwerk jederzeit festgestellt werden. Das Papierbandmaß ist jedoch für das Längenaufmaß der Planzeuge zu ungenau und darf daher hierfür nicht verwandt werden.

Die Verseilungsart der **kunststoffisolierten** Kabel ist die sogenannte **Bündelverseilung**. Die Adern sind auch sternverseilt, jedoch nicht innerhalb der Lage nebeneinanderliegend angeordnet, sondern zunächst zu sogenannten **Grundbündeln** zusammengefaßt. **Ein Grundbündel enthält 5 Stern-Vierer (= 10 DA)**. Je 5 oder 10 Grundbündel werden zu einem **Hauptbündel** verseilt. Die Bündel sind durch Kunststofffolienbänder voneinander getrennt. Die Kabelseele kann je nach der gewünschten Paarzahl entweder aus Grund- oder Hauptbündeln zusammengesetzt sein (Abb. 4.6).

4.2.4. Zählweise und Adernkennzeichnung

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

Bei den papierisolierten Orts- und Fernkabeln werden die Doppeladern stets von der innersten Lage beginnend durch alle Lagen fortlaufend von innen nach außen gezählt. Um die Zählung zu erleichtern, ist in jeder Lage ein **Viererseil** oder ein **Paar — Zählvierer** oder **Zählpaar** genannt — durch eine auffallende Farbe gekennzeichnet. Der Zählvierer oder das Zählpaar hat im Fernkabel daneben noch einen **Richtungsvierer**, wenn das Kabel in seinen Lagen unsymmetrisch aufgebaut ist (Abb. 4.8). Dieser Richtungsvierer ist durch eine Wendel in grüner Farbe gekennzeichnet.

Man beginnt mit dem Zählvierer zu zählen, und zwar bei Ortsanschlußkabeln von der OVSt aus gesehen in jeder Adernlage rechtsherum, also im Sinne der Uhrzeigerdrehung. Schaut man in die entgegengesetzte Richtung — also zur OVSt hin — muß natürlich linksherum gezählt werden.

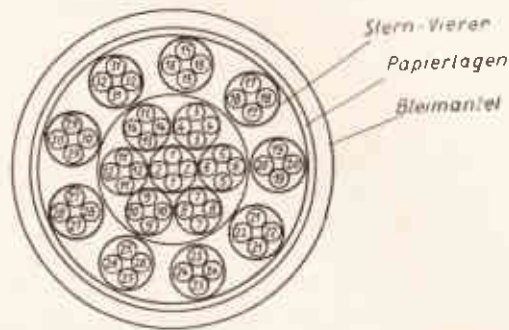


Abb. 4.7 — Querschnitt eines Kabels mit symmetrischem Aufbau

Bei Orts- und Fernkabeln, die symmetrisch aufgebaut sind (Abb. 4.7), wird die Ausgangsvermittlung dem Kabellöter besonders gesagt. In der Regel ist es die größere von beiden und bei gleichwertigen Vermittlungen die im Alphabet voranstehende. Im Laufe der Jahre wurden verschiedene Kabeltypen entwickelt, wobei auch die Kennzeichnung der Zählvierer und Zählpaare mehrfach geändert worden ist.

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

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

b-Ader: Einfach-Querstreifen in 16 mm Abstand

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

b-Ader: Doppel-Querstreifen in 13 mm Abstand

Alle Querstreifen sind blau oder schwarz.

Die Kennzeichnung der kunststoffisolierten Adern eines Vierers ist grundsätzlich die gleiche wie bei den papierisolierten Adern, und zwar ist die Isolierung mit blauen Ringen bedruckt. Zur Unterscheidung der einzelnen Vierer innerhalb eines Grundbündels sind die Adern eines Vierers verschieden gefärbt:

Vierer 1	rot
Vierer 2	grün
Vierer 3	grau

Vierer 4 gelb

Vierer 5 weiß

Die Zähl-Grundbündel und -Hauptbündel jeder Lage erhalten zur Kennzeichnung eine wendelförmig aufgebrachte rote Kunststoffolie. Die Zählweise dieser Kabeladern unterscheidet sich nicht von der der papierisolierten Adern.

Unsymmetrisch aufgebaute Kabel (Abb. 4.8) müssen vom Zählvierer in Richtung des Richtungsvierers gezählt werden. Sie sind äußerlich durch die Bezeichnung der einzelnen Längen mit A und E erkennbar.

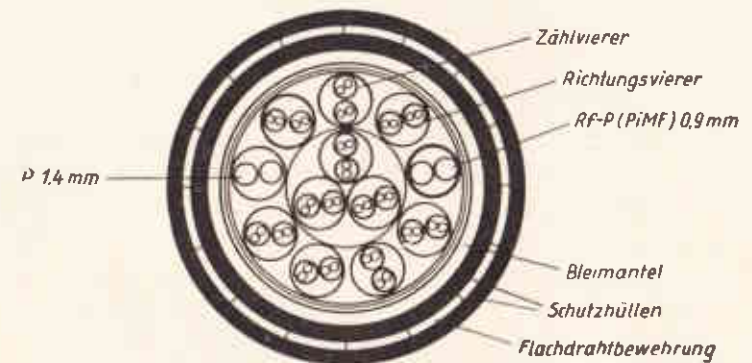


Abb. 4.8 — Querschnitt eines Kabels mit unsymmetrischem Aufbau

Es muß daher beim Auslegen dieser Kabel besonders darauf geachtet werden, daß die Teillängen richtig ausgelegt werden, da sonst die Adernfolge beim Spleißen zweier Enden nicht eingehalten werden kann (Abb. 4.9).



Abb. 4.9 — Auslegen eines unsymmetrischen Kabels

4.2.5. Schutzbekleidung der Kabel

Die Verlegungsart der papierisolierten Kabel richtet sich nach der Schutzbekleidung, die, wie bereits erwähnt, aus dem Kabelmantel und darüber der inneren Schutzhülle, evtl. der Bewehrung und der

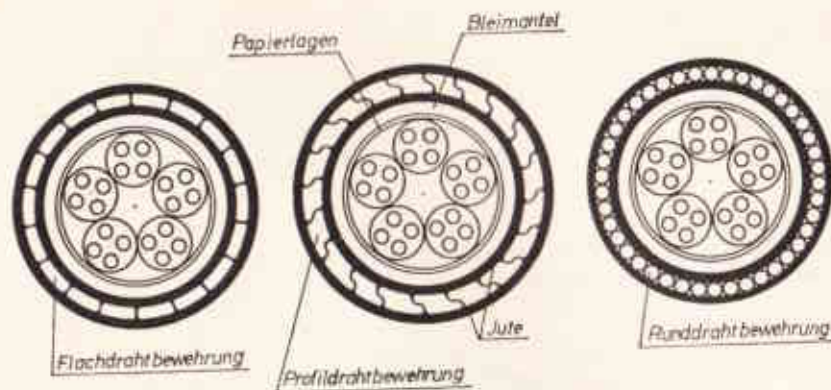


Abb. 4.10 — Fernsprechkabel mit unterschiedlicher Bewehrung

äußeren Schutzhülle gebildet wird. Diese Schutzbekleidung ist nicht immer gleich aufgebaut; wir unterscheiden daher

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

In der Kabeltechnik sind für die Schutzbekleidung der vorgenannten Kabeltypen verschiedene Materialien verwandt worden. Sie sind in der folgenden Übersicht unter Angabe der Kurzzeichen zusammengestellt:

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

Kabelauführungen mit papierisolierten Adern

Kurzzeichen bei Orts- und Fernkabeln	Kabelauführung
A-PM A-PMz A-PM2Y A-PWE2Y A-PWE2Yv A-PLY A-PL2Y A-PLYv A-PL2Yv A-PLDEY A-PLDE2Y A-PLDEYv A-PLDE2Yv	Röhrenkabel (unbewehrt) mit Bleimantel ohne Schutzhülle ohne Schutzhülle, mit Erhärtungszusatz und Kunststoff-Außenhülle (PE) mit Stahlwellmantel und Kunststoff-Außenhülle, auch als Erdkabel und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel mit glattem Aluminiummantel und Kunststoff-Außenhülle, auch als Erdkabel und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel mit Aluminiummantel mit Dehnungselementen und Kunststoff-Außenhülle, auch als Erdkabel und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel
A-PMb	Bewehrtes Röhrenkabel mit Bleimantel innere Schutzhülle und Bewehrung
A-PMbc A-PWE2Y A-PLY A-PL2Y A-PLDEY A-PLDE2Y	Erdkabel mit Bleimantel innere Schutzhülle, Bewehrung und äußere Schutzhülle mit Stahlwellmantel und Kunststoff-Außenhülle, auch als Röhrenkabel mit glattem Aluminiummantel und Kunststoff-Außenhülle, auch als Röhrenkabel mit Aluminiummantel mit Dehnungselementen und Kunststoff-Außenhülle, auch als Röhrenkabel
A-PWE2Yvb A-PLYvb A-PL2Yvb A-PLDEYvb A-PLDE2Yvb	Flußkabel Diese Kabel dienen auch zum Einzug in längere PE-Rohre für Flußkreuzungen und als Brückenkabel: mit Stahlwellmantel und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, Schutzschicht und Bewehrung (ggf. mit Überzug aus Bitumenlack) mit Aluminiummantel und verstärkter Kunststoff-Außenhülle, Schutzschicht und Bewehrung (ggf. mit Überzug aus Bitumenlack)
	Luftkabel Die Luftkabel sind im Teil 2 beschrieben.

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

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

Die Bewehrung (Abb. 4.10) dient dem mechanischen Schutz der Kabel. Sie besteht aus schraubenlinig um das Kabel gelegten Drähten (Runddraht oder Flachdraht) oder Bändern aus Stahl. Bei hohen mechanischen Anforderungen (See- oder Flußkabel) wird sehr oft eine doppelte Lage Bewehrungsdrähte aufgebracht.

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

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

Neben den papierisolierten Kabeladern werden in zunehmendem Maße die schon erwähnten Kabel mit kunststoffisolierten Adern, deren Schutzhülle gleichfalls aus Kunststoff besteht, verwandt. Hier ist besonders das neue PE-Kabel mit Schichtenmantel zu erwähnen. Über der Kabelseele befindet sich ein längseinlaufendes, überlappendes, beidseitig mit einem Haftvermittler beschichtetes Aluminiumband (Kurzzeichen = L = Leichtmetall), das an der Überlappungsstelle direkt mit sich selbst und an seiner äußeren Oberfläche mit dem darüber gespritzten PE-Mantel innig verschweißt ist. Der Einsatz dieser Kabel ist im Vergleich zum Einsatz der PM-Kabel erheblich vorteilhafter. Hier sind besonders hervorzuheben:

- geringes Gewicht,
- größere Einziehlängen,
- robuste Kabelmäntel und Adernisolierungen sowie
- gleiche Kabeltypen für Auslegung im Kabelkanalnetz (Röhrenkabel) und Erdreich (Erdkabel).

Folgende Kabelausführungen mit kunststoffisolierten Adern sind zu nennen:

Kurzzeichen	Kabelausführung	Einsatz im
A-02Y(L)2Y	Aderndurchmesser 0,6 oder 0,8 mm mit Zell-PE-Isolierung und PE-Schichtenmantel	OVk-Netz und Hk-Netz
A-2Y(L)2Y	Aderndurchmesser 0,4 und 0,6 mm mit Voll-PE-Isolierung und PE-Schichtenmantel	Hk-Netz
A-2YF(L)2Y	Aderndurchmesser 0,4 und 0,6 mm mit Voll-PE-Isolierung und PE-Schichtenmantel. Kabelseele gegen Längswassereintrich geschützt.	Vzk-Netz

Im Kurzzeichen bedeuten:

- A = Außenkabel,
- 02Y = Isolierung der Kupferader mit Zell-PE,
- 2Y = Isolierung der Kupferader mit Voll-PE,
- F = Füllung der Kabelseelen-Hohlräume mit Vaseline-Gemisch,
- (L) = Schirm aus auf beiden Seiten mit PE-beschichtetem Aluminiumband (L = Leichtmetall),
- 2Y = Mantel aus PE und
- (L)2Y = das mit dem PE-Mantel lückenlos verschweißte, beschichtete Aluminiumband wird als „Schichtenmantel“ bezeichnet.

Um Fernmeldekabel mit PE-Schutzhülle (Kabelmantel) von Starkstromkabeln, die vielfach auch durch PE-Mäntel geschützt sind, unterscheiden zu können, sind ab 1. Januar 1971 alle Fernmelde-Außenkabel mit PE-Mantel gekennzeichnet. Auf dem Mantel ist als erhabene Prägung ein Handapparat zu erkennen, der in kurzen Abständen wiederkehrt. Wenn es fertigungstechnisch möglich sein sollte, wird der Handapparat gelb gefärbt. Diese Kennzeichnung erfolgt nicht auf Fernmeldekabel, die wegen der Fernspeisung einen Blitzpfeil als Kennzeichnung tragen.

4.3. Aufteilungskabel

Als Aufteilungskabel finden wir im Betrieb drei verschiedene Arten:

- a) das lackpapierisolierte Aufteilungskabel (**LPM-Kabel**),
- b) das lackpapierisolierte Aufteilungskabel mit erhöhter Durchschlagfestigkeit (**LPMh-Kabel**) und
- c) das Kunststoff-Aufteilungsorkabel (**AtOk**).

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

Das Aufteilungskabel mit Kunststoffisolierung (PVC-Isolierung) und **Kunststoffmantel (PVC-Mantel)** — das sogenannte Kunststoff-Aufteilungsorkabel (**AtOk**) —, das aus arbeitstechnischen Gründen nur noch verwendet werden soll, ist im Gegensatz zum LPM-Kabel nicht paarverseilt, sondern sternverseilt. Der Aderndurchmesser beträgt auch 0,6 mm. Sie werden zu 50 DA, 100 DA oder 150 DA hergestellt.

Das Kabel ist wie das kunststoffisolierte PE-Kabel bündelverseilt, hat die gleiche Adernkennzeichnung und wird ebenso gezählt.

4.4. Verpackung der Kabel

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

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

Die Kabeltrommel wird zum Schutz des Kabels mit Brettern verschalt, die auf die Trommelscheibe genagelt und mit Bandisen festgehalten werden. Damit ohne Lösen der Verschalung schon von außen zu sehen ist, welche **Kabeltypen** und **Kabellängen** aufgetrommelt sind, wird jede Kabeltrommel entsprechend beschriftet. Die Aufschrift enthält weiter Angaben über die **Anzahl der Doppeladern des Kabels**. Parallel zum Trommelrand ist an einer Stelle der Scheibe ein Pfeil gezeichnet, der entgegen der Abwickelrichtung des Kabels zeigt und mit der Bezeichnung „**In Pfeilrichtung rollen**“ (Abb. 4.11) versehen ist.

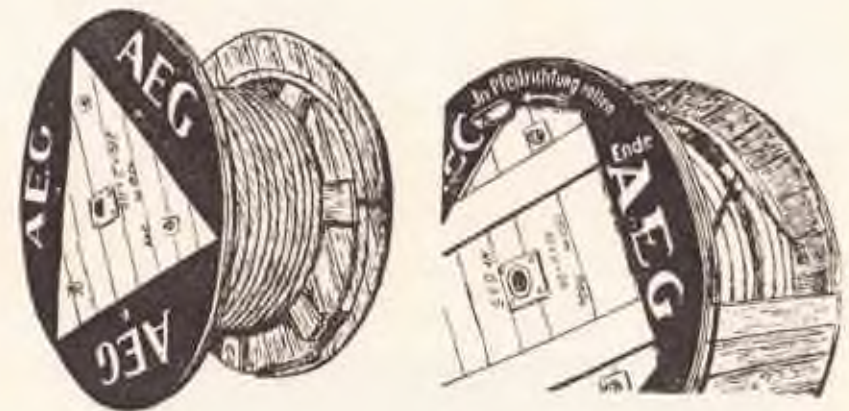


Abb. 4.11 — Kabeltrommeln

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

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

5. Einziehen von Röhrenkabeln

5.1. Kabelwinden

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

5.1.1. Die kleine Kabelhandwinde

Diese Handwinde ist sehr einfach und besteht aus einem auf vier kleine Eisenräder gestellten Bock aus Flach- oder Winkeleisen, der eine Welle trägt, über die die Zugseiltrommel geschoben wird. Diese Winde hat ein geringes Gewicht und kann an zwei seitlich angebrachten Rohrholmen getragen werden. Sie wird benutzt, wenn Kabel bis zu 100 DA einzuziehen sind (Abb. 5.1).

5.1.2. Die große Kabelhandwinde

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



Abb. 5.1 — Kleine Kabelhandwinde (Rohrholme fehlen)

die Winde vor Witterungsunbilden zu schützen. In den senkrechten Stahlplatten sind die Achsen der Zugseiltrommeln und der Zahnräder gelagert. Durch Umlagen der Hebel oder Umsetzen der Handkurbeln auf eine andere Vorlegewelle lassen sich mit 3 oder 4 fein abgestuften Übersetzungen Einziehgeschwindigkeiten von 2 bis 18 m je Minute einschalten. Die größte Zugleistung beträgt 4000 kg, sie läßt sich jedoch nur bei der kleinsten Einziehgeschwindigkeit erreichen. Die große Kabelhandwinde findet heute in der Praxis kaum noch Verwendung. An ihre Stelle ist die fahrbare Kabelkraftwinde getreten.

5.1.3. Die fahrbare Kabelkraftwinde

Die fahrbare Kabelkraftwinde stellt auf diesem Gebiet die letzte Entwicklungsstufe dar und wird von allen Fernmeldeämtern verwendet, die über Röhrenkabelnetze verfügen. Die Konstruktion gleicht

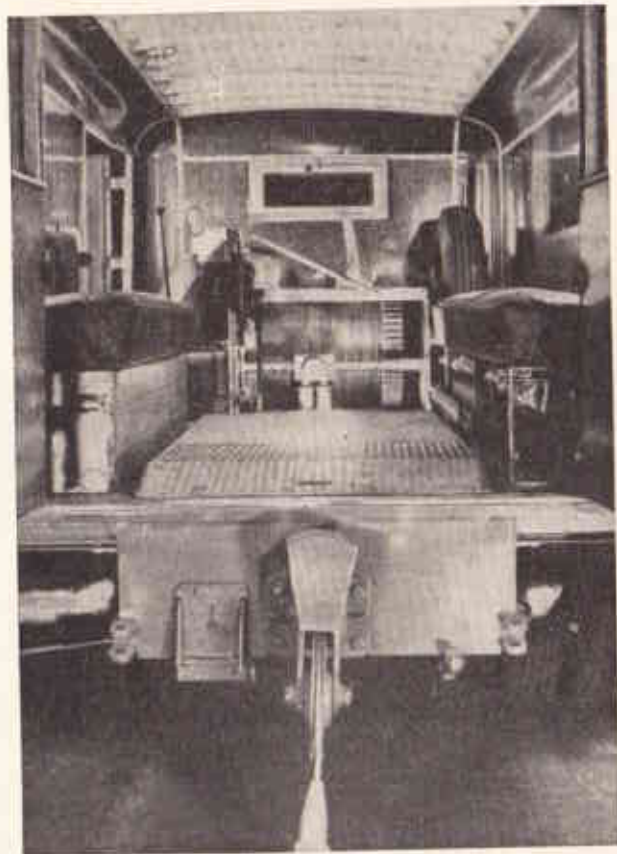


Abb. 5.2 — Fahrbare Kabelkraftwinde (Innenansicht)

im Prinzip der großen Kabelhandwinde, nur daß sie mit Motorkraft betrieben wird. Diese Winde ist in einem Spezial-Dieselmotorkraftwagen mit geschlossenem Aufbau eingebaut (Abb. 5.2), dessen Fahrmotor nach Umschalten über einen Nebenbetrieb auch die Kabelwinde antreibt.

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

5.2. Fernmeldebaugerät

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

- a) Kabeltransportanhänger,
- b) Kabeltrommelwinden und Setzeisen,
- c) Einschiebegeräte,
- d) Gleitrollen, Kabelschleifbögen und Kanaltüllen,
- e) Kabelziehstrümpfe und Nachziehstrümpfe,
- f) Schmutzgreifer und Kanalbürste,
- g) Deckelhebergerät,
- h) Absperrgeräte und Warnzeichen sowie
- i) Gasspürgerät (vgl. hierzu Anlage 2).

5.2.1. Kabeltransportanhänger

Zum Transport großer Kabeltrommeln wird im allgemeinen ein Kabeltransportanhänger (Abb. 5.3) benutzt. Er ist so konstruiert, daß die Kabeltrommel mit Hilfe von Ladewinden unfallsicher heraufgezogen und herabgelassen werden kann; er ist weiter mit Hubwinden ausgestattet, die das Aufbocken der Trommel auf dem Anhänger gestatten. Das Kabel kann somit an der Arbeitsstelle unmittelbar vom Anhänger aus in den Kanalzug eingezogen oder in den Kabelgraben abgerollt werden. Zur Vermeidung von Unfällen

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



Abb. 5.3 — Kabeltransportanhänger

5.2.2. Kabeltrommelwinden und Setzeisen

Ist das Abrollen des Kabels vom Kabeltransportanhänger aus räumlichen oder anderen Gründen nicht möglich, so **muß** die Trommel mit Kabeltrommelwinden an der Arbeitsstelle aufgebockt werden. Die in der Abb. 5.5 dargestellten Kabeltrommelwinden lassen sich leicht transportieren, sind stabil gebaut und für Trommeln mit einem Scheibendurchmesser von 0,9 bis 3 m verwendbar. Zu einem Trommelwindensatz gehören zwei Winden und eine Stahlachse mit eingedrehten Lagerstellen und zwei Schellen. Zum Lenken der Kabeltrommeln beim Rollen müssen, um Unfälle zu vermeiden, sogenannte **Setzeisen** mit Handgriff (Abb. 5.4) verwendet werden. Sie sind an der Trommelnabe anzusetzen.



Abb. 5.4 — Setzeisen an der Trommelnabe

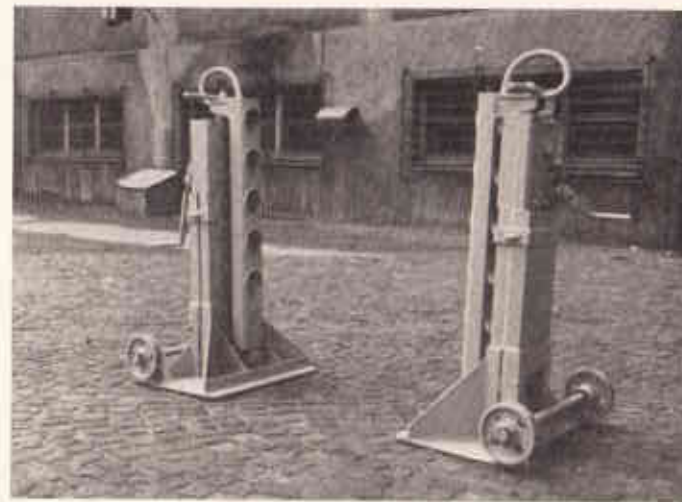


Abb. 5.5 — Kabeltrommelwinden

5.2.3. Einschiebegeräte

Die Einschiebegeräte dienen zum Einziehen des Kabelzugseils. Es werden vorwiegend Einschiebegeräte aus Holz oder Metall — auch kurz **Schiebegeräte** genannt — von 0,5 m, 1 m oder 1,25 m Länge verwendet, die an den Enden beim Einschieben in den Kanalzug ineinandergelockt oder miteinander verschraubt werden (Abb. 5.6 und 5.7).

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

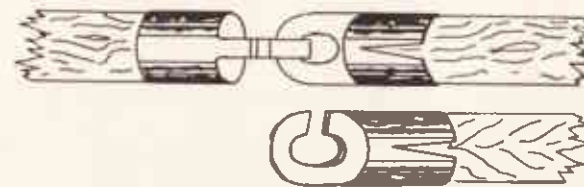


Abb. 5.6 — Schiebegeräte mit Hakenöse



Abb. 5.7 — Verschraubbares Schiebegerät

Im allgemeinen wird das Gestänge von einem Schacht zum anderen durchgeschoben. Ist der Kanalzug stark verschlammmt, so muß das Gestänge von beiden Seiten eingeschoben werden. Auf die beiden ersten Stäbe setzen wir zunächst Kupplungsstücke (Abb. 5.8), die so geformt sind, daß sie beim Zusammentreffen im Kanalzug ineinanderhaken und den Schlamm nicht vor sich herschieben, sondern liegen lassen.

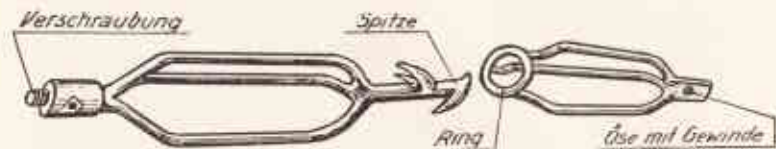


Abb. 5.8 — Kupplungsstück

Neben dem Einschiebegegestänge finden heute beim Einziehen des Zugseils immer mehr 14 mm breite und 3 mm starke **Stahlbänder** Verwendung, die in Längen von 20 bis 100 m lieferbar sind. Sie können mittels Kupplungsstück verlängert werden. Der Kanal muß bei großen Längen völlig sauber sein. Das Stahlband wird besonders gern bei kurzen und durch Azk unterbrochenen Kanalstrecken eingesetzt. Es erspart Arbeitszeit, läßt sich zu einem Ring von 1 m Durchmesser aufrollen und leicht transportieren.

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

5.2.4. Gleitrollen, Kabelschleifbögen und Kanaltüllen

Diese Geräte haben die Aufgabe, Kabel und Zugseile beim Einziehvorgang vor Beschädigung zu schützen. Die einfachste Art der Gleitrollen sind die sogenannten **Packrollen** (Abb. 5.9). Mit Winkelfuß versehen, können sie an dem Rand der Kabelschachtöffnung aufgestellt werden und als Umlenkrolle für das Zugseil dienen.

Gleitrollen mit starrer Welle oder Gleitrollen mit Spannstock werden in KSch nur dann zum Umlenken der Kabel eingebaut, wenn die benutzten Züge im Ziehschacht (Hilfsschacht) nicht in der gleichen Richtung und Höhe weiterverlaufen, sondern versetzt oder im Winkel weiterführen (vgl. hierzu Abb. 5.10 und 5.11).



Abb. 5.9 — Packrolle mit Winkelfuß

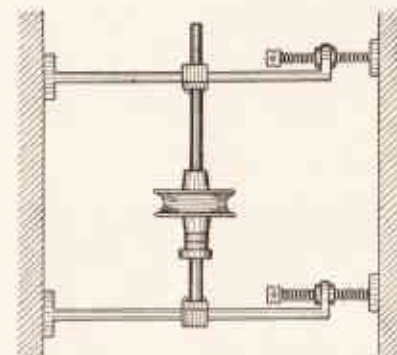


Abb. 5.10 — Gleitrolle mit starrer Welle

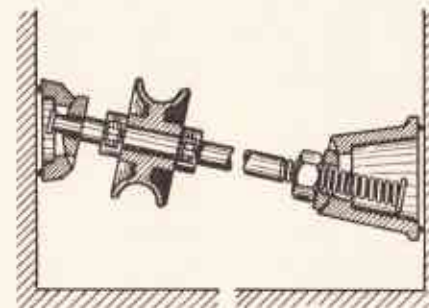


Abb. 5.11 — Gleitrolle mit Spannstock

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

Bei geringfügigen Abweichungen genügt ein in den Kanalzug eingesetzter **Kabelschleifbogen** (Abb. 5.12). Die **Kanaltülle** (Abb. 5.13) schützt die Kante der Kanalöffnung vor dem Einsägen des Zugseils, wenn es nicht genau in Richtung des Kanalzugs verläuft.

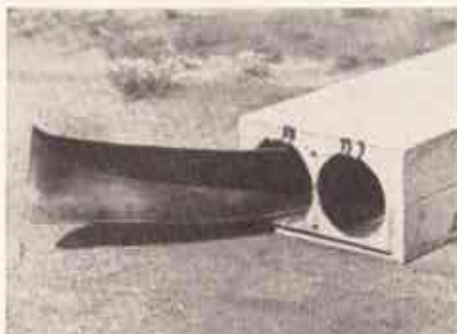


Abb. 5.12 — Kabelschleifbogen

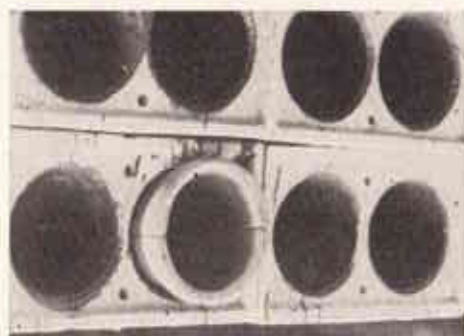


Abb. 5.13 — Kanaltülle

5.2.5. Kabelziehstrumpf und Nachziehstrumpf

Der **Kabelziehstrumpf** (Abb. 5.14) verbindet das Zugseil mit dem Kabel. Der Strumpf wird in den Schäkel des Zugseils eingehakt und über den Anfang des Kabels geschoben. Das in der Abb. 5.14 absehbare Stahlgeflecht am Ende des Strumpfes wird vor dem Einziehen mit einem Drahtbund festgelegt.

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



Abb. 5.14 — Kabelziehstrumpf

5.2.6. Schmutzgreifer und Kanalbürste

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

5.2.7. Deckelhebergeräte

Den verschiedenen Arten der Aushebeöffnungen in den Kabelschacht- abdeckungen und Abzweigkastendeckeln entsprechend sind verschiedene Deckelhebergeräte entwickelt worden, die hier jedoch nicht sämtlich beschrieben werden können. Die Abb. 5.15 und 5.16 zeigen den am häufigsten benutzten **Universaldeckelheber** und die **Deckelhebezange**.



Abb. 5.15 — Universaldeckelheber



Abb. 5.16 — Deckelhebezange

Der **Universaldeckelheber** und die **Deckelhebezeuge** sind zum Heben der Gehwegschachteldeckel sowie für die Abzweigkastendeckel der Stahlbeton-AzK geeignet. Für schwere und festsitzende Deckel gibt es einen 3teiligen fahrbaren Deckelheber.

5.2.8. Absperrgeräte und Warnzeichen

Bevor ein KSch geöffnet wird, ist das **Einheits-Absperrgerät für KSch oder AzK** und — falls der KSch in der Fahrbahn liegt — zusätzlich das vorgeschriebene Warnzeichen aufzustellen. Das Einheits-Absperrgerät (Abb. 5.17) besteht aus zwei zusammenklappbaren Hälften, ist rot-weiß lackiert und umschließt die Kabelschachtoöffnung vollständig.

Die Kabelwinde, das Zugseil und die Kabeltrommel sind neben den KSch besonders zu sichern. Diesen Zwecken dienen **Sperrgeräte, bestehend aus Schrankenrohren, Schrankenschildern und Aufstellböcken, oder ausziehbare Scherengitter** (vgl. hierzu Abb. 5.18 und 5.19). Alle Teile sind rot-weiß lackiert, lassen sich verlängern und bieten zum Anbringen von Warn- oder Verkehrszeichen Befestigungsmöglichkeiten für zusätzliche Einsteckrohre.

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

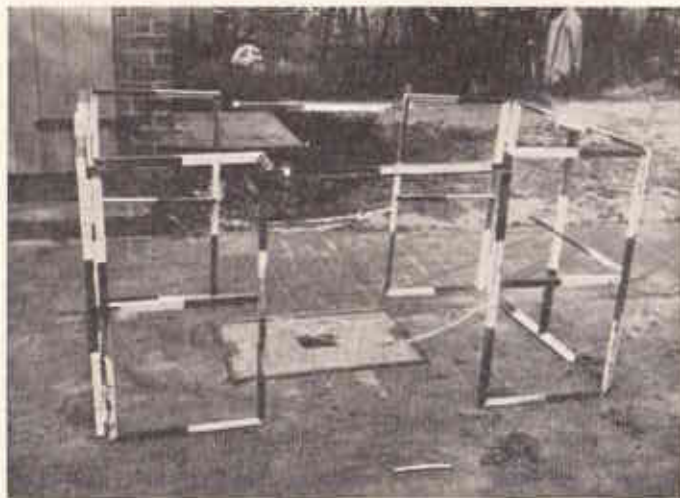


Abb. 5.17 — Einheits-Absperrgerät für KSch und AzK

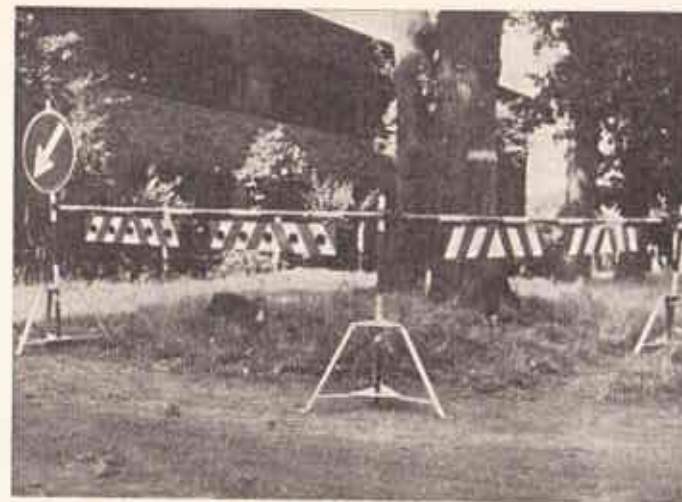


Abb. 5.18 — Schrankenrohr mit Schrankenschild



Abb. 5.19 — Scherengitter

5.3. Arbeitsablauf des Einziehvorgangs

Das Einziehen von Röhrenkabeln ist eine Gemeinschaftsarbeit, die nur dann gut und schnell erledigt werden kann, wenn alle Beteiligten gut aufeinander eingearbeitet sind und den Anweisungen des Bauführers sofort Folge leisten. Die geringste Unachtsamkeit beim Ziehvorgang kann bereits schwere Unfälle oder Beschädigung des Kabels zur Folge haben und Menschen sowie der DBP erhebliche Schäden zufügen. Dies gilt insbesondere für das Arbeiten mit der Kabelkraftwinde. Es ist besonders darauf zu achten, daß die nachstehenden Kabeltypen nur innerhalb der angegebenen Temperaturgrenzen eingezogen werden dürfen: Kabel mit PVC-Mantel (Kurzz. Y) von -5 bis $+50^{\circ}\text{C}$; Kabel mit PM-, PMz- oder PE-Mantel (Kurzz. 2 Y) von -20 bis $+50^{\circ}\text{C}$.

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

5.3.1. Das Sichern der Baustelle

Die Baustelle wird zunächst abgesperrt und gesichert. Zu diesem Zweck sind die Einheits-Absperrgeräte für KSch um die KSch herum aufgestellt und die Verkehrsteilnehmer durch vorschriftsmäßige Warnzeichen auf die Baustelle aufmerksam gemacht worden. Die Winde, das Zugseil und die Kabeltrommel werden durch die vorstehend bereits beschriebenen Sperrgeräte oder Scherengitter besonders gesichert.

5.3.2. Das Öffnen der Kabelschächte

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

5.3.3. Das Prüfen der Kabelkanalanlage auf Gasfreiheit

Vor dem Einsteigen in den KSch muß der Schmutzfänger entfernt und die Kanalanlage mit dem Gasspürgerät auf Gasfreiheit (vgl. hierzu auch UV FBau oder neuerdings UVVFt) geprüft werden. Die

Prüfung mit dem Gasspürgerät hat sofort nach Öffnen des KSch zu erfolgen. Die Anwendung der Gasspürgeräte ist in der Anlage 2 genau beschrieben worden.

5.3.4. Das Einziehen des Zugseils

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

5.3.5. Das Aufstellen der Kabeltrommel und Kabelkraftwinde

Sind die Kabeltrommel und fahrbare Kabelkraftwinde eingetroffen, werden sie nach Angabe des Bauführers aufgestellt. Wenn es der Verkehr zuläßt, wird die Kabeltrommel nicht erst vom Kabeltransportanhänger abgeladen und besonders aufgebockt, sondern der Anhänger wird so neben dem Lötschacht aufgestellt, daß das Kabel unmittelbar nach dem Hochbocken der Trommel in den KSch ablaufen

kann. Die zweckmäßigste Stellung der Trommel zur Zugrichtung und der Ablauf des Kabels sind in Abb. 5.20 dargestellt. Hier wird die Trommel jedoch vom Anhänger abgerollt und mit Kabeltrommelwinden aufgebockt. Die Schallbretter der Trommel werden im allgemeinen bereits beim Kabel-lager abgenommen.

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

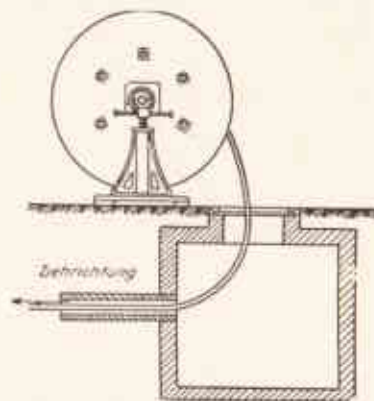


Abb. 5.20 — Einführen des Kabels in den Kanalzug

5.3.6. Das Befestigen des Ziehstrumpfes und das Einbauen der Gleitrollen

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

In den Durchziehschächten sind — falls erforderlich — die Gleitrollen und Kabelschleifbogen nach genauer Anweisung des Bauführers einzubauen. Die Zahl der zu verwendenden Gleitrollen richtet sich nach der Lage und den Winkeln der betreffenden Kanalzüge zueinander. Die Gleitrollen, Kabelschleifbogen usw. sind so einzubauen, daß die **zulässigen Biegeradien** für den einzuziehenden Kabeltyp nicht unterschritten werden. Bei Kabeln mit **Bleimantel oder PE-Mantel** gilt das **10fache des Kabeldurchmessers** und bei Kabeln mit **Stahlwellmantel** das **7,5fache des Kabeldurchmessers** als kleinster Biegeradius. Am Rand der Einstiegsöffnung in den Lötschacht, neben dem Standort der Winde, muß die Packrolle mit Winkelfuß zwecks schonender Führung des Zugseils aufgestellt (vgl. auch Abb. 5.19) und in den Kanalzug dieses Schachtes eine Kanaltülle eingesetzt werden. Im Lötschacht neben dem Standort der Kabeltrommel wird zweckmäßig ein Kabelschleifbogen in den Kanalzug eingeschoben.

5.3.7. Letzte Ziehvorbereitungen

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

5.3.8. Das Einziehen des Kabels

Der Windenführer beginnt auf Anordnung des Bauführers, das Kabel mit der geringsten Zuggeschwindigkeit der Winde anzuziehen; die Arbeitskräfte im KSch führen das Kabel dem Zugseil folgend in die Kanalöffnung ein — falls erforderlich — unter gleichzeitigem Ein-

reiben des Kabels mit Kabelgleitfett. Die Arbeitskräfte an der Kabeltrommel, **die Lederhandschuhe zum Schutz gegen Handverletzungen durch Holzsplitter tragen**, sorgen für den gleichmäßigen Ablauf des Kabels von der Trommel und drehen die Trommel entsprechend der Zuggeschwindigkeit weiter. Dieses Tempo kann nach und nach vom Windenführer erhöht werden, wenn es die Zugleistung zuläßt und keine Schwierigkeiten beim Einziehen mehr zu erwarten sind.

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

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

5.3.9. Restarbeiten nach dem Ziehvorgang

Das Kabel muß nach dem Einziehen in den Durchziehschächten so weit ausgebogen werden, daß es auf den Kabelhaltern ordnungsgemäß ruhen kann. Erst dann wird der Ziehstrumpf vom Kabel entfernt und der **Luftdruck nachgemessen**. Der Druck darf erst abgelassen werden, wenn die Spleißarbeiten beginnen. Das Kabel darf daher auch nicht vorher auf Maß geschnitten, die überschüssige Länge muß vielmehr im großen Bogen aufgerollt werden und bis zum Spleißen so verbleiben. Es ist am Kanalaustritt vor der scharfen Betonkante durch Unterlegen eines **Kabelschutzstückes aus Kunststoff PE-Hart** (bisher Stahlblech) zu schützen. Das Schutzstück hat eine halbrunde Form und paßt sich gut dem Kanalzug an. Die Baustelle ist anschließend abzuräumen, und die Kabelschächte sind ordnungsmäßig zu verschließen.

5.4. Ausziehen von Röhrenkabeln

Vor dem Ausziehen der Röhrenkabel aus dem Kabelkanal ist genau zu prüfen, ob das richtige Kabel gefunden wurde. Ist das sichergestellt, trennt man die Lötstellen heraus und verschließt die Kabelenden je nach Art der auszuziehenden Kabel.

Dünne Kabel lassen sich von Hand herausziehen; dicke Kabel müssen mit der Winde herausgezogen werden. Zu diesem Zweck wird die Kabelwinde, wenn es der Verkehr zuläßt, so weit vom KSch entfernt aufgestellt, wie das Kabel lang ist. Als Gleitvorrichtung sind auf der Straße in genügender Anzahl passende Packrollen aufzustellen und in den Schächten Gleitrollen oder Kabelschleifbögen vorzusehen. Läßt der Verkehr eine so ausgedehnte Baustelle nicht zu, so kann das Kabel mit dem Nachziehstrumpf streckenweise herausgezogen und aufgetrommelt werden.

Eine weitere Möglichkeit des Ausziehens von Röhrenkabeln bei kurzgehalten-der Baustelle wäre der Einsatz einer besonderen Ziehtrommel. Diese Trommel hat auf der üblichen Lagenfläche einen breiten und einen schmalen, durch hochstehende Winkel abgeteilten Wickelraum. Der breite Wickelraum ist für die Aufnahme des herausziehenden Kabels und der schmale Raum für das Zugseil der Kabelwinde bestimmt (Abb. 5.21).

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



Abb. 5.21 — Kabelziehtrommel

6. Auslegen von Erdkabeln

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

6.1. Fernmeldebauzeug (FBZ)

Die Erdkabel müssen gegen äußere Beschädigungen und Gefahren chemischer, thermischer und elektrischer Art geschützt werden, wenn in nächster Nähe fremde Anlagen vorhanden bzw. chemische, thermische oder elektrische Angriffe auf unser Kabel zu befürchten sind. In diesen Fällen wird entweder ein **äußerer Schutz** oder nur ein **Warnungsschutz** eingebaut. Die zu beachtenden Starkstromschutzmaßnahmen sind im Abschnitt 23, Teil 2, besonders zusammengestellt worden.

Den besten äußeren Schutz bieten sogenannte **Kabelschutzrohre** aus Stahl oder **Kabelschutzseisen** (Abb. 6.1), die einzeln verlegt oder zu einer starren Rohrleitung zusammengesetzt werden können. Diese Rohrform gibt es inzwischen auch aus Kunststoff. Besteht die Gefahr, daß diese Rohre — durch Fehler benachbart liegender fremder Anlagen — unter Starkstrom geraten können, so sind nichtleitende Rohre zu verwenden, z. B. Asbestzementrohre, einzügige Kabelformsteine oder PVC-Rohre. Die Kabelschutzrohre und Kabelschutzseisen kommen nur für kurze Strecken in Betracht, da sie sehr teuer sind. Für lange gefährdete Strecken sind daher Kabelkanalformsteine oder PVC-Rohre auszulegen.

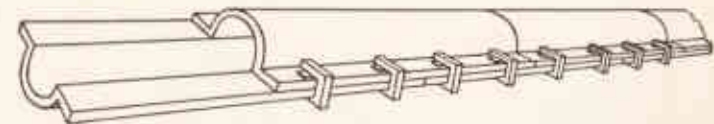


Abb. 6.1 — Starre Rohrleitung aus Kabelschutzseisen

Der **Warnungsschutz**, der vor mechanischer Beschädigung schützen und auf unsere Fernmeldekabel hinweisen soll, besteht aus **Kabelschutzhauben** (Abb. 6.2), die aus hartgebranntem Ton gefertigt sind, oder aus festgebrannten **Ziegelsteinen** bzw. kleinen **Betonplatten**.

Kalksandsteine dürfen zum Abdecken nur dann benutzt werden, wenn sie mindestens 6 bis 8 Wochen abgelagert sind. Bei Verwendung von frischen Kalksandsteinen besteht die Gefahr, daß durch noch nicht gebundenen Kalk Korrosionen am Kabelmantel auftreten. Die Schutzhauben, deren Hohlraum etwa dem äußeren Durchmesser des Kabels entspricht (Nennweite 50 mm, 75 mm oder 100 mm), werden unmittelbar auf das Erdkabel gedeckt. Ihre dachartige Form läßt Pickelhiebe leicht abgleiten. Besteht die Gefahr, daß sich im Hohlraum — zwischen Kabel und Innenfläche der Schutzhauben — Gas ansammelt oder Wasser zusammenläuft und abfließt, so müssen in Abständen von 10 bis 20 m Stopfstellen von 1 bis 2 m Länge aus Lehm oder tonhaltiger Erde eingebaut werden.

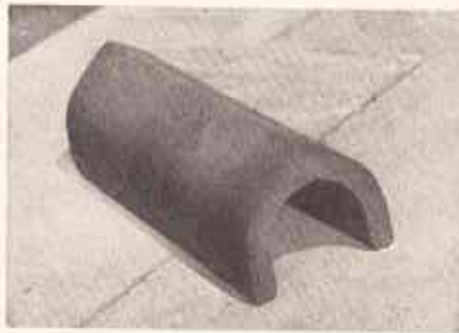


Abb. 6.2 — Kabelschutzhaube

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

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

bei bis zu 3 Kabeln

bei 4 bis 6 Kabeln

bei 7 und mehr Kabeln

- 1 Trassenband in Grabenmitte,
- 2 Trassenbänder an den Seiten des Grabens,
- 3 Trassenbänder, und zwar 1 Band in Grabenmitte und je 1 Band an den Grabenseiten.

6.2. Fernmeldebaugerät (FBG)

Neben der Kabelwinde, dem Kabeltransportanhänger, den Kabeltrommelwinden, dem Setzeisen und dem Ziehstrumpf werden im allgemeinen nur **Erdkabelrollen** und **Kabeltrommelzangen** beim Auslegen von Erdkabeln als Baugerät benutzt. Diese Geräte sind uns bis auf die Erdkabelrollen und Kabeltrommelzangen bereits aus dem Abschn. 5 bekannt.

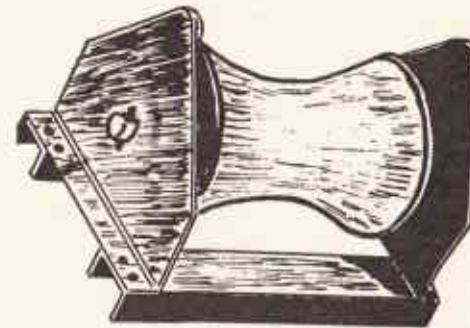


Abb. 6.3 — Erdkabelrolle im Kugellager

Die Erdkabelrolle ist in Abb. 6.3 dargestellt; sie wird beim Auslegen des Kabels in den Kabelgraben gestellt, um das Schleifen des Kabels auf der Grabensohle zu verhindern. Kugellager sorgen für leichten Lauf der Rollen und erleichtern die Auslegearbeit.

Sind Erdkabel im Kabelgraben um Ecken zu ziehen, so kann man eine verstellbare Rollenführung (Abb. 6.4) in den Kabelgraben einsetzen. Die genannten **Kabeltrommelzangen** (Abb. 6.5), die die

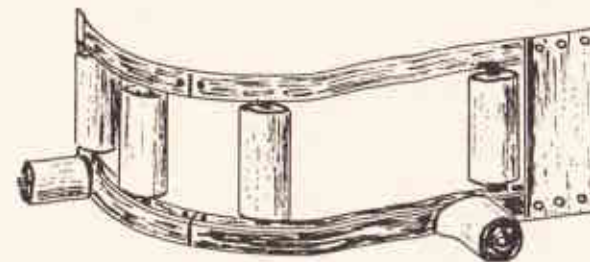


Abb. 6.4 — Verstellbare Rollenführung mit Mittelscharnier

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

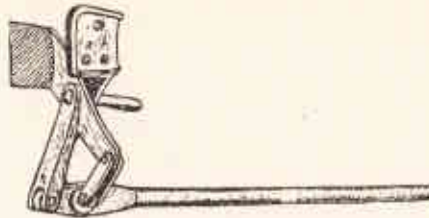


Abb. 6.5 — Kabeltrommelzange

6.3. Trasse für Erdkabel

Die Erdkabel können selbstverständlich erst dann verlegt werden, wenn, wie im Abschn. 3.3 beschrieben, das Bauvorhaben ordnungsgemäß vorbereitet, d. h. geplant, ausgekundet und das Planverfahren durchgeführt wurde. Das Planverfahren ist allerdings nur dann durchzuführen, wenn das Kabel auf öffentlichem Grund ausgelegt werden soll. In Ortschaften sind die Kabel entsprechend dem Raumverteilplan (vgl. hierzu Abschn. 3.3) im Gehweg und außerhalb der Ortschaften im unbefestigten Teil oder in Böschungen entlang den öffentlichen Straßen einzuordnen. Für besonders wichtige Fernkabel sucht man oft nach Kabelwegen (fachmännisch Kabeltrasse genannt) abseits der Hauptverkehrsstraßen, selbst wenn sie in privaten Grund und Boden zu betten sind. Das kann aber erst geschehen, wenn zwischen den Eigentümern und der DBP besondere Gestattungsverträge abgeschlossen worden sind. Die DBP verpflichtet sich in diesem Vertrag unter anderem, dem Eigentümer eine angemessene Entschädigung zu zahlen und die Kosten für etwa entstehende Flurschäden zu übernehmen. Sie will mit dieser Maßnahme ihre hochwertigen Kabel vor den laufenden Verbreiterungen der Hauptverkehrsstraßen und den damit verbundenen Kabelumlegungen schützen und ein Zersetzen des Materials (interkristalline Brüchigkeit), verursacht durch die dauernden Bodenschwingungen in unmittelbarer Nähe der stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen, verhindern.

6.4. Arbeitsablauf der Erdkabelverlegung

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

Die Breite des Kabelgrabens hängt ab

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

Die Grabenbreite ist möglichst gering zu halten. Der Bauunternehmer, der den Graben entweder von Hand oder mit besonderen Maschinen, z. B. Grabenbagger oder Grabenpflug, herstellen läßt, muß eine bestimmte Sohlenbreite einhalten, um die Kabel ordnungsgemäß lagern zu können.

Zahl der auszulegenden Kabel	Sohlenbreite m
1	2
1 bis 2	0,15—0,25
3	0,30
4	0,35
5	0,40
6	0,45
für jedes weitere Kabel	0,05 mehr

Die Tiefe des Kabelgrabens richtet sich nach

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

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

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

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

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

Die **Regeltiefe** des Kabelgrabens beträgt:

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

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

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

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

Das langsam von der Trommel abzurollende Kabel wird von den Arbeitern im Graben fortgetragen und unter die Hindernisse nach Möglichkeit durchgezogen. Es ist dabei unbedingt zu verhüten, daß das Kabel auf dem Boden oder an der Grabenwandung schleift. Der Kabelmantel ist sehr empfindlich, er muß daher vorsichtig behandelt werden. Durch Aufstellen von Erdkabelrollen mit Kugel-

lager im Kabelgraben kann das Ziehen des Kabels wesentlich erleichtert und mit weniger Arbeitskräften ausgeführt werden.

Es ist manchmal zweckmäßig, die Kabeltrommel zwischen zwei Teilstrecken auf einem Kabeltransportanhänger aufzustellen und das Kabel zunächst in die mit Hindernissen versehene Strecke einzufädeln, sodann auf der anderen freien Strecke mit dem Anhänger langsam am Graben entlangzufahren und das Kabel, wie bereits beschrieben, vorsichtig von der Trommel in den Graben abzurollen. Muß aber auch die zweite Kabelhälfte im Graben eingezogen werden, so darf dies von der Mitte der Kabelstrecke aus ohne Abschneiden vom ersten Halbstück nur geschehen, wenn das Kabel von der Trommel abgenommen und ohne Beschädigung auf dem Boden ausgelegt werden kann. Das Kabel ist hierbei in einem breiten Bogen oder in breiter Schlangenlinie, die nötigenfalls in 8-Form mit genügend breiten Bogen übereinandergereiht werden kann, derart auszu legen, daß sich das Kabel beim Einführen seines Endes in den Graben nicht verdreht. Diese Art der Verlegung ist aber möglichst nicht für Kabel des Ferndienstes anzuwenden, da hierbei Adernverlagerungen und damit elektrische Wertänderungen eintreten können.

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

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

Besonders zu beachten ist noch, daß **PMbc-Kabel nicht bei Temperaturen unter 0 °C und über 40 °C ausgelegt werden dürfen.** Für Kabel mit Kunststoffaußenhülle (Kurzzeichen = Y oder 2Y) gelten beim Auslegen dieser Kabel die gleichen Vorschriften wie beim Einziehen in Kabelkanäle (vgl. hierzu auch Abschn. 5.3).

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

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

Muß das Erdkabel in ein Gebäude eingeführt werden, ist besonders darauf zu achten, daß das Kabel im Rohr der Gebäudewand so abgedichtet wird, daß später weder Wasser noch Gas in das Gebäude eindringen kann. Der Hohlraum zwischen Kabel und Rohr ist mit einem plastischen Abdichtwickel auszufüllen, indem fortlaufend Windungen des Wickels in den Rohrzug hineingepreßt und von beiden Seiten mit einem abgeflachten Holzstab fest verstemmt werden. Danach ist das Rohr an der Maueraußenseite mit einem dicken Abschlußpfropfen aus Abdichtmasse sorgfältig zu verschließen und Kabel und Rohr gemeinsam mit einem Korrosionsschutzbandwickel zu versehen. An der Mauerinnenseite ist Abdichtkitt zu verwenden.

7. Kabelmontagearbeiten

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

7.1. Fernmeldebauzeug

Für die Verbindung der Kabel werden in unterirdischen Fernmelde-netzen u. a. **Kabelmuffen, Lötzinn, Füll- und Abbrühmassen, Mischwachs und Zubehör** benötigt.

7.1.1. Kabelmuffen

Die Kabelmuffen werden fabrikmäßig hergestellt, und zwar die Muffen für papierisolierte Kabel aus Hüttenwalzblei und die Muffen für kunststoffisolierte Kabel entweder aus Polyäthylen oder glasfaserverstärktem Kunststoff. Nach ihrem Verwendungszweck unterscheiden wir:

- a) **Aufteilungsmuffen,**
- b) **Verbindungsmuffen und**
- c) **Abzweigmuffen.**

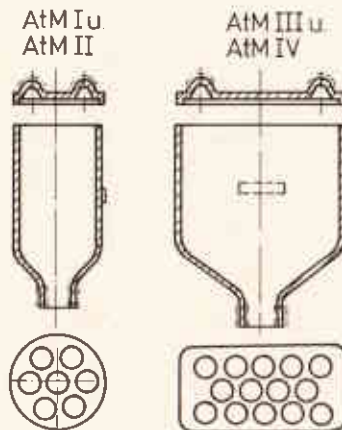
7.1.1.1. Aufteilungsmuffen

Die Aufteilungsmuffen dienen zum Abschließen und Aufteilen hochpaariger Kabel im Kabelaufteilungsraum und Kabelschacht unter oder vor dem Linienverzweiger. In diesen Muffen können sowohl papierisolierte wie kunststoffisolierte Hauptkabel (unter Verwendung eines Übergangsrohres) abgeschlossen werden.

Die Aufteilungsmuffen (AtM) sind genormt. Sie werden in **vier Größen — AtM I, II, III und IV —** hergestellt. Die Grundformen der AtM I und II sind rund; die Grundformen der AtM III und IV sind rechteckig. Die AtM I kann bis zu 3, die AtM II bis zu 7 und die AtM III und IV können bis zu 14 Aufteilungskabel aufnehmen. Die Anzahl der Aufteilungskabel ist also entscheidend für die zu verwendende Muffengröße. In Abb. 7.1 sind die Aufteilungsmuffen im

Schnitt dargestellt. Wie im Abschn. 4.3 beschrieben, gibt es nunmehr neben den LPMh-Kabeln die kunststoffisolierten PVC-Aufteilungs-ortskabel (AtOk). Die LPMh-Kabel müssen in den aus Hüttenwalzblei bestehenden Deckel der AtM eingelötet werden. Die PVC-Aufteilungs-ortskabel sind dagegen in einem verzinnnten Messingdeckel, der mit Stoffbuchsenverschraubungen versehen ist, befestigt. Es gibt daher für die AtM zwei verschiedene Deckel, entweder einen aus Blei oder einen aus Messing.

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



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

Werkstoff: Hüttenweicheblei
— — — = feuerverzinkt

Abb. 7.1 — Aufteilungsmuffen

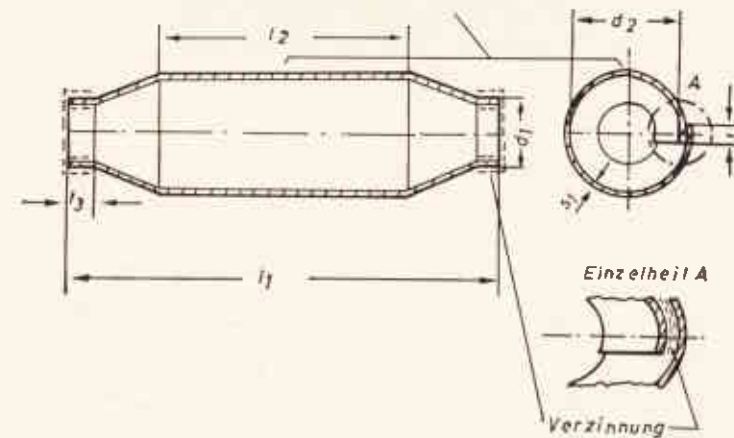
7.1.1.2. Verbindungsmuffen für papierisolierte Kabel

Diese Verbindungsmuffen sind ebenfalls genormt. Es gibt längsgeschlitzte Muffen in 8 verschiedenen Größen. In Abb. 7.2 ist eine

Verbindungsmuffe im Schnitt dargestellt. Abb. 7.3 zeigt die wirkliche Form. Aus der Tabelle in Abb. 7.2 lassen sich alle Maße entnehmen. Die Zahl im Kurzzeichen gibt den Bleimanteldurchmesser der zu verbindenden Kabel an.

Maße in mm

Kurzzeichen, das Verbandszeichen DIN
und Herkunftsbezeichnung flach eingepreßt



Kurz- zeichen	d 1	d 2	l 1	l 2	l 3	s 1	l
F V 12	12	30	190	125	15	1.5	10
F V 20	20	45	240	150		2.0	12
F V 30	30	65	290	175	20	2.5	15
F V 40	40	85	350	200			
F V 50	50	105	440	225	30	3.0	20
F V 60	60	120	500	250			
F V 70	70	135	550	275	40	3.5	25
F V 80	80	150	600	300			

Werkstoff: Hüttenwalzblei

Ausführung:

Halslänge l 3 innen und außen

Überlappung innerer Muffenrand t = + 15 mm außen

äußerer Muffenrand t = innen und außen

feuerverzinkt,
auf Anforderung
auch unverzinkt

Abb. 7.2 — Verbindungsmuffen

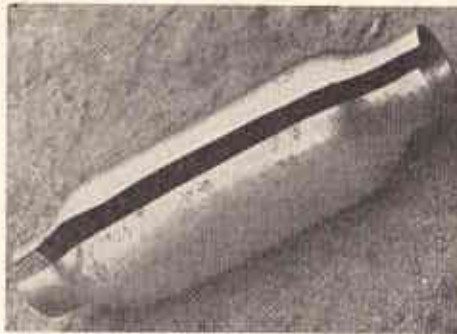


Abb. 7.3 — Verbindungsmuffe

7.1.1.3. Abzweigmuffen für papierisolierte Kabel

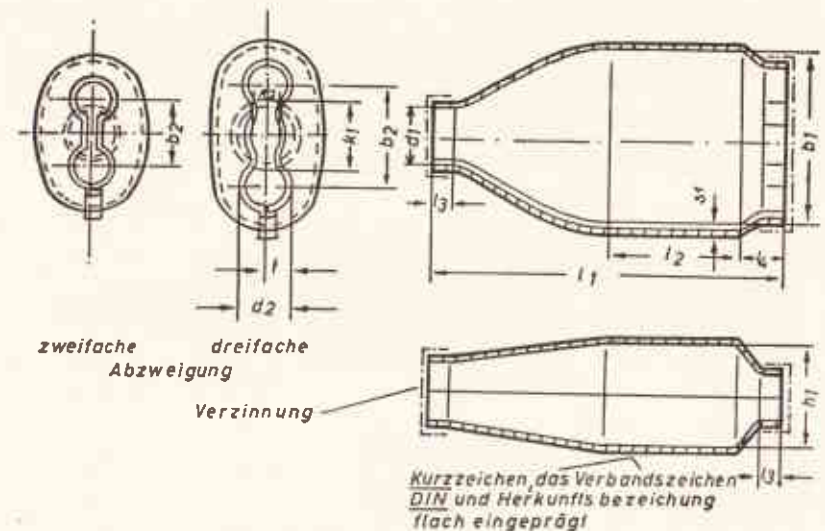
Diese Abzweigmuffen sind auch genormt. Es gibt 3 Größen **Zweifach-Abzweig-Bleimuffen** und 6 Größen **Dreifach-Abzweig-Bleimuffen**. Alle Abzweigmuffen sind einteilig und längsgeschlitzt. Aus der Abb. 7.4 und der Tabelle können alle Einzelheiten entnommen werden. Die Kurzzeichen geben an, welche Kabel in der Muffe abgezweigt werden können.

Zum Beispiel ist die Muffe F 2 A 15 für zweifache Abzweigung vorgesehen, wobei das zu verzweigende Kabel nur einen Durchmesser von 15 mm über dem Bleimantel haben darf. Die erste Zahl im Kennzeichen gibt also die Anzahl der Verzweigungen und die letzte Zahl den Durchmesser des zu verzweigenden Kabels an.

7.1.1.4. Verbindungs- und Abzweigmuffen für kunststoffisolierte Ortsverbindungs- und Hauptkabel

Mit diesen Muffen werden die Schichtenmantelkabel der Form A-02Y(L)2Y und A-2Y(L)2Y verbunden (Kurzzeichenerklärung siehe Seite 80).

Die PE-Verbindungs- und Abzweigmuffen bestehen aus zwei Muffenköpfen mit eingebautem Metallstützring, einem Muffenrohr, einer inneren Stützschele und einem Ventil mit Ventilschutzkappe (Abb. 7.5). Jeder Muffenkopf hat zwei konische Stutzen zum Einführen der Kabel sowie ein aufgelegtes Heizband. Am Muffenrohr, das längsgesteilt und überlappt ist, befindet sich ebenfalls ein aufgelegtes Heizband. Die Stützschele dient als Auflage für das Muffenrohr beim elektrischen Schweißen der Längsnaht. Die Muffenköpfe können wahlweise mit und ohne Druckluftprüfventil geliefert werden. Zusätzlich werden der Muffe zwei Folien aus Hartpappe zur Umhüllung der Adernverbindungsstelle beigegeben.



Abzweig-Bleimuffe	Kurzzeichen	b ₁	b ₂	d ₁	d ₂	h ₁	k ₁	k ₂	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	s ₁	t
zweifach	F 2 A 15	70	45	15	15	30	—	—	200	75	15	30	1,5	5
	F 2 A 25	85	50	25	20	45	—	—	230	80	20	40	2	5
	F 2 A 35	100	55	35	25	65	—	—	280	120	20	40	2,5	10
drei- oder auch zweifach	F 3 A 15	100	80	15	10	30	20	10	200	75	15	30	2	5
	F 3 A 25	120	90	25	15	45	30	15	230	80	20	40	2	5
	F 3 A 35	140	100	35	30	65	40	20	280	120	20	40	2,5	10
	F 3 A 50	170	115	50	40	75	45	25	400	180	30	60	2,5	10
	F 3 A 65	200	135	65	50	90	50	35	490	240	35	70	3	15
	F 3 A 80	240	160	80	60	110	60	45	580	290	40	80	3	15

Werkstoff: Hüttenwalzblei

Maße in mm

Ausführung:

Die Muffen F 3 A 50, F 3 A 65 und F 3 A 80 sind auch für zweifache Aufteilung vorgesehen. In diesem Falle wird die mittlere Öffnung beseitigt und die beiden äußeren Ausgänge können bis auf d₁ vergrößert werden, wodurch das Maß b₂ kleiner wird.

Halslänge l₃ innen und außen

Überlappung innerer Muffenrand t + 15 mm außen

äußerer Muffenrand t innen und außen

wischverzinkt,
auf Anforderung
auch unverzinkt

Abb. 7.4 — Abzweigmuffen

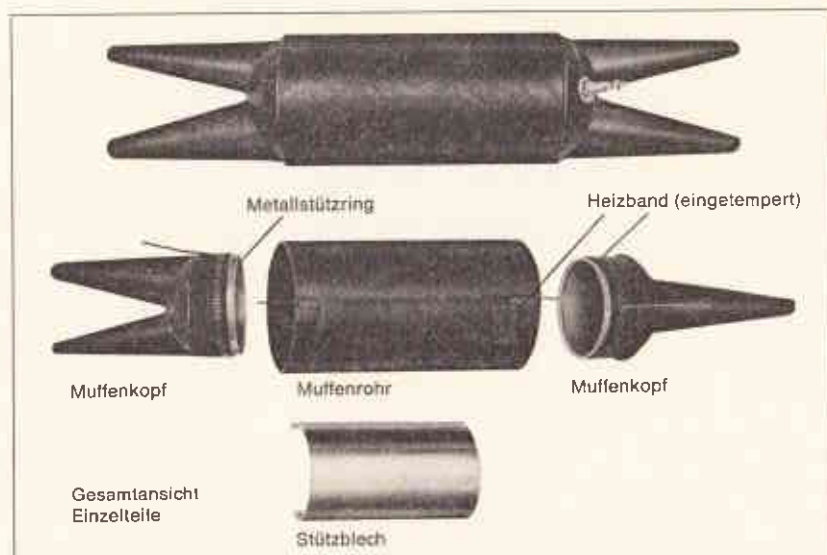
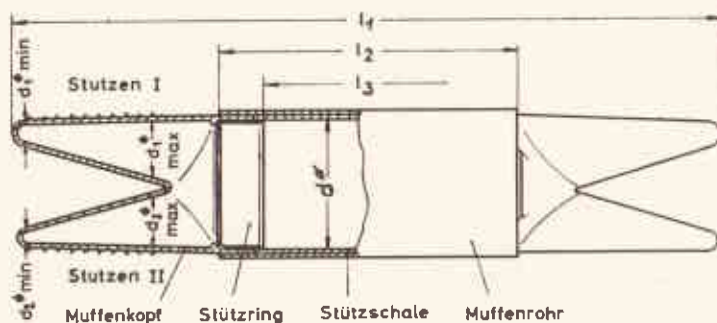


Abb. 7.5 — PE-Verbindungs- und Abzweigmuffe



Bezeichnung der Muffe	Muffenrohr Durchmesser d	Stützen I für Kabelaußen-durchmesser		Stützen II für Kabelaußen-durchmesser		Länge		
		von d _{1min}	bis d _{1max}	von d _{2min}	bis d _{2max}	l ₁	l ₂	l ₃
VAE1 80	200	8	30	8	24	426	190	100
VAE1 120	80	20	50	16	44	615	265	175
VAE1 150	120	30	66	22	54	810	390	300
VAE1 200	150	42	86	26	66	980	390	300

Abb. 7.6 — Maßskizze und Tabelle mit Abmessungen der PE-Muffen

Die PE-Verbindungs- und Abzweigmuffen stehen in 4 Größen zur Verfügung. Aus der Maßskizze und Tabelle der Abb. 7.6 sind die Abmessungen der Muffen zu ersehen und aus der nachstehenden Tabelle das Fassungsvermögen der PE-Muffen. Das Fassungsvermögen ist abhängig von dem Durchmesser der Leiter, der Doppeldrhtzahl und dem Außendurchmesser der einzuführenden Kabel.

Fassungsvermögen der PE-Muffen

Bezeichnung der Muffe	Fassungsvermögen bei PE-Ok in Bündelversellung mit	
	Leiterdurchmesser 0,4 etwa	Leiterdurchmesser 0,6 etwa
VAE1 80	6 200 DA	6 150 DA
VAE1 120	50 500 DA	30 300 DA
VAE1 150	100 1200 DA	50 600 DA
VAE1 200	200 2000 DA	150 1200 DA

7.1.1.5. Verbindungs- und Abzweigmuffen für kunststoffisolierte Verzweigungskabel

Die Muffen, die wir bisher kennengelernt haben, wurden entweder gegen Feuchtigkeitsaufnahme zugelötet oder zugeschweißt. Für die Verbindung bzw. Abzweigung der kunststoffisolierten Verzweigungskabel der Form A-2YF(L)2Y wurde eine Muffe entwickelt, die weder gelötet noch geschweißt, sondern nur geschraubt werden muß. Sie

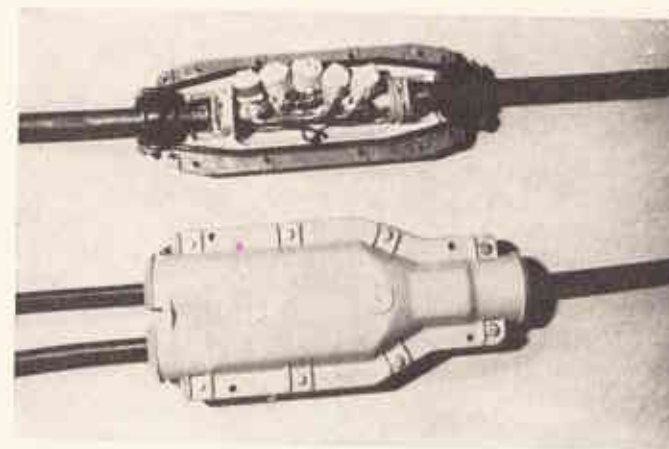


Abb. 7.7 — Schraub-Klemm-Muffe

oben: Sk-Muffe 50/2, geöffnet, mit Spleiß;
unten: Sk-Muffe 100/3, geschlossen

heißt daher auch **Schraub-Klemm-Muffe (SK-Muffe)**. Sie besteht aus zwei gleichen Muffenhalbschalen und ist aus glasfaserverstärktem Polyester in 2 Größen hergestellt, und zwar

- a) die **Schraub-Klemm-Muffe 50/2** und
- b) die **Schraub-Klemm-Muffe 100/3** (Abb. 7.7).

Das Fassungsvermögen der Schraub-Klemm-Muffen wird durch den Kabeldurchmesser und den zur Verfügung stehenden Spleißraum begrenzt (s. nachstehende Tabellen 1 und 2).

Tabelle 1: Montierbare Kabel (Durchmesserangaben)

SK-Muffe	Einfacheinführung		Doppeleinführung	
	Außen- durchmesser	Durchmesser unter Metall- schirm bzw. Metallmantel	Kabel 1 Außen- durchmesser	Kabel 2 Außen- durchmesser
50/2 100/3	bis 38 mm	bis 25 mm	bis 18 mm	bis 14 mm

Tabelle 2: Fassungsvermögen des Spleißraumes in DA

SK-Muffe	AVH-Spleiß bei Leiterdurchmesser			Schleuderspleiß bei Leiterdurchmesser		
	0,4 mm	0,6 mm	0,8 mm	0,4 mm	0,6 mm	0,8 mm
50/2	80	60	40	120	80	70
100/3	150	100	70	200	150	80

7.1.1.6. Übergangsrohr

Die Verbindung von Blei- oder Stahlwellmantelkabel mit PE-Mantel-Kabeln kann nur unter Verwendung eines sogenannten Übergangsrohres (Abb. 7.8 und 7.9) erfolgen. Es besteht aus einem Kupferrohr (an einem Ende verzinkt) und einem zur Anpassung an den jeweiligen Kabeldurchmesser konischen Polyäthylen-(PE) Rohr. Die Verbindung des PE-Kabel-Mantels mit dem Übergangsrohr und der Bleimuffe ist in der Abb. 7.9 schematisch dargestellt.



Abb. 7.8 — Übergangsrohr als FBZ

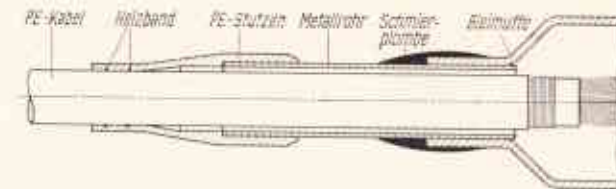


Abb. 7.9 — Verbindung PE-Kabel — Übergangsrohr — Bleimuffe

7.1.2. Lötzinn

Bei Kabelarbeiten werden als Weichlote Zinnlegierungen verwendet. Aus Abb. 7.10 ersehen wir, daß reines Blei (Pb) bei 327 °C — links im Bild — und reines Zinn (Sn) bei 232 °C — rechts im Bild — schmilzt. Beide Metalle gehen bei diesen Temperaturen unmittelbar vom festen in den flüssigen Zustand über. Im Mittelteil der Abb. 7.10 sind die Zinnlegierungen mit verschiedenen Zinn- und Bleianteilen dargestellt. Das Verhalten der einzelnen Legierungen, abhängig von der Temperatur, ist deutlich erkennbar. Nur das Lötzinn LSn 65 (65 Teile Zinn und 35 Teile Blei) geht unmittelbar vom festen in den flüssigen Zustand über. Alle anderen Legierungen dieser Art bleiben bis 182 °C fest, werden dann zunächst breiig und bei weiterer Erwärmung flüssig.

Die DBP verwendet zum Verlöten der blanken Kabelmäntel mit den Muffen **Stangenlötzinn** von dreikantiger Form und 400 mm Länge mit einem Zinngehalt von 35 % (LSn 35), da es im breiigen Zustand (Abb. 7.10) verarbeitet werden muß.

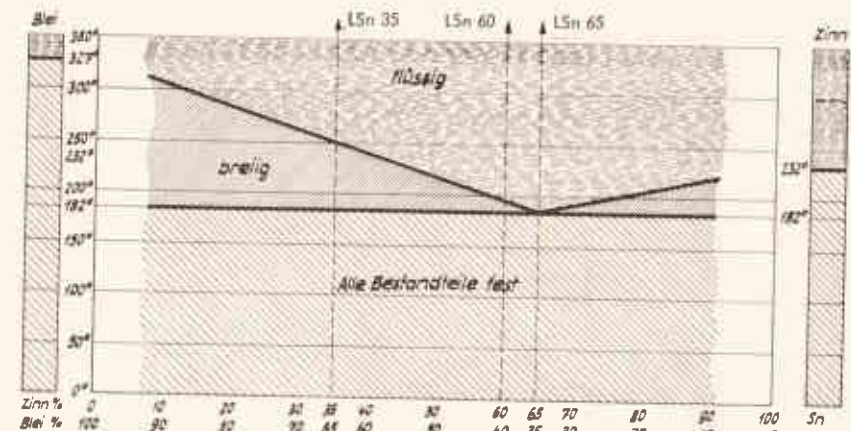


Abb. 7.10 — Zinnbleilot

Zum Verlöten der Kupferadern sowie zu Lötungen an Sicherungs- und Trennleisten, Lötösenstreifen und Kabelendverschlüssen verwenden wir **Röhrenlötzinn** mit einem Zinngehalt von 60% (LSn 60) in Stärken von 1, 1,5, 2 und 4 mm. Der Zinngehalt wurde deshalb so hoch gewählt, weil die Verarbeitungsspanne sehr klein und das Lötzinn schnell — aber wiederum nicht zu schnell — vom festen in den flüssigen Zustand übergehen muß. Im Röhrenlötzinn befindet sich auch noch **Kolophonium**. Es fließt infolge seines niedrigen Schmelzpunktes vor dem Lötzinn auf die Lötfläche und verhindert dort den Luftzutritt und damit eine Oxydation während der Erhitzung. Es dient also als Flußmittel.

7.1.3. Füll- und Abbrühmassen

Füllmassen (entsprechen etwa den früheren Vergußmassen) sind **isolierende Massen**, die u. a. dazu dienen, Endverschlüsse und Endverzweiger zu füllen. Die Füllmasse soll das Eindringen von Feuchtigkeit verhindern. Sie wird durch Wärmezufuhr zum Schmelzen gebracht und darf nur bei einer bestimmten Temperatur verarbeitet werden. Die genaue Verwendung der einzelnen Klassen ist in der Übersicht auf Seite 119 unter lfd. Nr. 1, 2 und 3 angegeben.

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

7.1.4. Mischwachs

Die Kabeladern der LPMh-Kabel werden, wenn sie ausgebunden — z. B. an der senkrechten Seite des HVT — verlegt werden müssen, mit Mischwachs getränkt, um die Papierisolierung vor Feuchtigkeit zu schützen. Mischwachs ist also eine isolierende Masse. Sie wird in einem Wachsschmelzgerät geschmolzen und bei einer Temperatur von 120 °C verarbeitet. **Dieses Wachs darf nicht über 180 °C erhitzt werden, weil bei weiterer Erwärmung die Gefahr besteht, daß sich die dann entwickelnden Dämpfe an offener Flamme entzünden.** Da als Aufteilungskabel in der Regel nur noch kunststoffisolierte Kabel (AtOk-Kabel) verwendet werden sollen, entfällt für diesen Arbeitsgang das Mischwachs.

7.1.5. Zubehör für papierisolierte Kabel

Zu diesem Zubehör zählen **Flußmittel, Isolierhülsen, Gruppenringe, Nesselband oder Glasgewebeband, Isolierband, Blaugel oder Siegel und Korrosionsschutzbinden.**

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

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

1	2	3	4	5	6
Lfd. Nr.	Masseart	Kennbuchstaben ¹⁾	Farbkennzeichnung der Behälter	Verarbeitungstemperatur ²⁾	Verwendungsbeispiele
1	Normale Masse	SN	blau	150 °C	a) zum Füllen von Kabelzubehörteilen für Starkstromkabel mit einer Nennspannung bis 10 kV b) zum Füllen des Raumes zwischen Innenmuffe und Schutzmuffe und dgl. für Fernmeldekabel mit Bleimantel
2	Masse erhöhter Haftfestigkeit und Elastizität	SP	rot	150 °C	a) zum Füllen von Kabelzubehörteilen für Starkstromkabel mit einer Nennspannung bis 11 kV bei erhöhten Sicherheitsforderungen, z. B. bei hoher Feuchtigkeit der Umgebung und/oder starker mechanischer Beanspruchung b) zum Füllen des Raumes zwischen Innenmuffe und Schutzmuffe für Starkstromkabel c) zum Füllen des Raumes zwischen Innen- und Außenmuffe und dgl. für Fernmeldekabel mit Aluminium- oder Stahlwellmantel
3	Helle Füllmasse	FH	gelb	135 °C	zum Füllen des Innenraumes von Zubehörteilen (Muffen, Endverschlüssen, Spulenkästen und dgl.) für Fernmeldekabel
4	Abbrühmasse	FA	weiß	120 °C	zum Abbrühen von Kabelenden

¹⁾ Die Masse SP entspricht etwa der Masse A nach VDE 0351/XII. 44.
Die Masse FH entspricht etwa der Masse C nach VDE 0351/XII. 44.

Die Masse FA entspricht etwa der Masse D nach VDE 0351/XII. 44.
Anstelle der Masse B nach VDE 0351/XII. 44 kann je nach Sachlage die Masse SN oder SP verwendet werden.

²⁾ Bei Kabeln mit Isolierung und/oder Mantel aus temperaturempfindlichen Werkstoffen, z. B. PVC, PE oder dergleichen, ist die Verarbeitungstemperatur gemäß den Angaben der Kabelhersteller zu wählen.

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

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

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

Das **Isolierband** ist ein Textilband, das mit Isolier-, Kleb- und Füllstoffen getränkt ist und in Breiten von 20 und 50 mm benötigt wird. Die Isolierfähigkeit sinkt stark herab, wenn die Tränkstoffe ausgetrocknet sind. Heute wird fast ausschließlich Isolierband, bestehend aus dehnbarem, weichem PVC, benutzt. Es ist einseitig mit einer druckhaftenden Klebeschicht versehen und hat einen grauen oder roten Farbton.

Vor dem Schließen der Ortskabelstiftstellen ist sogenanntes **Blaugel** oder **Siogel** (chemische Quarzprodukte), das in Beuteln zu je 10 Gramm verpackt ist, in die Lötstelle einzulegen, um die notwendige Isolation der papierisolierten Adern sicher, schnell und einfach zu erreichen. **Für 50 DA sind 10 Gramm erforderlich.** Bei einer Lötstelle von 300 DA sind also z. B. 6 Beutel Blaugel oder Siogel, auf den Umfang verteilt und zweckmäßig mit Nesselband oder Glasgewebeband befestigt, einzulegen. Das Blaugel/Siogel hat die Eigenschaft, Feuchtigkeit aufzunehmen. Es saugt vorhandene Feuchtigkeit auf und ver-

ändert seine Farbe mit zunehmendem Feuchtigkeitsgrad von kobaltblau bis zu hellrosa. **Die Beutel müssen trocken in Dosen verschlossen werden**, damit ihr Inhalt nicht schon vor dem Verbrauch Feuchtigkeit aufnimmt. Sollte dies einmal vorkommen und die vorgenannten Quarzprodukte die blaue Farbe verloren haben, so können sie durch Erwärmen (über 120° C) schnell wieder brauchbar gemacht werden.

Korrosionsschutzbinden sollen die Lötstellen in Erdkabeln vor Korrosion schützen und werden in Breiten von 20, 30 und 50 mm verwendet (vgl. hierzu auch Abschn. 7.3.4).

7.1.6. Zubehör für kunststoffisolierte Kabel

Zu dem Zubehör für kunststoffisolierte Kabel zählen u. a. die **Adernverbindungshülsen (AVH)**, **PE-Ringe**, **Gruppenringe**, **Dichtungsband** und **Dichtungsschnur**.

Die **AVH** gibt es in 2 Größen, und zwar die AVH 1 in weiß und die AVH 2 in gelb. Sie dienen zum Verbinden von kunststoffisolierten Leitern miteinander. Mit der AVH 1 können Cu-Leiter 0,4 mm mit 0,4 mm, 0,6 mm mit 0,6 mm oder 0,4 mm mit 0,6 mm und mit der AVH 2 solche mit 0,8 mm mit 0,8 mm, 0,9 mm mit 0,9 mm sowie 0,8 mm mit 0,9 mm verbunden werden, ohne daß die Leiter abzuisolieren, miteinander zu verwürgen oder an den Spitzen zu verlöten sind. Die AVH besteht aus drei Teilen, und zwar dem **Kontaktteil**, dem **Druckteil** und dem **Isolierteil** (Abb. 7.11 von links nach rechts).



Abb. 7.11 — Adernverbindungshülse (AVH)

Das Kontaktteil, eine gelochte Hülse mit nach innen ragenden Spitzen, besteht aus einem federharten Metall und hat die Aufgabe, mit seinen Spitzen durch die Isolierung in die Leiter einzudringen und den Kontakt herzustellen. Das Druckteil, eine Hülse, die aus einem nicht federnden Metall besteht, hat die Aufgabe, den Kontakt dauerhaft zu erhalten. Das Isolierteil aus Kunststoff schützt die Adernverbindung vor gegenseitiger elektrischer Berührung.

Die AVH werden nach Einführung der Adern durch eine **Adernverbindungszange**, die noch besonders beschrieben wird, zusammengeedrückt.

Die **PE-Ringe**, 10—15 mm breit, aus PE-Schläuchen geschnitten, sollen die Hauptbündel beim Aufteilen des Kabels zusammenhalten. Sie werden in den Farben Rot und Grau benötigt und können mit klebefähigen Nummern versehen werden.

Die **Gruppenringe** aus Kunststoff PE in den Farben Rot, Grün, Grau, Gelb und Weiß dienen zum Aufteilen der Hauptbündel in die entsprechenden Grundbündel.

Das **Dichtungsbund** und die **Dichtungsschnur**, die aus einer zähplastischen Dichtungsmasse bestehen, dienen zum Abdichten der Schraub-Klemm-Muffen.

7.2. Fernmeldebaugerät

Neben den Deckelhebegeräten, Absperrgeräten und Warnzeichen sind bei Ausführung von Kabelverbindungsarbeiten wahlweise entsprechend der Art der herzustellenden Verbindungen nachstehende Geräte erforderlich:

- a) Kabellötterzelt,
- b) Kabellöt- und Trockenöfen,
- c) Kabelschachtbeleuchtung,
- d) Lötgeräte für papierisolierte Kabel,
- e) Polyäthylen-Schweißsteuergerät für kunststoffisolierte Kabelverbindungsarten und
- f) Sonderwerkzeug.

7.2.1. Kabellötterzelt

Das Kabellötterzelt soll die Spleißstelle während der Spleiß- und Lötarbeiten schützen. Es besteht aus dem Zeltgestell und der Zeltplane (Abb. 7.12).

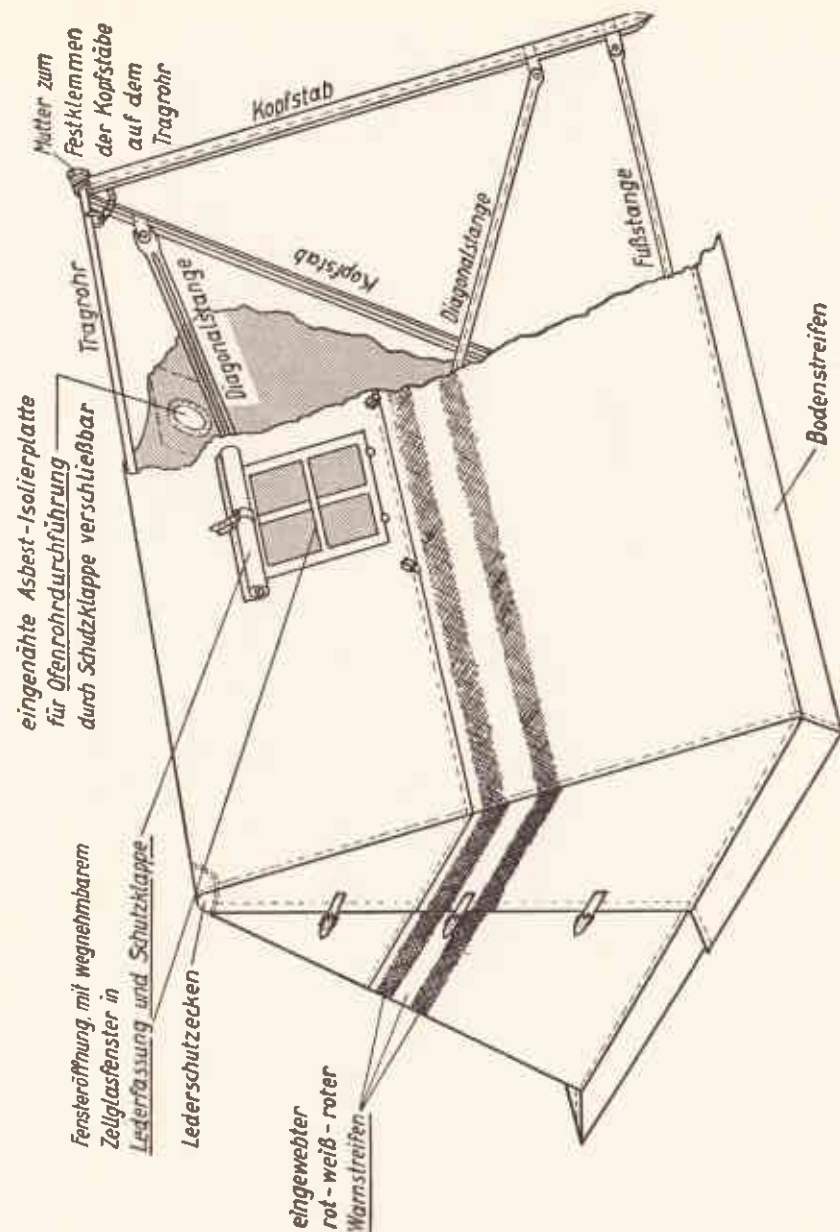


Abb. 7.12 — Kabellötterzelt

7.2.2. Kabellöt- und Trockenöfen

Die Luft um die Spleißstellen in den Kabelschächten und Lötgruben herum muß trocken sein, deshalb wird sie — falls erforderlich — mit dem **Kabellöt- und Trockenofen** (Abb. 7.13) oder dem **Propan-Heizstrahler** (Abb. 7.14) getrocknet. Dieser Ofen kann auch zum Schmelzen der Füll- und Abbrühhmasse verwandt werden. Früher wurde bei der DBP allgemein ein Ofen für Holzkohlenbriketts benutzt; in neuerer Zeit werden hierfür vorwiegend Öfen mit Propan-gasfeuerung verwandt.

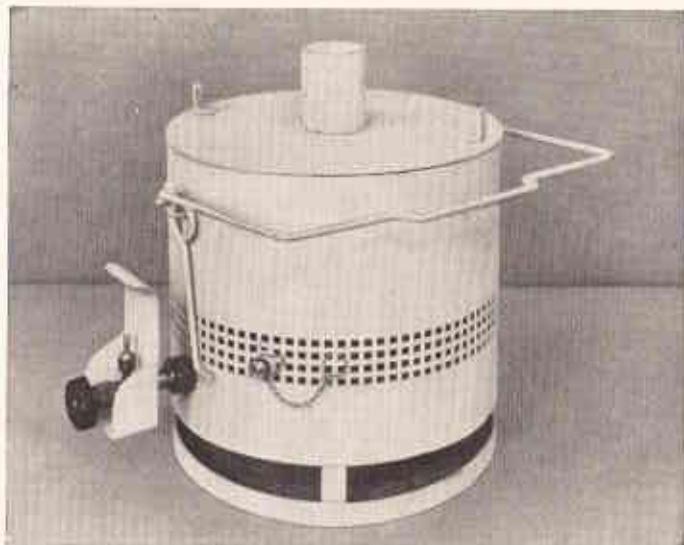


Abb. 7.13 — Propangas-Ofen für Kabellöter

Der **Propangas-Ofen** (Abb. 7.13) ist aus Stahlblech gefertigt und hat eine zylindrische Form. Er wird mit abnehmbarem Deckel, herausnehmbarem Strahlungskörper, abschraubbarem Ventil mit Schutzkappe und Propangasbrenner geliefert. Das Gerät wird über einen Schlauch an eine Propangasflasche angeschlossen. Der Deckel ist mit einem Abzugstutzen für den Dunstabzugsschlauch versehen. Als Entzündungsvorrichtung dient ein bis zum Brenner geführtes dünnes Rohr, das während des Betriebes mit einem Messingstopfen verschlossen sein muß. Beim Erhitzen der Schmelztiegel für Füll- und Abbrühhmasse muß der Deckel mit dem Abzugstutzen mit den beiden zum Gerät gehörenden Haken herausgenommen werden. Zum Ofen gehört eine Bedienungsanweisung, die unbedingt zu beachten ist.

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

Neben dem Propangasofen, der künftig nicht mehr beschafft wird, wurde ein **Propan-Heizstrahler** entwickelt (Abb. 7.14). Er besteht

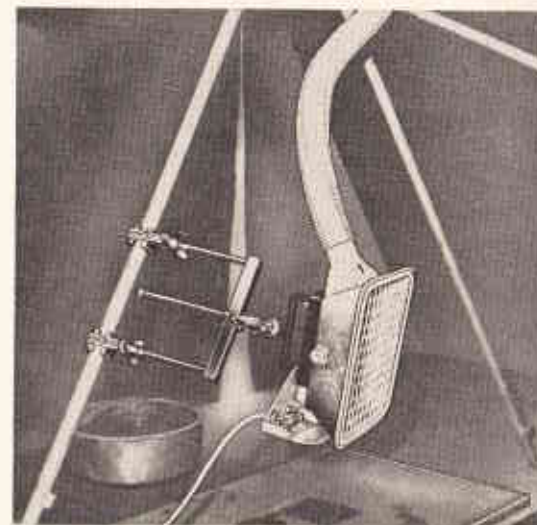


Abb. 7.14 — Propan-Heizstrahler

aus dem Infrarotstrahler mit Zündsicherung und Regulierventil, einer verstellbaren Befestigungsvorrichtung, einem 6-m-Hochdruckschlauch und einem Schlauchanschluß. Mit seiner Befestigungsvorrichtung kann er am Zeltgestänge, an der Schachtleiter oder Verstreben befestigt

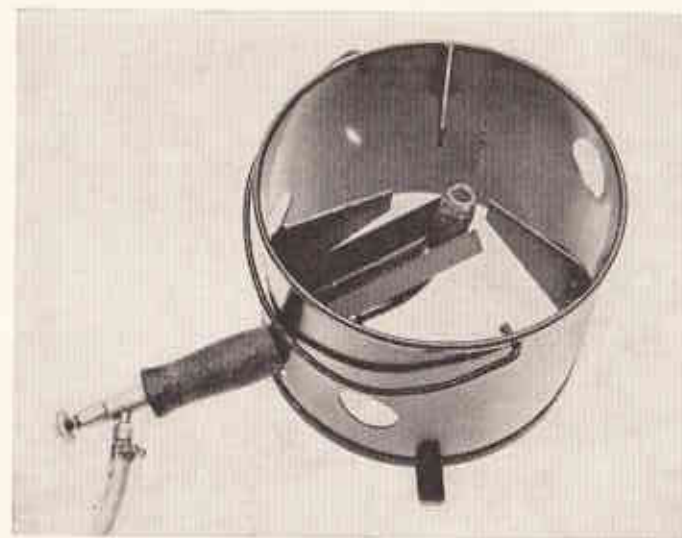


Abb. 7.15 — Propan-Kochergestell

und in beliebiger Richtung verstellt werden, so daß die Strahlung auf den Arbeitsplatz gerichtet werden kann. Wenn der Strahler unter Erdgleiche verwendet oder unmittelbar über der Einstiegsöffnung des Kabelschachtes angebracht wird, ist er — ebenso wie die Propanöfen — mit dem Dunstabzugschlauch zu versehen, damit bei der Verbrennung entstehende Abgase abgeführt werden.

Da der Propangasofen nicht mehr beschafft wird, mußte als Ersatz für das Erwärmen von Vergußmasse usw. ein anderes Gerät entwickelt werden. Es wurde daher das in Abb. 7.15 dargestellte **Propan-Kochergestell** eingeführt. Es besteht aus Stahlblech und hat eine Halterung, in die ein Propan-Brennergriff mit Löteinsatz eingehängt wird. Auf diese Weise läßt sich sehr schnell die Füllmasse usw. in einem Tigel erwärmen.

7.2.3. Kabelschachtbeleuchtung

Zur Beleuchtung der Kabelschächte und anderer in der Dunkelheit liegender Löt-Arbeitsstellen benutzen wir entweder die **elektrische Kabelschachtleuchte** oder eine **Propan-Leuchte** (Abb. 7.16).

Die **Propan-Leuchte** kann man als Hänge- oder Standleuchte benutzen. Die Fußstützen können abgenommen werden, falls sie beim Arbeiten stören sollten. Der zur Leuchte gehörende druckfeste

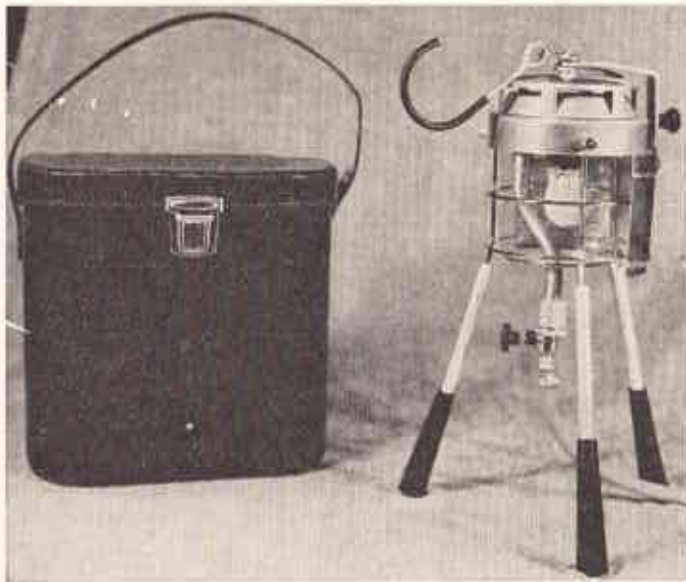


Abb. 7.16 — Propanleuchte mit Tragetasche

Schlauch kann entweder über einen Mitteldruckregler 1,5 atü bzw. Doppel- oder Dreifachabzweigstück an 5- oder 11-kg-Propangasflaschen oder direkt an 425-g-Flaschen angeschlossen werden. Zur besseren Lichtausbeute und zum Schutz gegen Blenden besitzt die Leuchte 2 verschiebbare Reflektoren. **Dem Gerät ist eine Bedienungsanleitung beigegeben, die bei der Inbetriebnahme der Leuchte unbedingt beachtet werden muß.**

7.2.4. Lötgeräte für papierisolierte Kabel

Die Lötarbeiten an Kabeln, die früher mit der Benzinlötampe vorgenommen wurden, werden heute fast ausnahmslos mit dem **Propan-Kabel-Lötgerät** ausgeführt. Es soll daher hier auch nur dieses Gerät beschrieben werden. Für Drahtlötungen verwenden wir neben dem elektrischen LötKolben den PropanlötKolben, der dann benutzt wird, wenn der elektrische Kolben nicht vorschriftsmäßig an das Lichtnetz angeschlossen werden kann.

Das **Propan-Kabel-Lötgerät** (Abb. 7.17) besteht aus einem druckfesten Schlauch, dem Brennergriffstück mit Feinreguliertventil, dem Propanspitzenbrenner, dem Propanhochleistungsbrenner, dem Transportkasten und einigem Zubehör. Der druckfeste Schlauch, der mit einem Propangas-Behälter (5 kg oder 11 kg) verbunden wird, führt dem Spitzen- oder Hochleistungsbrenner das erforderliche Gas zu. **Der Spitzenbrenner** (in der Abb. 7.17 mit einem Schlauch verbunden)

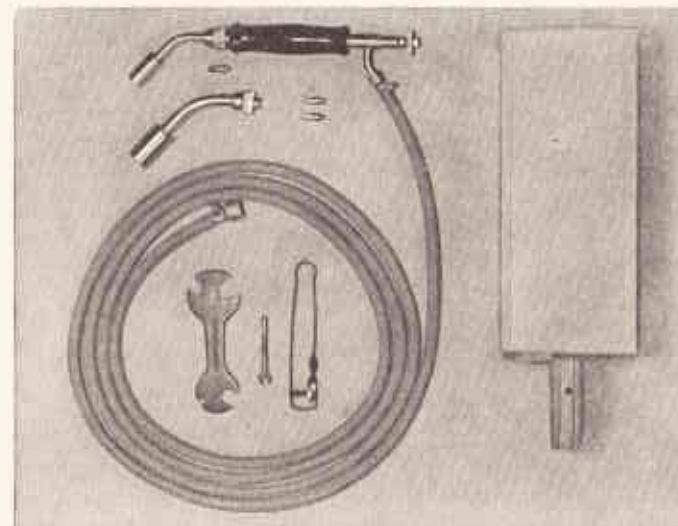


Abb. 7.17 — Einzelteile des Propan-Kabel-Lötgeräts

dient für Lötarbeiten an dünnen Kabeln und der Hochleistungsbrenner für Lötungen an dicken Kabeln. Die Heizkraft ist von der Luftzufuhr abhängig und durch Verstellen des Luftschiebers am Brenner regelbar. Dem Gerät ist eine Bedienungsanweisung beigegeben, die unbedingt zu beachten ist.

Zum **Propan-Lötkolben** (Abb. 7.18) gehören eine Stahlflasche für 90 Gramm Propan, ein druckfester Schlauch, ein Brennergriffstück mit Doppelfeinreguliertventil, ein Lötkolbenbrennereinsatz mit verstellbarem Luftring und Windschutzhaube, eine Lötspitze aus Kupfer, ein Transportkasten und Zubehör. Der Transportkasten ist so geformt, daß er der kleinen Propangasflasche gleichzeitig als Halterung dienen kann, denn die **Propangasflaschen müssen während des Betriebs aufrecht stehen**. Im Lötkolbenbrenner ist das zur Spitze ausgeschmiedete und im Winkel gekröpfte Rundkupferstück so gehalten, daß eine aus dem Brenner austretende Flamme das Kupferstück trifft und es wärmt. Die dem Gerät beigegebene Bedienungsanweisung ist zu beachten.

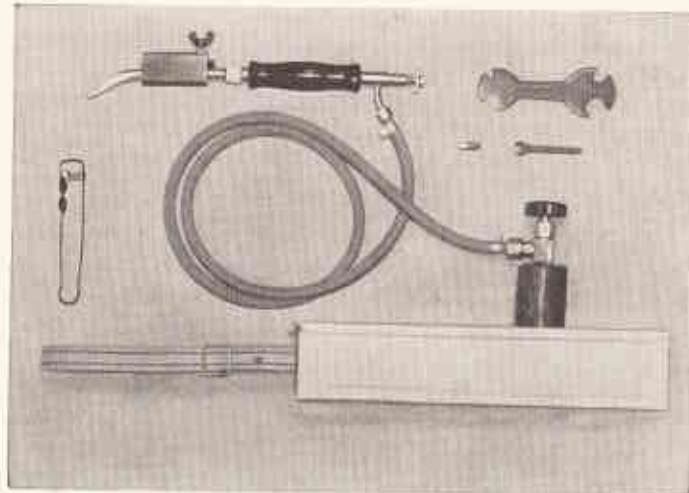


Abb. 7.18 — Einzelteile des Propan-Lötkolbens

7.2.5. Polyäthylen-Schweißsteuergerät

Das Schweißsteuergerät (Abb. 7.19) dient zur elektrischen Verschweißung von PE-Ortskabeln mit PE-Verbindungs- und Abzweigmuffen.

Das **Schweißen** und das **Tempern** (s. Montageanweisung unter Abschn. 7.3.6) läuft nach Betätigung des Bedienungsschalters **automatisch** nach einem eingebauten **Strom-Zeit-Programm** ab. Die im Schweißsteuergerät vorhandene Regeleinrichtung stellt sicher, daß die zu einer

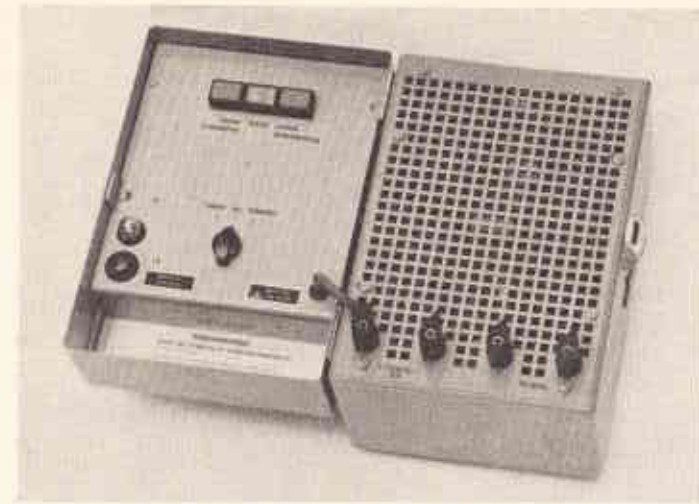


Abb. 7.19 — Polyäthylen-Schweißsteuergerät

einwandfreien Verschweißung erforderliche Temperatur an der Verbindungsstelle unabhängig von der Umgebungstemperatur und unabhängig vom Durchmesser des zu verschweißenden Kabels eingehalten wird.

Beim Schweißen mit dem Gerät sind **folgende Hinweise zu beachten**:

1. Es darf nur bei Umgebungstemperaturen von $+5$ bis $+55^{\circ}\text{C}$ eingesetzt werden.
2. Bei Schweißbeginn sollen Gerät und Muffe bzw. Kabel etwa gleiche Temperaturen haben.
3. Das Gerät ist vor direkter Sonnen- und Wärmebestrahlung zu schützen.
4. Die zu verarbeitende Heizbandlänge darf je Schweißvorgang nur bis zu 640 mm betragen.

Das Schweißsteuergerät besteht aus **drei Baugruppen**:

- a) der **Zeitschaltung** (im Deckel des Geräts),
- b) dem **Stromregelteil** (im Unterteil des Geräts) und
- c) der **Überwachung** (im Deckel des Geräts).

Die Zeitschaltung steuert das Schweiß- und Temperprogramm. Mit einem Bedienungsschalter wird das Gerät für Tempern oder Schweißen eingestellt.

Der Stromregelteil liefert den von der Batteriespannung und vom Schweißbandwiderstand unabhängigen Schweißstrom.

Der Schweißvorgang wird automatisch überwacht; hierzu dient die Überwachung. Als **Stromquelle** für das Steuergerät ist ein **12-Volt-Akkumulator** mit mindestens 84 Ah erforderlich. Die Benutzung des Steuergeräts im einzelnen ist aus der Betriebsanleitung zum Gerät und der Montageanweisung für PE-Muffen enthalten.

7.2.6. Sonderwerkzeug für das Verbinden der kunststoffisolierten Adern der PE-Ortskabel

Für das Verbinden der PE-Ortskabel sind zwei Werkzeuge unentbehrlich, und zwar der sogenannte **Aufteilungskamm** (Abb. 7.20) für bündelverseilte Adern und die **Adernverbindungs-zange** (Abb. 7.21).

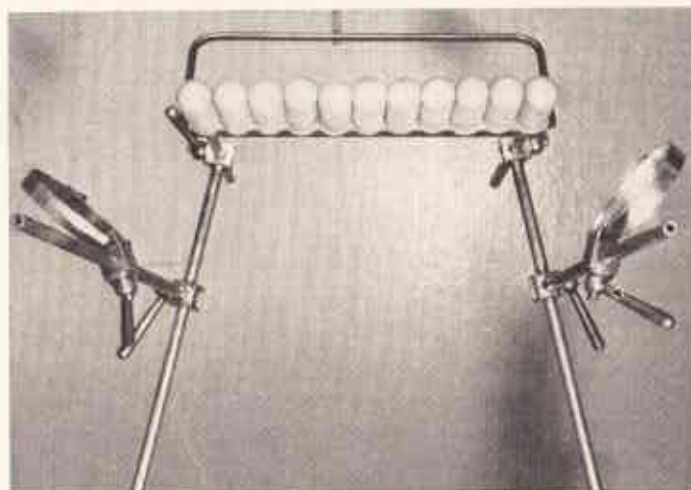


Abb. 7.20 — Aufteilungskamm für PE-Ok

Der **Aufteilungskamm** wird auf die Kabelenden links und rechts aufgespannt. Er erleichtert das Aufteilen der Hauptbündel in seine Grundbündel, das Schneiden der einzelnen Viererseile auf gleichmäßige Länge und das Aufschieben und Zusammendrücken der Adern Verbindungshülsen (AVH).

Mit der **Adernverbindungs-zange (AVZ)** wird der Kontakt zwischen den zu verbindenden Adern in der AVH durch Zusammendrücken der AVH hergestellt. Es gibt sie entsprechend der zu verarbeitenden AVH in 2 Ausführungen, AVZ 1 mit weißer und AVZ 2 mit gelber Kennzeichnung. Die Zange hat einen Sperrmechanismus, der das Öffnen erst erlaubt, wenn sie ordnungsgemäß geschlossen ist. Dies ist die Voraussetzung für die Kontaktgabe in der AVH.



Abb. 7.21 — Adernverbindungs-zange

Für die Montage der PE-Muffen mit dem PE-Schweißsteuergerät sind neben dem Aufteilungskamm und der Adernverbindungs-zange noch einige **Sonderwerkzeuge** erforderlich, mit denen die einzelnen Muffenteile für die Verschweißung vorbereitet werden und der notwendige **Druck beim Verschweißen** sichergestellt wird. Die Werkzeuge sind in einer Tasche übersichtlich untergebracht (Abb. 7.22).



Abb. 7.22 — Werkzeutasche für die Montage von PE-Muffen

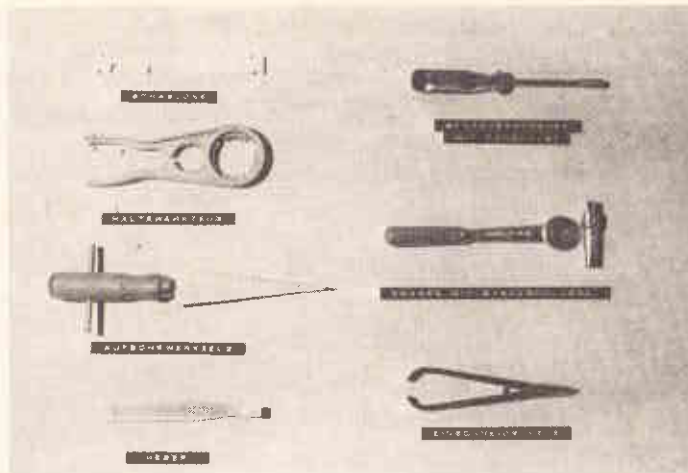


Abb. 7.23 — Sonderwerkzeug für Schraub-Klemm-Muffen

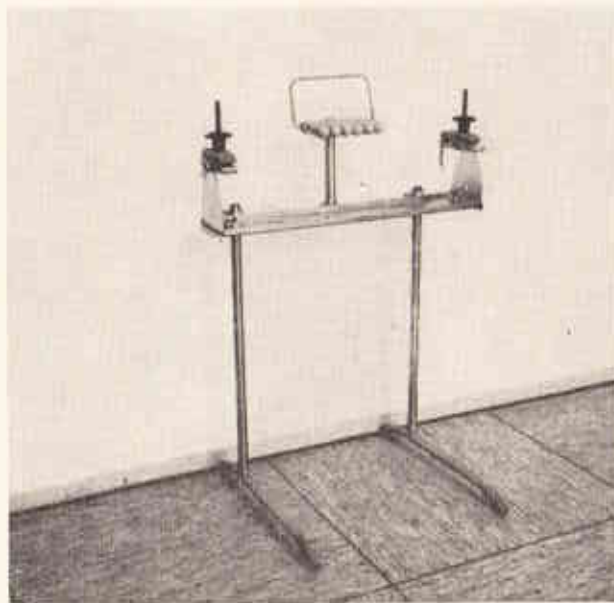


Abb. 7.24 — Montagebock für Schraub-Klemm-Muffen

Die Anwendung der einzelnen Werkzeuge ist in der Montageanweisung für PE-Muffen (Abschn. 7.3.6) erläutert.

Die **Sonderwerkzeuge für die Montage der Schraub-Klemm-Muffen** sind aus der Abb. 7.23 ersichtlich. Ihre Handhabung ist in der Montageanweisung für Schraub-Klemm-Muffen erläutert.

Die Montage der **Schraub-Klemm-Muffen** wird durch die Verwendung eines besonderen **Montagebocks** (Abb. 7.24) erheblich erleichtert.

7.3. Arbeitsablauf bei den Kabelverbindungsarbeiten

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

Nachdem das gebräuchlichste FBZ und FBG in den vorherigen Abschnitten erläutert wurde, sollen nachfolgend die grundsätzlichen Arbeitsgänge und Arbeitsverfahren einschließlich der Vorschriften, die beim Herstellen von Kabellöt- und Spleißstellen beachtet werden müssen, beschrieben werden. **Diese Arbeitsgänge beschränken sich auf das Anfertigen von Verbindungs- und Abzweigmuffen papierisolierter und kunststoffisolierter Kabeladern im Ortsanschlußkabelnetz.**

7.3.1. Sicherungsmaßnahmen

Die bei den Kabelverbindungsarbeiten unbedingt zu beachtenden Sicherungsmaßnahmen sind in den Vorschriften zur Verhütung von Unfällen im Fernmeldebaudienst (UV FBau) oder in der Unfallverhütungsvorschrift für den fernmeldetechnischen Dienst (UVVfT) enthalten. Bisher wurden die UV FBau jedem Fernmeldelehrling und Fernmeldehandwerker ausgehändigt, künftig erhalten sie **Unfall-schutzhefte**, die sich jeweils auf den entsprechenden Betriebszweig, z. B. unterirdischen Linienbau oder oberirdischen Linienbau, beziehen.

Die wichtigsten dieser Bestimmungen sind hier — soweit sie die Lötarbeiten betreffen — auszugsweise zusammengestellt worden:

Arbeiten in Gebäuden

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

Arbeiten in Kabelschächten

1. Die Baustelle ist dem Straßenverkehr gegenüber kenntlich zu machen und mit den bekannten Absperrgeräten und Warnzeichen zu sichern.
2. Die KSch sind mit den passenden Deckelhebeggeräten zu öffnen, vorschriftsmäßig zu lüften und auf Gasfreiheit mit dem Gasspürgerät zu prüfen (vgl. auch Abschnitt 5.3.3 und Anlage 2).
3. Die KSch dürfen nur mit Hilfe von Leitern betreten werden.
4. Die Behandlung von Propangasflaschen siehe im „Merkblatt für die Verwendung von Propan im Fernmeldewesen“ (Anlage 3 dieses Bandes).
5. Feuchte Schächte müssen ausgetrocknet werden, damit die Feuchtigkeit nicht in die Spleißstelle eindringen kann.

Die bei „Arbeiten in Kabelschächten“ unter 1., 4. und 5. genannten Sicherungsmaßnahmen gelten sinngemäß auch bei Arbeiten in Erdgruben. Über diese genannten Sicherungsmaßnahmen hinaus ist im Gefährdungsbereich von Wechselstrombahnen und Hochspannungsnetzen besondere Vorsicht geboten. Es sind dann u. a. der Kabelmantel des ankommenden und des abgehenden Kabels vor dem Spleißen über die Arbeitsstelle hinweg elektrisch gut leitend zu verbinden. Wie dabei im einzelnen zu verfahren ist, ist aus der Anlage 1 „Richtlinien zur galvanischen Verbindung der metallischen Kabelhüllen von starkstrombeeinflussten Fernmeldekabeln“ zu ersehen.

7.3.2. Grundsätzliches über Lötarbeiten

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

7.3.2.1. Lötungen mit Stangenlötzinn

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

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

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

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

Jetzt folgt das Abdichten der Fuge zwischen Muffenhals und Bleimantel. Zu diesem Zweck schmelzen wir das Stangenlötzinn mit der Lötflamme, drücken es auf den verzinnten Bleimantel und unter zwischenzeitlichem Erwärmen mit dem talgetränkten Schmierlappen

in die Fuge zwischen Muffenhals und Bleimantel. Bei zu häufigem **Erwärmen des Lötzinns entmischt es sich**, oxydiert und bildet Tropfnasen an der Unterseite der Lötstelle. **Entmishtes, oxydiertes Lötzinn ist hart und spröde; bei mechanischer Beanspruchung brechen solche Lötungen leicht.** Lötzinntröpfchen sind daher abzuschmelzen und durch frisches Zinn zu ersetzen, um Schäden zu vermeiden. Das Lötzinn ist beim Löten so zu halten, daß die Flamme nicht gegen die offene Seite der Lötnaht, sondern über die Lötnaht hinwegstreicht.

Über die Lötnaht wird nun ein Wulst gelegt, der bei Röhrenkabeln gleichmäßig schwach, bei Erdkabeln aber gleichmäßig stark gewölbt sein muß, da das Erdkabel größeren Zug- und Biegebeanspruchungen ausgesetzt ist. Die Längsnähte werden anschließend gleichermaßen hergestellt, nur erhalten sie keinen besonderen Wulst. **Es ist beim Löten darauf zu achten, daß auch die Unterseite der Lötnahte gut verlötet wird;** sie ist — falls notwendig — dauernd mit dem Lötspiegel zu beobachten. Nachdem die Muffe zugelötet ist, werden die Winkelschnitte — ohne die Muffe in ihrer Lage zu verändern — vorsichtig zurückgebogen und zugelötet.

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

Neben den Bleimantelkabeln setzt man auch **Stahlwellmantelkabel (PWE2Y-Kabel)** als Fernmeldekabel ein. Die Spleißstellen dieser Kabel werden mit den gleichen Muffen wie die Bleikabel verlötet. Zuvor müssen aber auch die Lötflächen, nachdem die Kunststoffaußenhüllen (vgl. hierzu auch Abschn. 7.3.3.1) entfernt wurden, zuverlässig verzinnt werden. Das läßt sich einfach und schnell auf folgende Weise ausführen:

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

7.3.2.2. Lötungen mit Röhrenlötzinn

Das Anlöten der Drähte an die Lötstifte der Endverschlüsse und Ösen der Trennleisten geschieht neben dem Verlöten der Raupen bestimmter Kabeladern der papierisolierten Kabel (0,9; 1,2; 1,4 und alle OVK

sowie bei Übergängen von 0,4 auf 0,6 mm) mit **Röhrenlötzinn**, das, wie bereits bekannt, Kolophonium als Flußmittel enthält. Als Schmelzquelle für diese Lötungen kommt in der Regel der elektrische LötKolben oder der Propan-LötKolben in Betracht.

Zur Aufnahme des anzulötenden Kupferdrahts dient ein **Loch (Lötöse)** oder eine bzw. mehrere **Einkerbungen (Löthaken) in der Lötflanke** (Abb. 7.25 bis 7.28). Fabrikneue Lötösen, Löthaken oder Lötflanken sind im oberen Teil verzinkt. **Benutzte Lötösen, Löthaken oder Lötflanken müssen vor der neuen Lötung von altem, anhaftendem Lötzinn gereinigt werden.** Dazu erwärmt man sie mit dem gut verzinnten LötKolben und kann nun das alte Zinn mit Hilfe des Kolbens abziehen. Unter Umständen ist diese Tätigkeit unter Zugabe von einer kleinen Lötzinnsmenge zu erreichen. Bevor die Kabeladern angelötet werden können, müssen sie zugerichtet (angespitzt) werden. Die Papier- oder Kunststoffisolation ist zu diesem Zweck mit einer Abisolierzange zu entfernen, und zwar bei gelochten Lötösen bis zu 1 cm, hakenförmigen Lötösen und Lötstiften auf 1,5 cm. Hat die Ader außer den genannten Isolierungen noch eine Lackschicht, so wird diese vorsichtig mit einem Lackkratzer gründlich blank geschabt; die Ader darf dabei nicht mit dem Finger berührt werden, da sie sonst korrodieren wird.

Das angespitzte Ende der Ader wird bei den gelochten Lötösen von unten (Abb. 7.25) durch das Loch geführt und leicht gebogen. Bei den hakenförmigen Lötösen wird der Draht um den Haken (Abb. 7.26) gelegt.

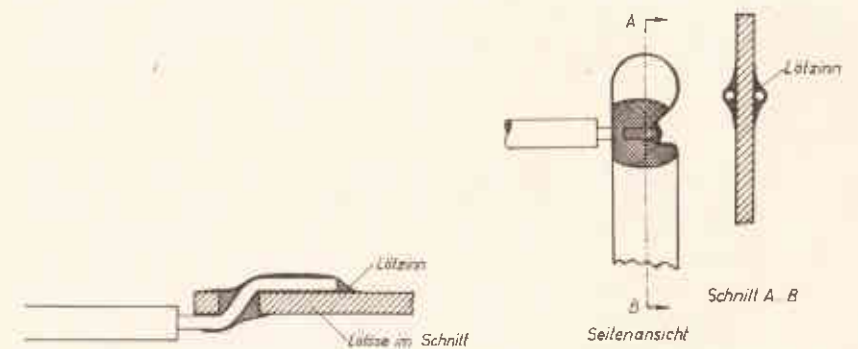


Abb. 7.25 — Löten an einer Lötöse

Abb. 7.26 — Löten an einem Löthaken

Für die EVs 58, 58a und EVza 59 wurden die in den Abb. 7.27 und 7.28 dargestellten Lötflanken entwickelt. Die Lötflanken im Kabelabschlußraum haben im EVs 58 oder 58a wie im EVza 59 die gleiche Form erhalten; sie unterscheiden sich nur im Schaltraum. Im EVza 59 sind im Schaltraum im allgemeinen Schraubklemmen zu finden. Im EVs 58 und 58a ist dagegen die Lötflanke im Schaltraum so gestaltet worden, daß sie in der oberen Vertiefung den **Schalt-draht zum Durchschalten der Ortsanschlußleitung** und in der darunter seitlichen

Aussparung einen zweiten Schaltdraht — z. B. den, der zum Überspannungsschutz führt — aufnehmen kann. Die Isolierung soll etwa 2 mm vor dem Löt-haken, der Lötöse oder der Löt-fahne enden.

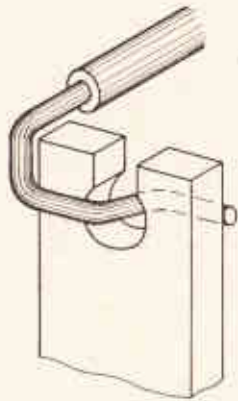


Abb. 7.27 — Löt-fahne im
Kabelabschlußraum
des EVs 58, 58 a und EVza 59

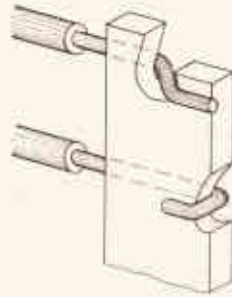


Abb. 7.28 — Löt-fahne im
Schaltraum
des EVs 58 und 58 a

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

Achtung:

Wenn die Kolbenspitze nicht heiß genug ist, dauert das Löten zu lange. Die Wärme hat Zeit, im Leiter zu wandern und zerstört die Isolierung. Das Kolophonium kann seine Schutz-wirkung nur über einen kurzen Zeitraum ausüben, bei längerer Löt-dauer tritt eine Oxydation auf. Wenn das Löt-zinn nicht flüssig war, sondern nur bis zu einem breiigen Zustand erwärmt wurde, findet keine innige Oberflächen-legierung zwischen den Metallen statt. Die Gefahr der Elementbildung, Gleichrichterwirkung und elektrolytischer Zersetzung ist nun — besonders bei wechselnder Luftfeuchte — gegeben. Solche „kalten Lötstellen“ führen zu störenden Spannungs-abfällen. Kalte Lötstellen können auch durch unsaubere Drähte und Lötstifte sowie durch alte Löt-zinnreste verursacht werden. Bei der Lötung muß daher unbedingte Sauberkeit herrschen! Die Lötung muß rasch gehen!

Beim Löten muß die Löt-kolbenspitze in die Nähe des Lötstiftes gebracht, etwas Löt-zinn auf der Kolbenspitze geschmolzen und diese dann sofort gegen den Lötstift gehalten werden. Dabei dringt die Wärme über das flüssige Löt-zinn auf den Lötstift und den heran-geführten Draht. Wenn die so durchwärmte Lötstelle mit dem Ende eines Stücks Röhrenzinn berührt wird, wird sie von dem flüssig werdenden Kolophonium überzogen und von dem schmelzenden Zinn durchflossen. Im Augenblick des „Fließens“ ist der Kolben abzu-nehmen, damit die wärmeempfindliche Adernisolation nicht über-mäßig erhitzt und verbrannt wird. Draht und Lötstift sind nach dem Erkalten des Löt-zinns metallisch fest miteinander verbunden. Über-stehende Drahtenden können mit dem Schrägschneider abgeschnitten werden; dabei ist darauf zu achten, daß sie nicht in die Lötstiftreihen des Hauptverteilers fallen, denn sie könnten hier sonst Betriebs-störungen verursachen.

Die Spitzen der Raupen von Kabeladern der Fernkabel und der Orts-verbindungskabel sowie der 0,4 mm starken Ortsanschlußkabeladern, wenn sie in 0,6 mm dicke Adern übergehen, werden, wenn sie papier-isoliert sind, verlötet, um Kontaktfehler und Übergangswiderstände zu vermeiden.

Beim Spleißen der Raupen müssen wir darauf achten, daß sie nicht mit den Fingern berührt werden, denn feuchte Hände haben eine Korrosion der Adernoberfläche zur Folge. Um diesen Arbeitsvorgang zu verkürzen, werden mehrere Raupen gleichzeitig zum Verlöten vorbereitet. Auf der heißen Kolbenspitze wird eine kleine Menge Löt-zinn geschmolzen und sogleich gegen die Spitze der Raupe gedrückt. Darauf wird das Röhrenlötzinn so auf die Raupe gehalten, daß das Kolophonium und Löt-zinn etwa 10 mm durch die Raupe läuft.

7.3.3. Grundsätzliches über Kabelspleißarbeiten von papierisolierten Kabeladern

7.3.3.1. Vorrichtungen der Kabeladern

Die Kabelenden müssen zunächst so hingebogen und befestigt werden, daß die Spleißstelle möglichst handlich gefertigt und nach dem Verlöten einwandfrei gelagert werden kann. Die Länge der Spleiß-stelle hängt von der Länge der zu verwendenden Muffe und diese wiederum von dem Durchmesser des Kabels ab. Da der Mantel des Kabels später an beiden Seiten in den Muffenhals der Bleimuffe oder in den Lötstutzen des Endverschlusses hineinragen muß, ist der Mantel entsprechend kürzer abzutrennen. Vor dem Abtrennen des Bleimantels ist zu prüfen, ob das Kabel mit einem Ventilstutzen

versehen und mit Druckluft gefüllt ist; es müßte dann erst der Luftdruck im Kabel gemessen werden. Wir benutzen dazu — wie schon erwähnt — einen gewöhnlichen Reifendruckmesser. Es müssen mindestens noch 0,3 atü gemessen werden.

An der Trennstelle wird der Bleimantel mit dem Kabelmesser ringförmig eingeschnitten und durch Hin- und Herbiegen von der Kabelseele abgezogen. Ist der Mantel nicht am Ende, sondern an einer beliebigen Stelle des Kabels abzutrennen, so ist er auf beiden Seiten ringförmig einzuschneiden. Um das eingeschnittene Mantelstück von der Kabelseele zu entfernen, muß der Bleimantel durch zwei Längsschnitte im Abstand von etwa 1,5 cm tief eingekerbt, an einer Seite hochgebogen und mit einer geeigneten Zange aufgerollt werden. Der Bleimantel kann nunmehr mit einer Zange auseinandergebogen und abgenommen werden. Der am Ringschnitt entstandene Grat muß abgeschabt oder abgefeilt werden; zum Schutz der Papierisolation wird die Kabelseele am Ringschnitt mit Nesselband oder Glasgewebeband umwickelt.

Beim PMbc-Kabel muß die Bewehrung — je nach Größe der Löt-muffe — abgesetzt und nach Fertigstellung der Lötstelle wieder galvanisch durchverbunden werden. Wie hierbei zweckmäßig vorzugehen ist, wird nachstehend beschrieben (vgl. hierzu auch Abb. 7.29):

Die äußere Schutzhülle ist durch einen Drahtwickel (äußerer Abbund) festzulegen. Vor diesem Wickel zur Spleißstelle hin ist die Schutzhülle abzutrennen und zu entfernen. Die nunmehr freiliegenden Bewehrungsdrähte sind auf etwa 9 cm Länge ab Drahtwickel zu kürzen, hochzubiegen und mit einem petroleumgetränkten Lappen vom Teer zu reinigen. Die innere Schutzhülle unter den verbliebenen Bewehrungsdrähten ist ab äußeren Abbund in einer Reihe von 50 mm mit einigen Lagen Weich-PVC (Koroplast oder Isolierband) und darüber mit Glasgewebeband zu bewickeln. Die Bewehrungsdrähte sind nunmehr in ihre alte Lage zu bringen und durch einen 2. Drahtwickel (innerer Abbund), der am Ende der Weich-PVC-Bandage anzubringen ist, festzulegen. Die Bewehrungsdrähte sind zwischen den beiden

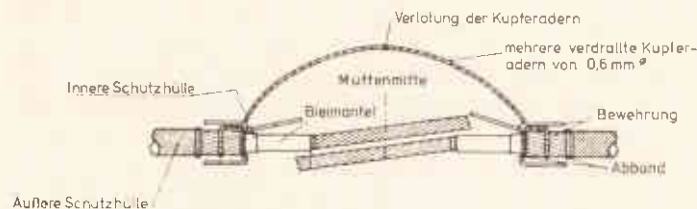


Abb. 7.29 — PMbc-Kabelenden mit abgesetzter Bewehrung

Abbunden mit einer Stahlbürste gut zu reinigen. Um diese gereinigte Stelle ist ein aus mehreren 0,6 mm starken Kupferdrähten bestehendes Seil zu legen, mit der Lötpaste Flusol zu bestreichen und mit Röhrenlötzinn rundherum zu verlöten. Die Enden der Bewehrung können nunmehr zurückgebogen und mit Weich-PVC-Band fest umwickelt werden. Die innere Schutzhülle vor dem inneren Abbund kann jetzt entfernt werden. Sie ist jedoch nicht unmittelbar hinter dem Abbund, sondern erst nach 20 mm abzutrennen, damit diese Schutzhülle später mit in die Korrosionsschutzbinde hineingebunden werden kann und der Bleimantel völlig geschützt ist. Die nun folgenden Arbeitsgänge, wie Absetzen des Bleimantels, Spleißen der Adern und Zulöten der Muffe, unterscheiden sich nicht von denen am PM-Kabel. **Nach dem Spleißen und Verlöten der Muffe muß die Bleimuffe mit einer Korrosionsschutzbinde (vgl. hierzu auch Abschnitt 7.3.4) umwickelt werden.** Zum Abschluß werden die beiden Kupferseile im weiten Bogen zur Mitte geführt und miteinander verlötet. **Bei Übergangsspleißstellen zwischen Röhren- und Erdkabel ist die Bewehrung des Erdkabels mit dem Bleimantel des Röhrenkabels leitend zu verbinden.**

Die Enden des **Stahlwellmantelkabels** müssen zunächst von den Korrosionsschutzlagen (Kunststoffaußenhüllen) durch Anwärmen entfernt und der Metallmantel von den anhaftenden Resten der Schutzmasse durch Abwischen mit petroleumgetränktem Lappen gesäubert werden. Das Absetzen des Wellmantels wird mit Hilfe des sogenannten **Wellenschneiders**, eines den Eigenheiten des Wellmantels angepaßten Spezialschneidewerkzeugs, vorgenommen; er wird auf dem Wellenberg aufgesetzt und eineinhalbmal um die Kabelachse herumgezogen. Durch Drehen des abzusetzenden Mantelstücks um die Kabelachse läßt sich das Mantelstück so weit lockern, daß die beiden angeschnittenen Wellenberge mit der Wellenschere abgeschnitten und der Mantel abgezogen werden kann. Um den von der Kunststoffhülle befreiten Teil des Stahlwellmantels, der nicht in den Muffenhals hineinragt, vor Rostbildung zu schützen, muß der **Korrosionsschutz voll wiederhergestellt** werden. Dazu wird der freie Teil bis über den Lötswulst hinaus zunächst mit Füllmasse, Sorte SP, bestrichen und dann mit Glasgewebeband umwickelt. Danach wird die Bleimuffe mit PVC-Band — von der Muffenmitte beginnend und halb überlappend — bis auf 100 mm auf den PVC-Mantel in 2 Lagen bewickelt und der ganze Vorgang noch einmal wiederholt. Das Band muß faltenfrei aufgewickelt werden und darf keine Spannung enthalten. Der weitere Vorgang unterscheidet sich nicht von dem am Bleimantel.

Sind die Kabel so vorbereitet, ist die Kabelseele bis auf 1 cm vor dem Mantel von der Papierumhüllung zu befreien. Dann müssen die freigelegten Kabeladern Lage für Lage, ohne sie zu knicken, zurückgeschlagen und am Kabelhals eingebunden werden. Dabei ist die

Zählweise der Adern, wie sie im Abschn. 4.2.4 beschrieben wurde, zu berücksichtigen. **Das ist notwendig, um beim Spleißen das Greifen der richtigen Viererseile zu erleichtern und sie nicht zu vertauschen.**

7.3.3.2. Abbrühen der Kabeladern

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

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

Soll erreicht werden, daß die Adern wirksam isoliert sind, so muß die Temperatur der Abbrühmasse während des ganzen Vorgangs 120 °C betragen. Beim Abbrühen ist besondere Vorsicht am Platze, damit Verbrennungen vermieden werden. Aus Sicherheitsgründen (Brandgefahr beim Erhitzen der Masse über 150 °C) darf der zum Erhitzen der Abbrühmasse benutzte Ofen nicht im Kabelschacht, in geschlossenen Räumen oder im Zelt, sondern nur im Freien aufgestellt werden.

7.3.3.3. Prüfen der Kabeladern

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

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

- a) richtige Adernfolge,
- b) Stromdurchgang,
- c) Berührung mit anderen Adern und
- d) Berührung der Adern mit dem Kabelmantel.

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

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

Zum Prüfen wird ein sogenanntes **Kabeladernprüfgerät** benutzt, das entsprechend dem Prinzip der Schaltung in Abb. 7.30 arbeitet. Das Prüfgerät besteht aus zwei Sprechgarnituren und der Prüfeinrichtung.

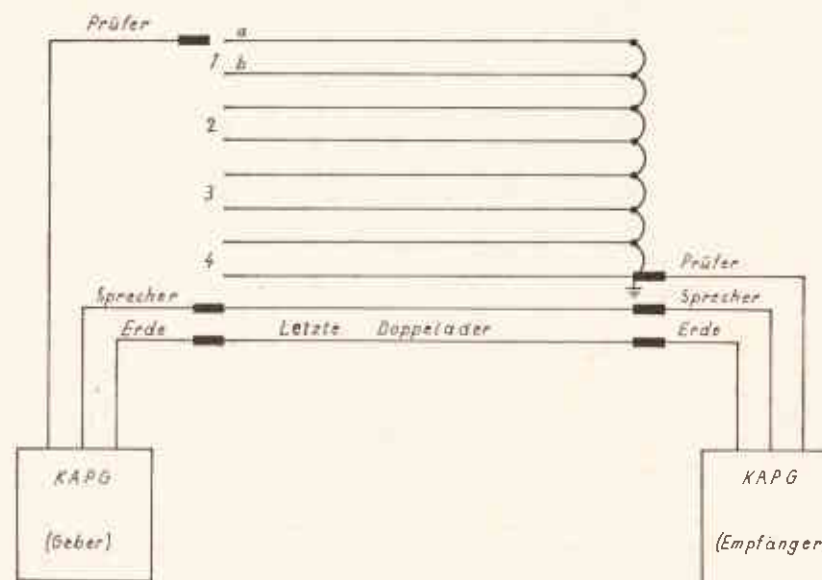


Abb. 7.30 — Adernprüfschaltung

Der Lötter A befindet sich bei der Spleißstelle und der Prüfhelfer B in der OVSt am HVt, LVz oder beim KVz. Der Prüfhelfer ertdet am Kabelabschluß alle Adern bis auf die letzte Doppelader (Abb. 7.31), in die sich die Prüfer mit ihren Sprechgarnituren einschalten. Der Prüfstrom verläuft über den Schnarrwecker W, die zu prüfende Ader und die letzte Doppelader. Beim Ansprechen des Schnarrweckers W wird in beiden Fernhörern ein Summertone wahrgenommen. Zur Prüfung auf richtige Adernfolge hält der Lötter A den Prüfpol an die Ader 1a, ertönt der Summertone, nimmt der Prüfhelfer B die Erde von der Ader 1a ab. Der Summertone muß verstummen, wenn die richtige Ader gefunden wurde. Wenn auf diese Weise die 4 Adern des ersten Viererseils geprüft und gut sind, kann es verspleißt und das nächste geprüft werden.

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

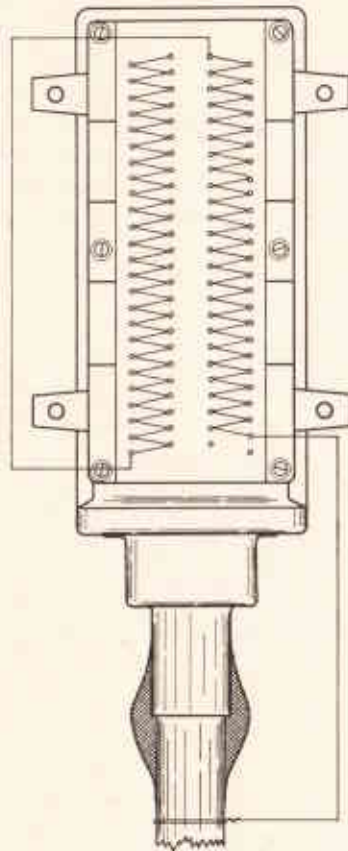


Abb. 7.31 — Geerdeter Endverschluß

Ist das Kabel noch nicht am Hauptverteiler, LVz oder KVz abgeschlossen, so muß eine sogenannte **Prüfblume** (Abb. 7.32) gefertigt werden, um die Adern entsprechend der Schaltung in Abb. 7.30 prüfen zu können. Zu diesem Zweck wird das Kabel auf 20 bis 50 cm Länge je nach Anzahl der Lagen entmantelt und abgebrüht. Die äußere Lage ist oberhalb der Kabelmantelkante mit Nesselband oder Glasgewebeband zu umwickeln und so abzubiegen, daß sie strahlenförmig absteht. Ebenso sind die anderen Lagen aufzuteilen. Damit die strahlenförmig abstehenden Adern so verbleiben, wird jedes Viererseil (VS) mit einem dünnen fortlaufenden Draht auf etwa zwei Drittel der Länge umwickelt. Die Adern jedes VS werden in der Zählfolge auseinandergespreizt, an den Spitzen auf etwa 1,5 cm abisoliert und mit einem blanken Kupferdraht geerdet.

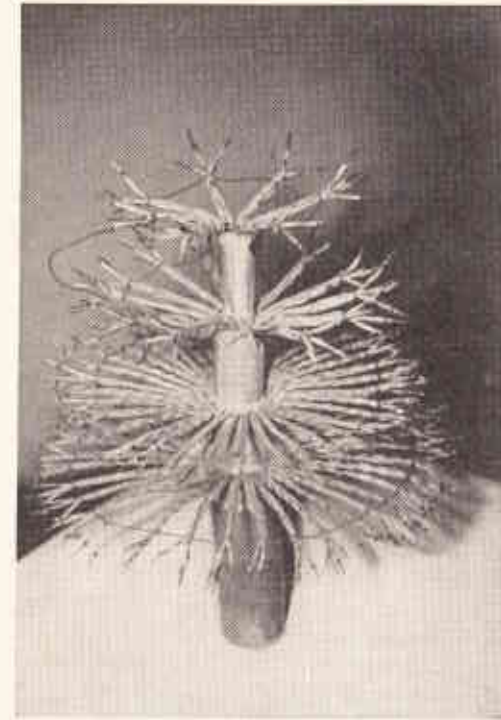


Abb. 7.32 — Prüfblume

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

Kann die Prüfblume nicht dauernd trocken gehalten werden, oder lassen andere Gründe die Fertigung einer Prüfblume nicht zu, so ist als Notbehelf ein sogenannter **Prüfstumpf** (Abb. 7.33) herzustellen, um wenigstens die Zusammengehörigkeit der Adern prüfen zu können. Zwecks Anfertigung des Prüfstumpfs muß das freiliegende Ende des Kabels auf etwa 30 bis 50 cm Länge je nach Anzahl der Lagen abgemantelt werden. Daraus sind die einzelnen Lagen vom



Abb. 7.33 — Prüfstumpf

Ende des Bleimantels her so weit zurückzuschneiden, daß in Richtung der innersten Lage von Lage zu Lage die Adern um je 5 cm länger stehen bleiben.

Jedes Adernpaar wird an der Spitze etwa 1,5 bis 2 cm abisoliert und miteinander verwürgt. Die Würgestellen sind durch übergeschobene Isolierhülsen zu isolieren. Um zu verhüten, daß Feuchtigkeit eindringen kann, ist über den Kabelstumpf ein alter Bleimantel als Schutzhülle zu schieben und zu verlöten.

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

7.3.3.4. Das Anfertigen der Würgestellen

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

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

Die zusammengehörenden Adern sind an der Verbindungsstelle übereinanderzulegen und mit Papier zwei Schläge nach rechts herum lose zu verdrehen. Die Papierisolation kann nun mit der Abisolierzange abgestreift und die blanken Drähte können weiter, aber nicht zu fest, auf einer Länge von etwa 3 cm miteinander verwürgt werden. Nachdem die überschießende Länge mit dem Seitenschneider abgeschnitten und die letzten Schläge der Raupe mit der Schnabelzange fest nachgezogen sind (Abb. 7.34), legt man die Würgestelle in Rich-

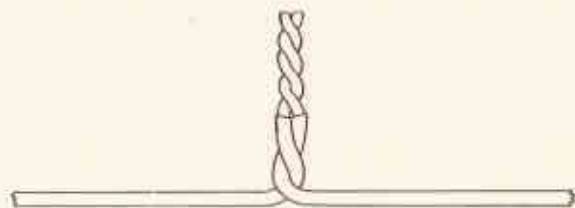


Abb. 7.34 — Kabelader verwürgt

tung der Ader, aber entgegen der Isolierhülse um und schiebt die Isolierhülse über die Würgestelle (Abb. 7.35). Nur dann, wenn Würgestellen aus 0,4 und 0,6 mm starken Kupferadern — z. B. in der Aufteilungsmuffe — herzustellen sind, sind diese vor dem Umlegen der Raupen zunächst zu verlöten und erst dann mit der Isolierhülse zu schützen.

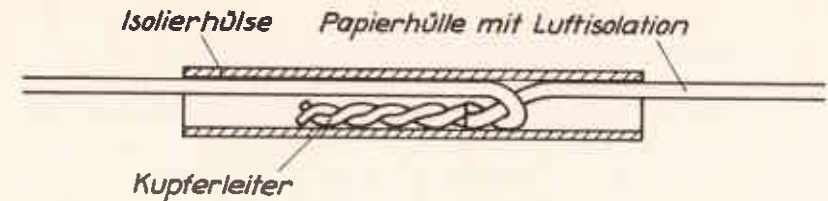


Abb. 7.35 — Durch Isolierhülse geschützte Kabelader

Die Isolierhülsen eines Viererseils müssen nebeneinander, die der anderen Viererseile gegeneinander versetzt liegen, und zwar so, daß die Hülsen des einen VS an die der vor- oder zurückzählenden VS anschließen; die Spleißstelle bleibt dadurch schlank. Man kann aber auch die Hülsen lagenweise zusammenfassen und sie Lage für Lage versetzt anordnen. Diese Methode hat den Vorteil, daß eine bestimmte Ader, besonders in einem höherpaarigen Kabel, besser und schneller herausgesucht werden kann. Die Gruppenringe sind von beiden Seiten dicht an die Isolierhülsen eines jeden VS heranzuschieben und die ganze Spleißstelle mit Nesselband oder Glasgewebeband einzubinden. **Vor dem Zulöten darf nicht das Einlegen der nötigen Menge Blaugel oder Siogel und das Vorverzinnen der in die Muffenhülse hineingeragenden Kabelmäntel vergessen werden.** Das Verlöten der Kabelmuffen mit dem Bleimantel wurde bereits im Abschn. 7.3.2.1 beschrieben.

7.3.4. Herstellen der Verbindungs- und Abzweiglötstellen von papierisolierten Kabeladern

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

1. Sichern der Baustelle,
2. Öffnen des KSch oder Ausheben der Lötgrube,
3. Prüfen auf Gasfreiheit,
4. Aufstellen des Zeltes und des Kabellötovens bzw. Heizstrahlers,
5. Vorrichten der Kabeladern,
6. Vorprüfen der Kabeladern,
7. Spleißen und eventuell Verlöten der Kabeladern,
8. Nachprüfen der verspleißten Kabeladern,
9. Einbinden der Spleißstelle,
10. Einbringen des Trockenmittels (Blaugel/Siogel),

11. Verlöten der Spleißstelle,
12. Benummern der Lötstelle und
13. Lagern der Lötstelle.

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

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

In einer **Abzweiglötstelle** (Abb. 7.36) werden mehrere verschiedenpaarige Kabel miteinander verspleißt. Ist ein Kabel in mehrere Kabel aufzuteilen, sind die abzuzweigenden Adernpaare entsprechend dem Spleißplan (vgl. auch Abschn. 10) — er schreibt die Aufteilung der Adern vor — übersichtlich und ohne Kreuzungen zu trennen, damit bei späterer Fehlerermittlung keine Schwierigkeiten auftreten. **Die einzelnen Teilkabel sind jedes für sich herzurichten und mit Nesselband oder Glasgewebeband in der Spleißstelle abzubinden.**

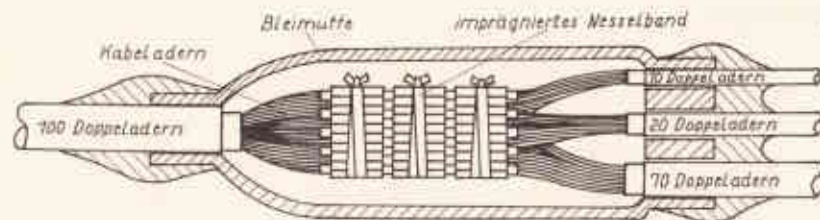


Abb. 7.36 — Lötstelle mit dreifacher Verzweigung

Die Lötstellen müssen entsprechend den Angaben im Netzplan benummert werden (vgl. auch Abschn. 10), um erforderlichenfalls das gesuchte Kabel bei späteren Arbeiten am Kabel oder an der Lötstelle schnell herausfinden zu können. Die Bezeichnungen (Buchstaben und Zahlen) werden mit Schlagbuchstaben und Schlagzahlen an Ort und Stelle in einen aus Blei bestehenden Kabelbezeichnungstreifen eingeschlagen, der dann nahe der Lötstelle um das Kabel herumgelegt wird.

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

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

Zum **Schutz der Erdkabel-lötstellen gegen Bleimantelbrüche** infolge Bodensenkungen muß die Lötstelle 30 cm aus der Kabeltrasse abgebogen und auf gewachsenem Boden gelagert werden. Ist kein gewachsener Boden vorhanden, muß die Bodenschüttung unter der Löt-muffe besonders sorgfältig verdichtet werden und mit Beton-Abdeckplatten oder Ziegeln abschließen. Darüber ist eine 10 cm hohe, steinfreie, verdichtete Erdschicht bis in die Höhe der ehemaligen Grabensohle aufzubringen. Erst auf diese Erdschicht wird die Löt-muffe gelagert und zur Verhinderung mechanischer Beschädigung mit einer 10 cm hohen steinfreien Erdschicht eingedeckt, auf die dann eine weitere Lage Betonabdeckplatten bzw. Ziegel aufzubringen ist.

7.3.5. Verbinden der kunststoffisolierten Kabeladern

In den vorhergehenden Abschnitten haben wir erfahren, wie die Verbindungs- und Abzweiglötstellen der papierisolierten Kabeladern hergestellt werden. In diesem und dem folgenden Abschnitt werden die Besonderheiten, die bei der Montage der kunststoffisolierten Kabeladern zu berücksichtigen sind, behandelt.

Da sowohl die Kabeladernverbindung in den **PE-Muffen** wie in den **Schraub-Klemm-Muffen** in gleicher Weise vorgenommen wird, wollen wir uns zunächst mit der **Adernverbindung bündelverteilter PE-Ok** befassen.

(Der in den Abb. 7.38 bis 7.43 benutzte Aufteilungskamm wird nicht mehr hergestellt. Die neuen Kämmen entsprechen denen der Abb. 7.20 und 7.24.)

Die Arbeitsgänge sind folgende:

Absetzen der Kabel und Aufteilen der PE-Ok in die Hauptbündel:

Auf die Hauptbündel beider Kabelenden sind, nachdem sie abgesetzt sind, graue PE-Ringe bis an die Austrittsstellen der Kabelmäntel aufzuschieben. Für die Zählbündel sind rote Ringe zu verwenden. Die Ringe sind mit der jeweiligen Bündel-Nr. zu kennzeichnen. Damit die Bündel nicht auseinanderfallen, sind ihre offenen Enden mit Isolierband oder mit Glasgewebeband fest zu umwickeln (Abb. 7.37).

Aufteilen der Hauptbündel in ihre Grundbündel:

Die Hauptbündel werden unter Verwendung der farbigen Gruppenringe in ihre Grundbündel aufgeteilt. Auf die Grundbündel 1 bis 5 (Hauptbündel zu 50 DA) werden die Gruppenringe in der Zählfolge entsprechend der Farbfolge rot, grün, grau, gelb, weiß aufgeschoben. Bei Hauptbündeln zu 100 DA wird für die ersten 5 Grundbündel gleichermaßen verfahren; für die Grundbündel 6 bis 10 werden die Gruppenringe aus Kunststoff (GRK) halbiert und in der gleichen Farbfolge auf die Grundbündel aufgeschoben (Abb. 7.37).

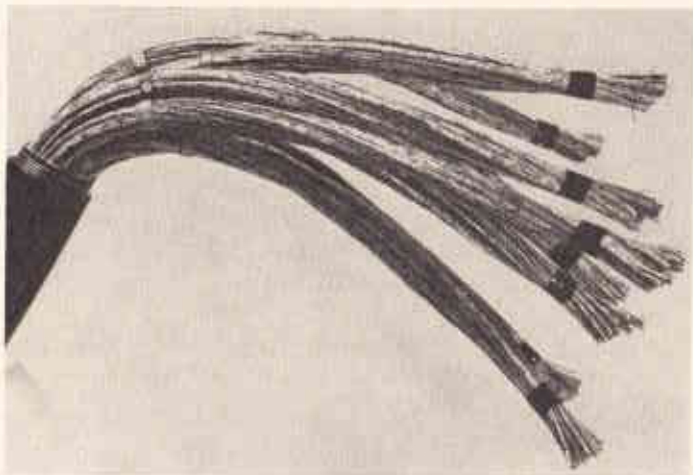


Abb. 7.37 — Aufteilen der PE-OK in die Hauptbündel

Anbringen des Aufteilungskammes:

Nach dem Aufteilen wird der Aufteilungskamm mit den daran befindlichen Bandschellen beiderseits der Absetzstellen auf den Kabelmänteln der miteinander zu verbindenden Kabelstücke befestigt. Dabei ist zu beachten, daß bei Kabeln mit Hauptbündeln zu 100 DA alle Zähne des Kammes und bei Kabeln mit Hauptbündeln zu 50 DA

mindestens die mittleren 6 Zähne über dem Verbindungsraum liegen. Die Haltearme des Aufteilungskammes mit den Schlitten sind so zu verschieben, daß der eigentliche Kamm in der Achse der zu verbindenden Kabelstücke liegt. Ist er in der richtigen Lage, werden die Haltearme mit den Kordelschrauben auf den Bandschellen festgelegt (Abb. 7.38).

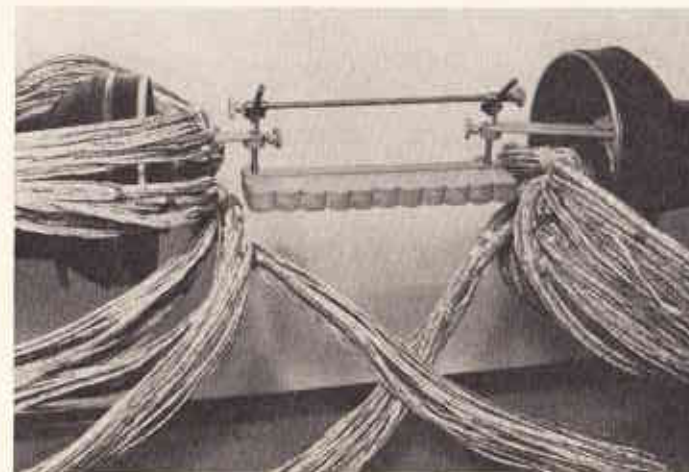


Abb. 7.38 — Anbringen des Aufteilungskammes

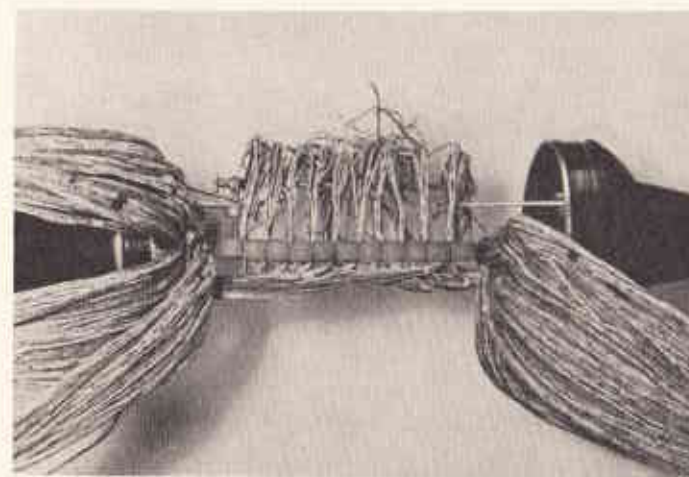


Abb. 7.39 — Einlegen der Viererseile in den Aufteilungskamm

Einlegen der Grundbündel in den Aufteilungskamm:

Die Grundbündel jeweils eines Hauptbündels werden zwischen die Zähne (Lücken) des Kammes geschoben (begonnen wird mit den unten liegenden Hauptbündeln). Bei Hauptbündeln mit 100 DA kommen in die erste Lücke vom ankommenden Kabelstück aus gesehen die 5 Viererseile des kommenden und gehenden Grundbündels 1. Bei Hauptbündeln zu 50 DA kommen die Grundbündel 1 beider Kabelstücke in die Lücke zwischen Zahn 3 und 4. Die Viererseile werden in der Zählfolge (1 kommend, gehend; 2 kommend, gehend usw.) eingelegt (Abb. 7.39).

Auf dieselbe Art werden die Viererseile der Grundbündel 2 bis 10 (bzw. 2 bis 5) in der Zählfolge in die nachfolgenden Lücken der Zahnreihe eingeschoben.

Kürzen der Viererseile:

Die im Aufteilungskamm hochstehenden Viererseile müssen auf gleiche Länge geschnitten werden (Abb. 7.40). Das Maß dafür muß so gewählt werden, daß nach der ersten Verbindung der Adern mit der AVH, falls diese abgetrennt werden muß, noch 2 Verbindungen nachgesetzt werden können.

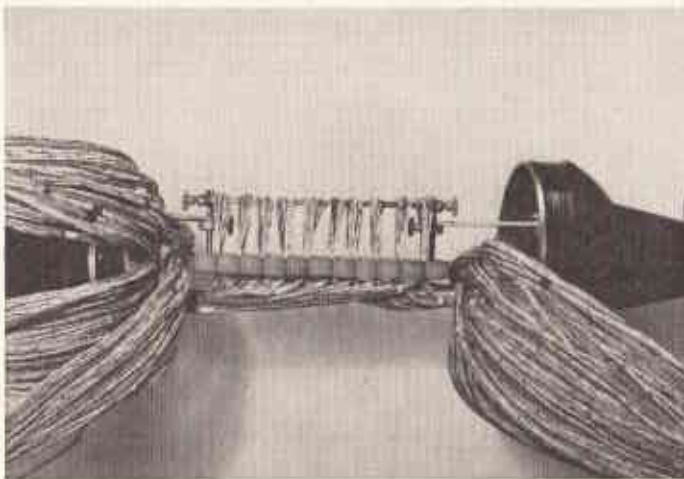


Abb. 7.40 — Gekürzte Viererseile

Aufsetzen und Zusammendrücken der AVH:

Zunächst werden auf die zu verbindenden Adern der Viererseile 5 von allen Grundbündeln des kommenden und des gehenden Kabels die AVH aufgeschoben (Abb. 7.41). Mit der Adernverbindungs- zange wer-

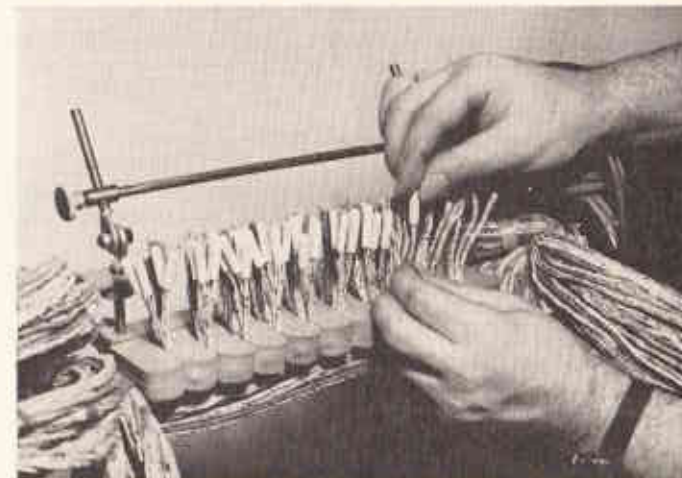


Abb. 7.41 — Aufsetzen der Adernverbindungshülsen

den die Hülsen zusammengedrückt. Nach dem Verbinden werden die Adern innerhalb der Viererseile leicht verdreht und vom Kamm zurückgebogen (Abb. 7.42).

Anschließend wird der gleiche Arbeitsgang für die Viererseile 4, 3, 2 und 1 durchgeführt. Ein Vertauschen von Adern aus benachbarten Viererseilen ist hierbei praktisch ausgeschlossen, da bei jedem Arbeitsgang nur Viererseile gleicher Kennfarbe zu verbinden sind.

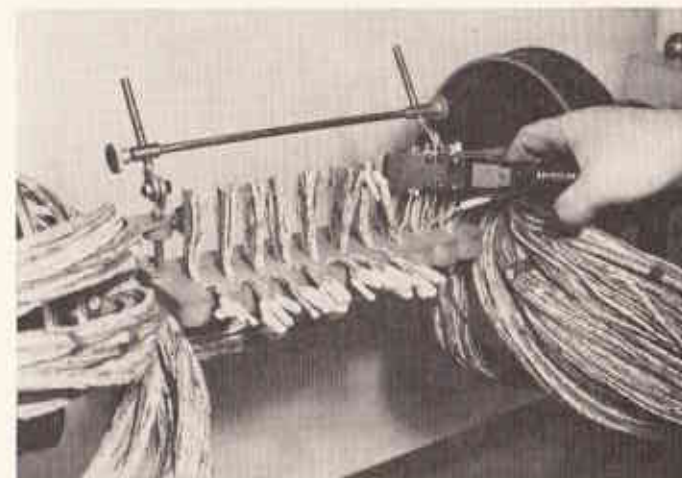


Abb. 7.42 — Zusammendrücken der AVH

Es muß aber darauf geachtet werden, daß beim Aufschieben der AVH keine Adern vertauscht werden (Ringkennzeichnung wie bei papierisolierten Leitern!).

Ordnen der Bündel in der Verbindungsstelle:

Um die durch den Aufteilungskamm gegebene Ordnung innerhalb der Verbindungsstelle zu behalten, sind die Viererseile der einzelnen Grundbündel an der Austrittsstelle aus dem Hauptbündel miteinander zu verdrehen und alle jeweils zu einem Grundbündel gehörenden AVH mit Isolierband zu einem Bündel zusammenzuwickeln. Zwischen den Austrittsstellen der Grundbündel aus den Hauptbündeln sind die Hauptbündel mit Isolierband zusammenzuhalten. Bei Hauptbündeln zu 100 DA sollte dies mindestens an 4 Stellen geschehen, bei Hauptbündeln zu 50 DA genügt es an 2 Stellen (Abb. 7.43). Für alle Isolierbandwickel an Grund- bzw. Hauptbündeln, die die Zählfolge bestimmen, ist rotes Isolierband und für alle anderen Bündel graues Isolierband zu verwenden.

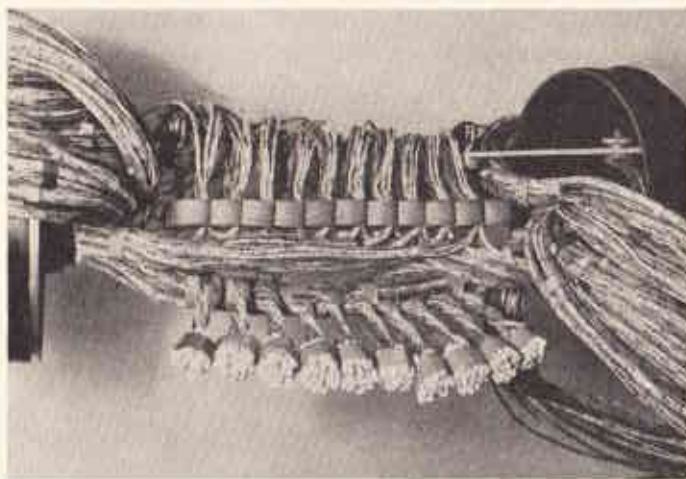


Abb. 7.43 — Bündelordnung in der Verbindungsstelle

Einwickeln der Verbindungsstelle:

Nachdem alle Adern der Hauptbündel miteinander verbunden und die Verbindungen innerhalb der Hauptbündel grundbündelweise geordnet sind, wird der Adernvorrat aller Grundbündel in die Zwischenräume der Hauptbündel gedrückt. Die Bündel der AVH bleiben axial zum Kabel stehen (Abb. 7.44). In die Verbindungsstellen sind

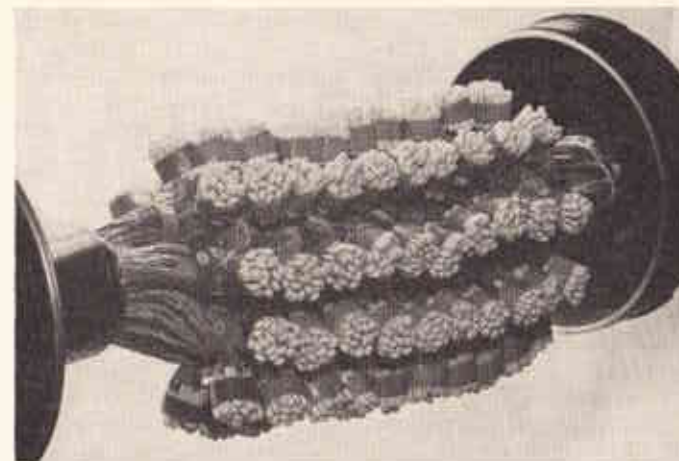


Abb. 7.44 — Einwickeln der Verbindungsstelle

2 bis 3 Beutel Kieselgel zur Bindung der während der Arbeiten aufgenommenen Luftfeuchtigkeit einzulegen.

Um die gesamte Verbindungsstelle wird die der Muffe beigegebene Folie gewickelt (Abb. 7.45). Die Folie besteht aus 2 Teilen Hartpappe, deren Länge etwa der halben Länge der Verbindungsstelle entspricht. Dadurch ist es möglich, die Folienhälften auch nachträglich noch beiderseits in die Muffenköpfe einzuschieben. Die um die Verbindungsstelle gewickelten Folienteile werden mit Isolierband festgelegt.

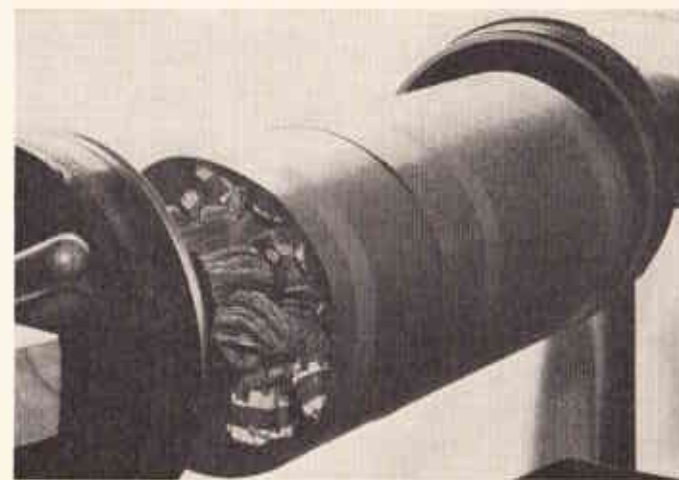


Abb. 7.45 — Verbindungsstelle mit Folie

7.3.6. Montage der PE-Muffen und der Schraub-Klemm-Muffen

Die Entwicklungsarbeiten der PE-Kabeltechnik wurden im Benehmen mit der DBP von mehreren großen Industriefirmen geleistet. Diese Firmen haben es auch übernommen, einen Teil unserer Fernmeldebaudienstkräfte in die neue Kabelverbindungstechnik einzuweisen. Um unseren wie den Kräften der Firmen, die für die DBP als Auftragnehmer bei Kabelarbeiten tätig sind, die Handhabung der PE-Kabeltechnik zu erleichtern, haben die Entwicklungsfirmen **Montagevorschriften** aus der Praxis heraus entwickelt, und zwar eine **Vorschrift für PE-Muffen** und eine für **Schraub-Klemm-Muffen**.

Damit die Montagevorschrift bei der Verarbeitung der Muffen jederzeit vorliegt, sind sie jeder Muffe beigelegt. Die Montagevorschrift für PE-Muffen enthält 36 bebilderte Arbeitsgänge und die der Schraub-Klemm-Muffen 39 bebilderte Arbeitsgänge. Auf diese Weise werden Arbeitsfehler verhindert bzw. keine notwendigen Arbeitsgänge übersehen. Die weitere Erörterung der Montage dieser Muffen erübrigt sich an dieser Stelle. **Wenn Sie während Ihrer praktischen Ausbildung solche Muffen fertigen müssen, halten Sie sich genau an die den Muffen beigelegten Montagevorschriften.**

8. Druckluftüberwachung von Ortskabeln

Wie wir bereits wissen, werden neue Röhren-, Brücken- und Flußkabel vom Kabelwerk mit Druckluft gefüllt an die Baustelle oder Lagerstelle versandt. **Um unsere eingebauten Hauptkabel und Ortsverbindungskabel im Ortsnetz während des Betriebes unter Kontrolle zu halten, d. h. festzustellen, ob die Kabelmäntel luftdicht sind, können in den Vermittlungsstellen sogenannte „stationäre Druckluftprüf- und Trocknungsanlagen zur Kabelüberwachung“ eingesetzt werden.** Die an diese Anlage angeschlossenen Ortskabel sind dauernd mit **trockener Druckluft** gefüllt. **Sollte ein Kabel undicht werden, wird dies über ein besonderes Sicherungs- und Kontrollsystem im Wählersaal angezeigt.** Der zu dieser Anlage gehörende Kompressor-Teil mit den erforderlichen Aggregaten zur Erzeugung der Trockenluft und die Verteilungstafel für die Druckluftüberwachung der einzelnen Kabel befinden sich gewöhnlich im Kabelaufteilungsraum der OVSt (Abb. 8.1). Die Kabel werden einzeln über Druckluftventile, die sich vor den Stopfstellen auf dem Kabel befinden, und Schläuche an die Verteilertafel angeschlossen. Tritt ein Kabelmantelfehler an den angeschlossenen Kabeln auf, so entweicht die trockene Druckluft an der Fehlerstelle. Dies hat zur Folge, daß sich automatisch die Druckluftanlage einschaltet und die aus dem Kabel entweichende Luft nachfüllt. Die unregelmäßige Nachfüllung wird über das eingebaute Sicherungs- und Kontrollsystem im Wählersaal sofort durch eine Lampe und einen Wecker angezeigt. Aus dieser Anzeige

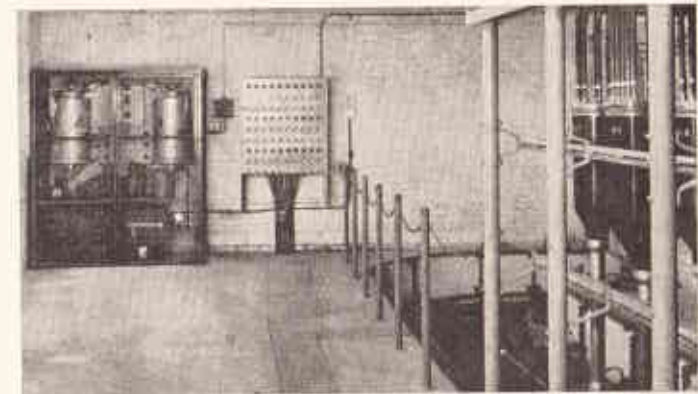


Abb. 8.1 — Gesamtübersicht der stationären Druckluftprüf- und Trocknungsanlage im Kabelaufteilungsraum
(links der Kompressorschrank, rechts die Verteilertafel)

ist zu erkennen, welches Kabel undicht geworden ist. Es kann sofort mit der Fehlereingrenzung durch den Ortskabelmeßtrupp begonnen werden. **Da in dem Kabel ein Luftüberdruck herrscht und die entweichende Luft sofort aus der Druckluftanlage ersetzt wird, kann an der Fehlerstelle kaum Feuchtigkeit in das Kabel eindringen. Das Kabel säuft daher nicht ab; Betriebsstörungen werden so vermieden.**

9. Schutz des unterirdischen Leitungsnetzes gegen Korrosion

Unter **Korrosion** versteht man die **Anfressung** oder gar **völlige Zerstörung von Metallen** durch **chemische** oder **elektrochemische Einflüsse**. Im Bereich des Fernmeldewesens können unerwünschte Korrosionserscheinungen an den metallischen Mänteln solcher Kabel auftreten, die nicht von einer isolierenden Außenhülle umgeben sind, also z. B. bei A-PM-Kabeln. Aber auch für Kabel mit isolierender Außenhülle, wie z. B. für A-PWE2Y-Kabel, besteht erhebliche Korrosionsgefahr, wenn der äußere PE-Mantel schadhaft wird.

In der Mehrzahl aller Korrosionsfälle ist man zur Ermittlung der Korrosionsursachen auf Messungen oder chemische Untersuchungen angewiesen. Diese Aufgaben werden von den **Korrosionsschutzbeamten** wahrgenommen, denen je ein Korrosionsmeßtrupp untersteht und die mit einem besonders eingerichteten Korrosionsmeßwagen ausgestattet sind. Der Zuständigkeitsbereich der Korrosionsschutzbeamten, die organisatorisch den Dienststellen FkU zentral gelegener FÄ angegliedert sind, erstreckt sich auf mehrere OPD-Bezirke.

9.1. Korrosionsarten

Je nach Art der Korrosionsursache unterscheidet man zwischen

- a) **chemischer Korrosion** und
- b) **elektrochemischer Korrosion**.

Chemische Korrosion liegt vor, wenn nichtelektrolytische Stoffe wie Öle und andere Kohlenwasserstoffe auf die metallischen Kabelmäntel einwirken und diese angreifen. Fälle chemischer Korrosion treten so selten auf, daß sie für den **Korrosionsschutz** am unterirdischen Leitungsnetz **ohne praktische Bedeutung** sind.

Die immer mit dem Fließen eines **Korrosionsstromes** verbundene **elektrochemische Korrosion** spielt dagegen bei allen Korrosionsschutzfragen eine bedeutende Rolle, was allein schon aus der Tatsache hervorgeht, daß ein Korrosionsstrom von 1 A im Verlauf eines Jahres 10 kg Eisen oder 33 kg Blei abträgt. Auf die verschiedenen Erscheinungsformen der elektrochemischen Korrosion muß daher näher eingegangen werden.

9.1.1. Korrosion durch Lokalelemente

Durch Unachtsamkeit bei der Herstellung und Verarbeitung von Bleikabeln kann es vorkommen, daß Partikel eines anderen Metalls,

z. B. sehr kleine Kupferteilchen, in die blanke Oberfläche des Bleimantels eindringen und bei gleichzeitiger Anwesenheit von Feuchtigkeit, z. B. in Gestalt eines Wassertropfens, zur Elementbildung führen (Abb. 9.1).

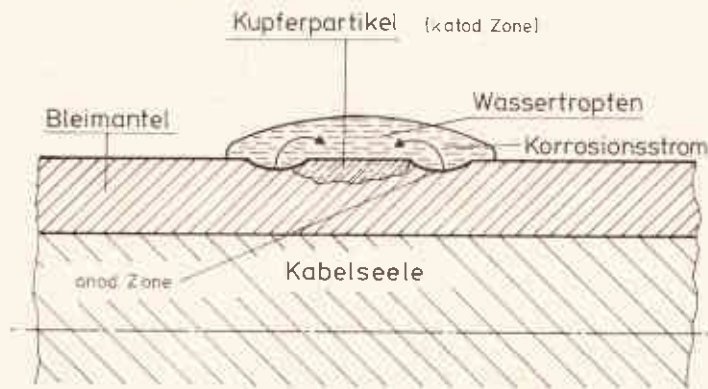


Abb. 9.1 — Lokalelement

Da Kupfer innerhalb der sogenannten elektrochemischen Spannungsreihe ein höheres elektrisches Potential als Blei besitzt, wird in dem aus Kupferpartikel, Elektrolyt (hier Wasser) und Bleimantel bestehenden Element ein Strom fließen, und zwar vom Blei (Anode) durch den Elektrolyten (Wasser) zum Kupfer (Katode), was zur Folge hat, daß das Blei in der Umgebung des Kupferteilchens abgetragen wird; es zeigen sich **Anfressungen**. Es werden immer nur die **Stromaustrittsstellen**, die man auch als „**Anodische Zonen**“ bezeichnet, in **Mitleidenschaft** gezogen.

Elemente dieser Art sind sehr kleinflächig und werden als **Lokalelemente** bezeichnet. Bei einem Lokalelement liegen die **anodischen** und **katodischen Zonen** so eng beieinander, daß der **Korrosionsstrom** nicht gemessen werden kann.

Zur Gruppe der Lokalelemente gehören auch die sogenannten **Belüftungselemente**, die entstehen können, wenn kleine nichtmetallische Fremdkörper (z. B. Sandkörner) die Oberfläche eines Metalls bedecken und damit **unterschiedliche Belüftungsverhältnisse auf der Metalloberfläche** schaffen. Auch hier können eng beieinanderliegende anodische und katodische Zonen entstehen, die Korrosionserscheinungen zur Folge haben.

Korrosionsschäden durch Lokal- und Belüftungselemente lassen sich vermeiden, wenn für Trockenheit und Sauberkeit in der Umgebung der Kabel gesorgt wird.

9.1.2. Korrosion durch galvanische Elemente

Ähnliche Verhältnisse wie beim Lokalelement würden vorliegen, wenn wir nach Abb. 9.2 den Bleimantel eines Kabels mit Hilfe eines Plattenerders aus Kupfer erden wollten.

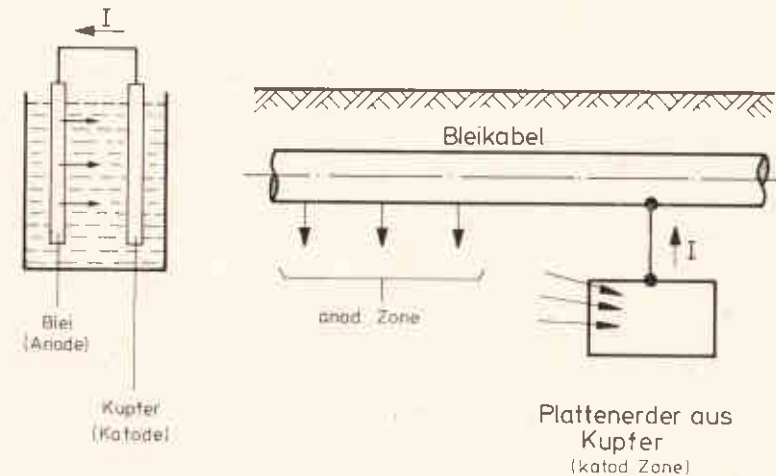


Abb. 9.2 — Galvanisches Element

Die Kupferplatte, der Bleimantel und das Erdreich als Elektrolyt bilden ein sogenanntes **galvanisches Element**, das über die Erdungsleitung **kurzgeschlossen** ist. Der Unterschied zum Lokalelement besteht nur darin, daß hier die anodischen Zonen (Bleimantel) von den katodischen Zonen (Kupferplatte) räumlich getrennt sind und damit der **Korrosionsstrom meßbar wird**, z. B. durch Einschalten eines Strommessers in die Erdungsleitung. Auch hier wird wie beim Lokalelement der Bleimantel angefressen und schließlich zerstört.

9.1.3. Korrosion durch Konzentrationselemente

Beim Auslegen von Erdkabeln kommt es häufig vor, daß **Erdreichzonen unterschiedlichen Gefüges** durchquert werden müssen (Abb. 9.3).

Es entsteht ein sogenanntes **Konzentrationselement**, das dadurch gekennzeichnet ist, daß sich zwei Metalle in elektrolytischen Stoffen unterschiedlicher Zusammensetzung befinden. Im Fall nach Abb. 9.3 bilden sich anodische Zonen am Kabel im Bereich des Moorbodens,

so daß dort mit Korrosionserscheinungen zu rechnen ist. Auch hier sind die anodischen Zonen von den katodischen Zonen räumlich getrennt. Den Korrosionsstrom könnte man mit Hilfe eines Zangenstrommessers am Kabel messen.

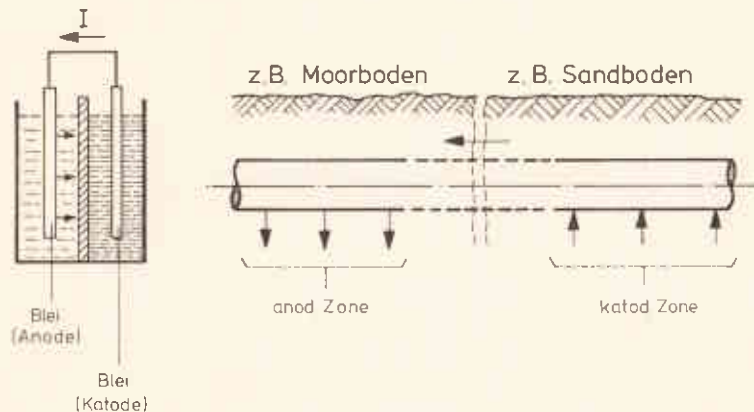


Abb. 9.3 — Konzentrationselement

9.1.4. Korrosion durch elektrolytische Elemente

In Großstädten verlaufen Straßenbahnlinien oft parallel zu Kabelkanalanlagen der DBP. Straßenbahnen sind Gleichstrombahnen, bei denen im allgemeinen streng darauf geachtet wird, daß der Rückstrom die Fahrschienen nicht verläßt. Schienenbrüche und sonstige Unregelmäßigkeiten im Gleisoberbau können aber dazu führen, daß

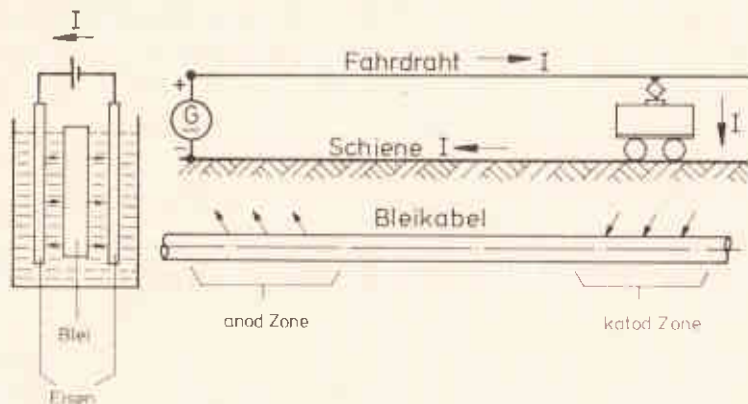


Abb. 9.4 — Elektrolytisches Element

dennoch Teile des Rückstroms aus den Fahrschienen austreten, weil sich bessere Rückleiter, z. B. benachbarte Bleikabel in Kabelkanälen aus Beton, anbieten (vgl. hierzu Abb. 9.4).

Am negativsten Punkt des Straßenbahnnetzes — also am Fußpunkt des speisenden Unterwerks — tritt der Rückstrom wieder aus dem Kabel aus und verursacht dabei sehr rasch voranschreitende Korrosionserscheinungen, die man auch als **Streustromkorrosion** bezeichnet. Das System Schiene — Erdreich (Elektrolyt) — Bleikabel — Fußpunkt stellt ein **elektrolytisches Element** dar, ein Element also, bei dem sich zwei gleiche Metalle (hier zufällig in Anwesenheit eines dritten Metalls, nämlich Blei) in einem gemeinsamen Elektrolyten befinden, wobei der **Korrosionsstrom** durch eine **Außenspannung** hervorgerufen wird.

9.2. Schutzmaßnahmen gegen die Korrosion

Die für alle Fragen des Korrosionsschutzes maßgebenden Vorschriften finden sich

- a) in der FBO 16 B „Korrosionsschutz“ für den Bereich der DBP,
- b) in der VDE-Bestimmung 0150 „Leitsätze zum Schutz von Rohrleitungen und Kabeln gegen Korrosion durch Streuströme aus Gleichstrombahnen“ und
- c) in der VDE-Bestimmung 0115 „Bestimmungen für elektrische Bahnen“.

Alle Korrosionsschutzmaßnahmen sind so zu planen, daß vorgesehene oder bestehende Schutzmaßnahmen gegen die Starkstrombeeinflussung nicht wirkungslos werden (vgl. hierzu auch Abschn. 23.3.4 im Teil 2).

**Maßnahmen gegen die Starkstrombeeinflussung
haben Vorrang vor Schutzmaßnahmen
gegen die Korrosion!**

Nachträgliche Korrosionsschutzmaßnahmen sind meistens mit beträchtlichen finanziellen Aufwendungen verbunden. Deshalb sollten die Belange des Korrosionsschutzes bereits bei der Planung neuer Anlagen des unterirdischen Leitungsnetzes berücksichtigt und der Korrosionsschutzbeamte oder der zuständige Starkstromsachbearbeiter rechtzeitig eingeschaltet werden.

9.2.1. Vorbeugende Schutzmaßnahmen

9.2.1.1. Allgemeine Gesichtspunkte

Vorbeugende Korrosionsschutzmaßnahmen sind in Betracht zu ziehen, wenn Fernmeldekabel ohne isolierende Außenhülle, also Kabel der Typen A-PM, A-PMz und A-PMbc

- a) im Einflußbereich von Gleichstrombahnen oder
- b) in der Nähe schon bestehender Korrosionsschutzanlagen oder
- c) in feuchten oder aggressiven Böden

verlegt werden sollen. Deshalb muß bereits bei der Auskundung auf mögliche Korrosionsgefahren geachtet werden.

Das gilt z. B. für geplante Kabel in solchen Brücken, die von Gleichstrombahnen befahren werden; hier wird man durch Verwendung von Kabeln mit isolierender Außenhülle dafür sorgen müssen, daß über die Brückenkonstruktion keine Streuströme aus den Fahrspuren in die Kabelmäntel eindringen, die außerhalb der Brücke wieder austreten und auf diese Weise anodische Zonen schaffen würden.

Von den aus Gründen des katodischen Korrosionsschutzes verlegten Schutzleitungen abgesehen, ist aber auch im Bereich aller anderen Gleichstromanlagen darauf zu achten, daß zwischen diesen und den Metallmänteln geplanter Fernmeldekabel keine leitende Verbindung entsteht. Hier wie auch in feuchten oder aggressiven Böden ist das Verlegen von Kabeln mit isolierender Außenhülle ratsam.

In anderen Fällen wird man anodische Gebiete künstlich in katodische Gebiete umwandeln müssen, was mit Hilfe des katodischen Korrosionsschutzes (vgl. Abschn. 9.2.2.2) möglich ist. In Zweifelsfällen kann der Korrosionsschutzbeamte z. B. durch Beeinflussungs- und Bodenwiderstandsmessungen feststellen, welche Schutzmaßnahme bei geplanten Kabelanlagen jeweils zweckmäßig ist.

9.2.1.2. Schutzmaßnahmen bei Annäherung an bestehende Korrosionsschutzanlagen

Nicht nur die DBP, sondern auch andere Eigner von Kabeln, Rohrleitungen und unterirdischen Tanks führen an ihren Anlagen Korrosionsschutzmaßnahmen durch. Handelt es sich dabei um katodische Schutzanlagen (vgl. Abschn. 9.2.2.2), können benachbarte Kabelanlagen der DBP in Mitleidenschaft gezogen werden. In solchen Fällen ist unbedingt sicherzustellen, daß alle Inhaber von unterirdischen metallischen Anlagen, also auch die DBP, rechtzeitig von der Planung solcher Schutzmaßnahmen unterrichtet werden. Auch hier stellt der Korrosionsschutzbeamte nach probeweiser Einschaltung der fremden Korrosionsschutzanlagen durch Beeinflussungsmessungen fest, ob Kabel der DBP gefährdet werden.

9.2.1.3. Schutzmaßnahmen bei Annäherung an katodisch geschützte Rohrleitungen

Im Bereich der Bundesrepublik wurden in den letzten Jahren zahlreiche Ferngas- und andere Produktenleitungen verlegt, die durch Schutzanoden katodisch gegen Korrosion geschützt werden (vgl. Abschn. 9.2.2.2). Für kreuzende Fernmeldekabel ohne isolierende Außenhülle besteht Korrosionsgefahr, wenn sie im 15-m-Bereich beiderseits der Rohrtrasse und im 100-m-Umkreis fremdgespeister Schutzanoden (vgl. Abschn. 9.2.2.2.1) nicht gegen das umgebende Erdreich isoliert, d. h. nicht in Hart-PVC-Rohre eingezogen werden. Der Einfluß galvanischer Schutzanoden ist dagegen vernachlässigbar klein, so daß hier nur Schutzmaßnahmen im 15-m-Bereich beiderseits der Rohrtrasse in Betracht kommen.

Werden vorhandene Fernmeldekabel ohne isolierende Außenhülle durch neue katodisch geschützte Rohrleitungen gekreuzt, entscheidet der Korrosionsschutzbeamte, welche vorbeugenden Maßnahmen zu treffen sind.

9.2.2. Schutzmaßnahmen an bestehenden Anlagen des unterirdischen Leitungsnetzes

9.2.2.1. Einbau von Isoliermuffen

Die nachträgliche Isolierung von Kabeln ohne isolierende Außenhülle, z. B. durch Einziehen in Kunststoffrohre, stößt vor allem deshalb auf Schwierigkeiten, weil die Kabel geschnitten werden müssen, was besonders bei Weitverkehrskabeln aus betrieblichen Gründen unerwünscht ist. In solchen Fällen bietet sich der Einbau von längsgeteilten Keramik-Isoliermuffen oder von Isoliermuffen aus einem Zweikomponentenkunststoff an, die sich an Ort und Stelle gießen lassen. Isoliermuffen verhindern den Stromfluß im Kabelmantel, so daß sich keine anodischen und katodischen Zonen ausbilden können; sie sind jedoch nur bei großen Bodenwiderstandswerten sinnvoll, weil gut leitendes Erdreich diese Muffen elektrisch überbrücken und damit wirkungslos machen würde.

In Kabel, die aus Gründen der Starkstrombeeinflussung einen guten Mantelreduktionsfaktor aufweisen sollen oder die mit Reduktionstransformatoren ausgerüstet sind, dürfen Isoliermuffen nicht eingebaut werden (vgl. hierzu auch Abschn. 23.3.4.1 im Teil 2).

9.2.2.2. Katodischer Korrosionsschutz

Wie wir bereits im Abschn. 9.1.1 gesehen haben, ist immer an jenen Stellen eines Kabels mit Korrosionserscheinungen zu rechnen, an denen der Korrosionsstrom aus dem Mantelmetall aus- und in das Erdreich übertritt. Diesen Bereich nannten wir „anodische Zone“. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, diese anodischen Zonen in kato-

dische Zonen, also in harmlose Stromeintrittsstellen, zu verwandeln. Hierbei entstehen natürlich wieder neue anodische Zonen, allerdings nun an ungefährlicher Stelle, wie wir sehen werden. Die Korrosion wird also an einen ungefährlichen Ort verlagert. Alle Verfahren, bei denen anodische in katodische Zonen verwandelt werden, kann man unter dem Begriff „**Katodischer Korrosionsschutz**“ zusammenfassen.

9.2.2.2.1. Galvanische und fremdgespeiste Schutzanoden

Sind Fernmeldekabel infolge galvanischer oder geologischer Elementbildung (vgl. hierzu die Abschnitte 9.1.2 und 9.1.3) korrosionsgefährdet, können die **gefährlichen anodischen Zonen** vom Kabel auf sogenannte **Schutzanoden verlagert** werden, die zusammen mit dem Kabel und dem Erdreich als Elektrolyt ein Element bilden. Der von der Schutzanode über das Erdreich zum Kabel fließende Strom soll das Potential des Mantels so weit absenken, daß nur noch katodische Zonen am Kabelmantel entstehen. Man nennt diesen Strom deshalb auch **Schutzstrom**.

Wird die Schutzanode aus einem Metall gefertigt, dessen Potential in der elektrochemischen Spannungsreihe wesentlich negativer als das des zu schützenden Mantelmetalls ist, kann das Element Schutzanode — Erdreich — Kabelmantel den erforderlichen Schutzstrom selbst erzeugen.

Man verwendet in solchen Fällen **Schutzanoden aus Magnesium oder Zink**, die als **galvanische Schutzanoden** bezeichnet werden (Abb. 9.5). Galvanische Schutzanoden liefern nur bei bestimmten Bodenarten

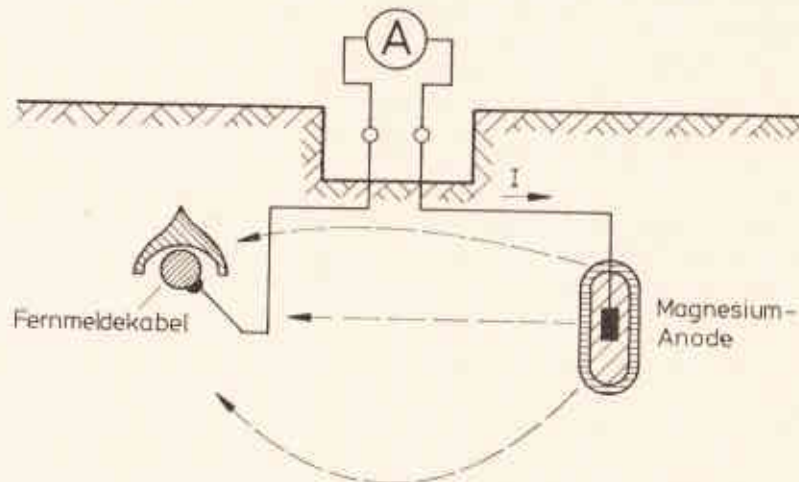


Abb. 9.5 — Galvanische Schutzanode

und nur bei kleinen Bodenwiderständen einen ausreichenden Schutzstrom.

In allen anderen Fällen ist man auf den Einsatz von **fremdgespeisten Schutzanoden** (Abb. 9.6) angewiesen, die aus Eisen bestehen und die ihren Schutzstrom aus netzgespeisten Gleichrichtergeräten beziehen.

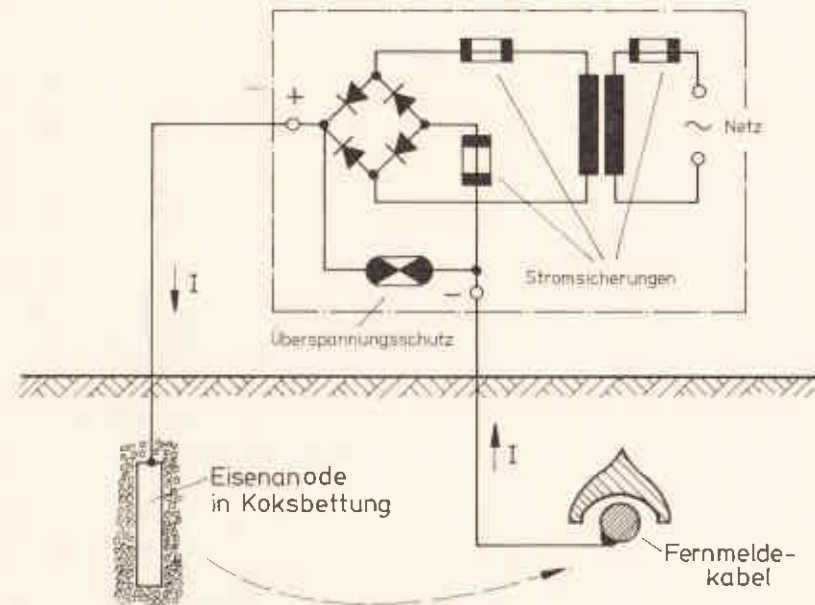


Abb. 9.6 — Fremdgespeiste Schutzanode

9.2.2.2.2. Streustromableitung

Wenn Fernmeldekabel durch eine elektrolytische Elementbildung (z. B. durch die Streuströme aus einer Gleichstrombahn) korrosionsgefährdet sind, können die anodischen Zonen am Kabelmantel durch eine leitende Verbindung zwischen dem Kabelmantel und dem negativsten Punkt der Bahnanlage beseitigt werden (vgl. hierzu Abb. 9.7).

Wird in die Streustromschutzleitung nur ein Regelwiderstand und eine Stromsicherung eingebaut, spricht man von unmittelbarer Streustromableitung, die nur zulässig ist, wenn sich die Stromrichtung in der Streustromschutzleitung nicht umkehren kann; dies hätte nämlich zur Folge, daß am Kabel anodische Zonen infolge Stromaustritts entstünden. Muß dagegen mit Stromumkehr gerechnet werden, ist ein polarisierter Schalter oder ein Gleichrichter in die Streustromschutzleitung einzubauen, der den Stromfluß nur in Richtung

Schiene — Erdreich — Kabel zuläßt. Man erhält auf diese Weise eine **gerichtete Streustromableitung**. Die Methode der Streustromableitung wird in den Fachzeitschriften manchmal auch als „Drainage“ bezeichnet.

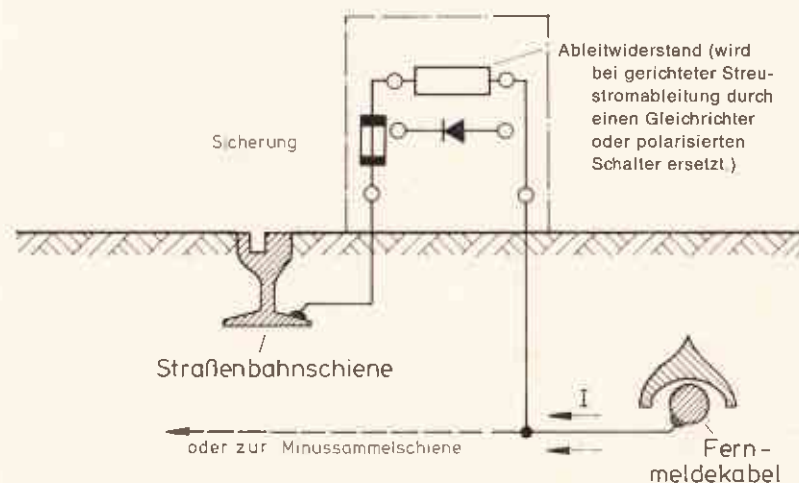


Abb. 9.7 — Unmittelbare und gerichtete Streustromableitung

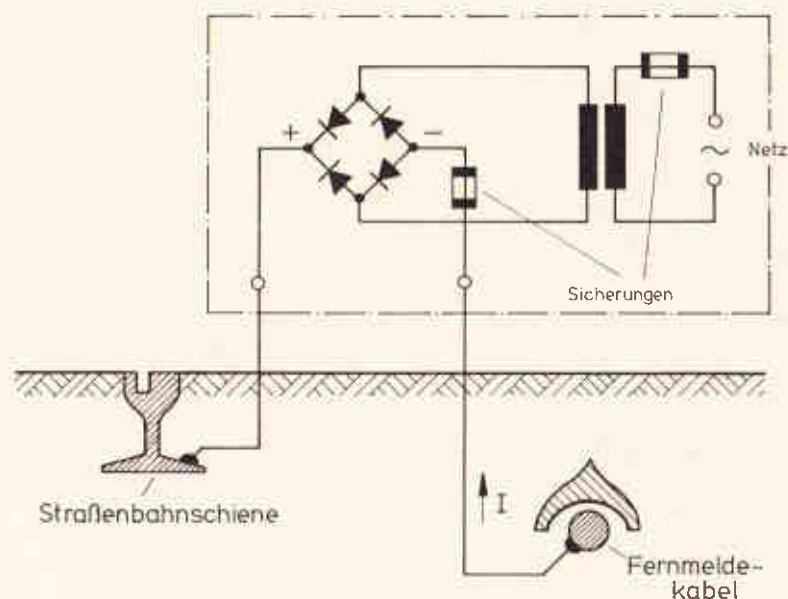


Abb. 9.8 — Streustromabsaugung

9.2.2.3. Streustromabsaugung

Die unmittelbare oder gerichtete Streustromableitung kommt nur dann in Betracht, wenn ein genügend negativer Punkt der Bahnanlage greifbar ist und der Spannungsabfall über der Streustromschutzleitung nicht zu hoch wird. Andernfalls ist die **Streustromabsaugung** — gelegentlich auch Soutirage genannt — vorzusehen.

Bei der Streustromabsaugung (vgl. hierzu Abb. 9.8) wird der Rückfluß des Streustroms zur Bahnanlage durch eine äußere Spannungsquelle, z. B. durch einen netzgespeisten Gleichrichter, künstlich erzwungen.

9.3. Melden und Bearbeiten von Korrosionsschäden

Festgestellte oder vermutete Korrosionsschäden an Fernmeldekabeln sind anhand des Formblatts „Benachrichtigung über einen Korrosionsschaden“ dem Starkstromsachbearbeiter beim FA zu melden. Der Starkstromsachbearbeiter füllt daraufhin eine Korrosionsschadenanzeige in dreifacher Ausfertigung aus, nachdem er die örtlichen Gegebenheiten geklärt hat, und fügt die entsprechenden Lageplan- und Netzplanausschnitte bei. Im übrigen veranlaßt er, daß Fehlerbeweisstücke oder Bodenproben sichergestellt und nötigenfalls dem FTZ übersandt werden.

Die erste Ausfertigung der Korrosionsschadenanzeige erhält der Korrosionsschutzbeamte, während die Zweitausfertigung an das zuständige Fachreferat des FTZ geschickt wird. Die Dritauesfertigung verbleibt als Arbeitsunterlage und zur Terminkontrolle beim Starkstromsachbearbeiter.



Abb. 9.9 — Korrosionsschutzzeichen

Der Korrosionsschutzbeamte untersucht die aufgetretenen Schäden und teilt dem betroffenen FA in einem Bericht mit, ob und welche Schutzmaßnahmen durchzuführen sind. **Der Einbau der Schutzvorkehrungen ist Sache des Fernmeldebaudienstes.** Die Einschaltung, Einregelung und Überwachung der fertiggestellten Korrosionsschutzanlagen fällt dagegen wieder in die Zuständigkeit des Korrosionsschutzbeamten.

Alle Lage- und Netzpläne, in deren Bereich sich Korrosionsschutzanlagen befinden, werden in der Nähe des Schrift-

feldes mit einem Stempelabdruck des **Korrosionsschutzzeichens** (vgl. hierzu Abb. 9.9) gekennzeichnet. Der Einbauort der Korrosionsschutzanlage ist in den Plänen durch einen kleineren Abdruck des Korrosionsschutzzeichens noch einmal besonders hervorzuheben.

Damit das Auftrennen von Korrosionsschutzleitungen in Kabelschächten vermieden wird, werden solche Schächte außerdem mit einem Hinweisschild versehen, das ebenfalls das Korrosionsschutzzeichen enthält.

Veränderungen jeder Art an Korrosionsschutzanlagen dürfen nur mit Zustimmung des Korrosionsschutzbeamten vorgenommen werden. Der zuständige Starkstromsachbearbeiter ist zu unterrichten.

10. Linienunterlagen für Ortsnetze

10.1. Allgemeines

Die Tätigkeiten der Fernmeldehandwerker im unterirdischen Fernmeldebaudienst beschränken sich nicht nur auf das Auslegen und Verbinden der Kabel oder auf das Beschalten der Verzweigereinrichtungen. Die Fernmeldehandwerker müssen auch in der Lage sein, Linienunterlagen für das Kabelnetz lesen und auch anfertigen zu können. Die Vorschriften für das Anfertigen von Plänen für die Linientechnik sind in der **Fernmeldebauordnung der Deutschen Bundespost, Teil 19**, abgedruckt.

Wie in der Werkstoffbearbeitung und Apparatechnik bedient man sich auch im Fernmeldebaudienst beim Zeichnen einer „Symbolsprache“ und verzichtet auf die abbildungsgetreue Darstellung. Trotz der damit verbundenen Vereinfachung müssen die Pläne ein zuverlässiges Bild von der Art und dem Umfang der Fernmeldeanlagen geben. **Die Pläne dienen der Planung, Bauauskundung, Planfeststellung, Bauveranschlagung, Bauausführung, Beschaltung, Störungsvermeidung, Fehlerbeseitigung und Statistik.**

Das FA stellt die Linienunterlagen auf und berichtigt sie. Die dazu erforderlichen Unterlagen werden von den Kräften des Fernmeldebaudienstes und Kabelmeßdienstes erstellt. Für das Eintragen oder Einzeichnen von Fernmeldeanlagen werden vorbereitete Pläne geliefert, in denen die bereits vorhandenen Anlagen und die geografischen Verhältnisse dargestellt sind. **Nach jeder abgeschlossenen Arbeit an einer Fernmeldeanlage müssen die Linienunterlagen berichtigt oder neu aufgestellt werden.**

10.2. Arten der Ortsnetz-Pläne

Für die unterirdischen Ortsnetze werden folgende Pläne geführt:

- a) Ortsnetz-Bereichspläne M 1 : 25 000,
- b) Verzweiger-Bereichspläne M 1 : 5000 oder 1 : 2500,
- c) Lagepläne M 1 : 1000 oder 1 : 500,
- d) Netzpläne und Bestückungspläne,
- e) Kabellängenpläne und
- f) Kabelschachtkarten.

Wie sind die einzelnen Pläne nun angelegt? Die **Ortsnetz-Bereichspläne, Verzweiger-Bereichspläne und Lagepläne sind maßstabgerechte Pläne** (z. B. Meßtischblätter). Die **Netzpläne** sind dagegen

nur schematisch den maßstabgerechten Plänen angenähert. Im **Kabel-längenplan** ist das in Betracht kommende **Kabel in gestreckter Form** dargestellt.

Was beinhalten die einzelnen Pläne? Im **Ortsnetz-Bereichsplan (ONBrp)**, Maßstab 1 : 25 000, sind durch Bildzeichen markiert:

- die ON mit ihren OVSt und Anschlußbereichsgrenzen (AsB),
- die 5-km-Kreise der ON und
- die Grenzen des FA-Bereichs, falls sie in den gezeichneten Bereich fallen.

Der **Verzweiger-Bereichsplan (VzBrp)**, Maßstab 1 : 5000 oder 1 : 2500, enthält:

- den Verlauf der Ortsnetz-, Anschlußbereichs-, Kernbereichs-, LVz- und KVz-Bereichsgrenzen und
- die vorhandenen OVSt, LVz, KVz und Wählsternschalter.

In den **Lageplan (Lap)**, Maßstab 1 : 1000 oder 1 : 500, sind — durch Bildzeichen gekennzeichnet — eingezeichnet:

- die Fernmeldeanlagen (Kabelkanalanlagen, Erdkabel, Röhrenkabel, Verzweiger, Endeinrichtungen usw.) und deren Verlauf sowie
- ihre Lage zu festen Merkmalen im Gelände, z. B. Häuserkanten (Abb. 10.1).

Der **Netzplan (Nzp)**, unmaßstäblich, läßt Art und Aufbau der Kabelkanal- und Ortskabelanlagen erkennen. Es sind schematische Pläne, die nur ganz grob dem Straßennetz angepaßt sind. Die Art der Anlagen ergibt sich aus den benutzten Bildzeichen, z. B. Bild für einen KVz, der Aufbau aus der Verbindung der einzelnen Bildzeichen durch Linien, die die Kabelverbindungen darstellen (Abb. 10.2).

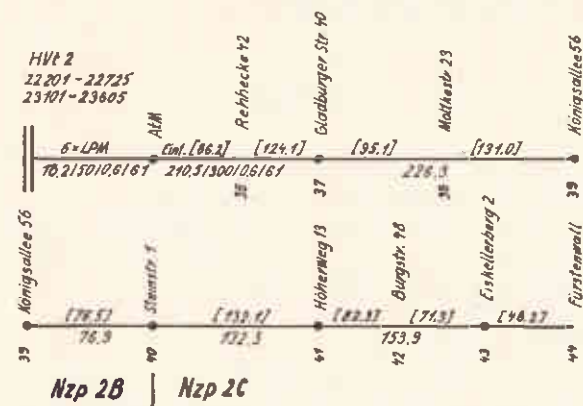


Abb. 10.3 — Ausschnitt aus einem Kabellängenplan

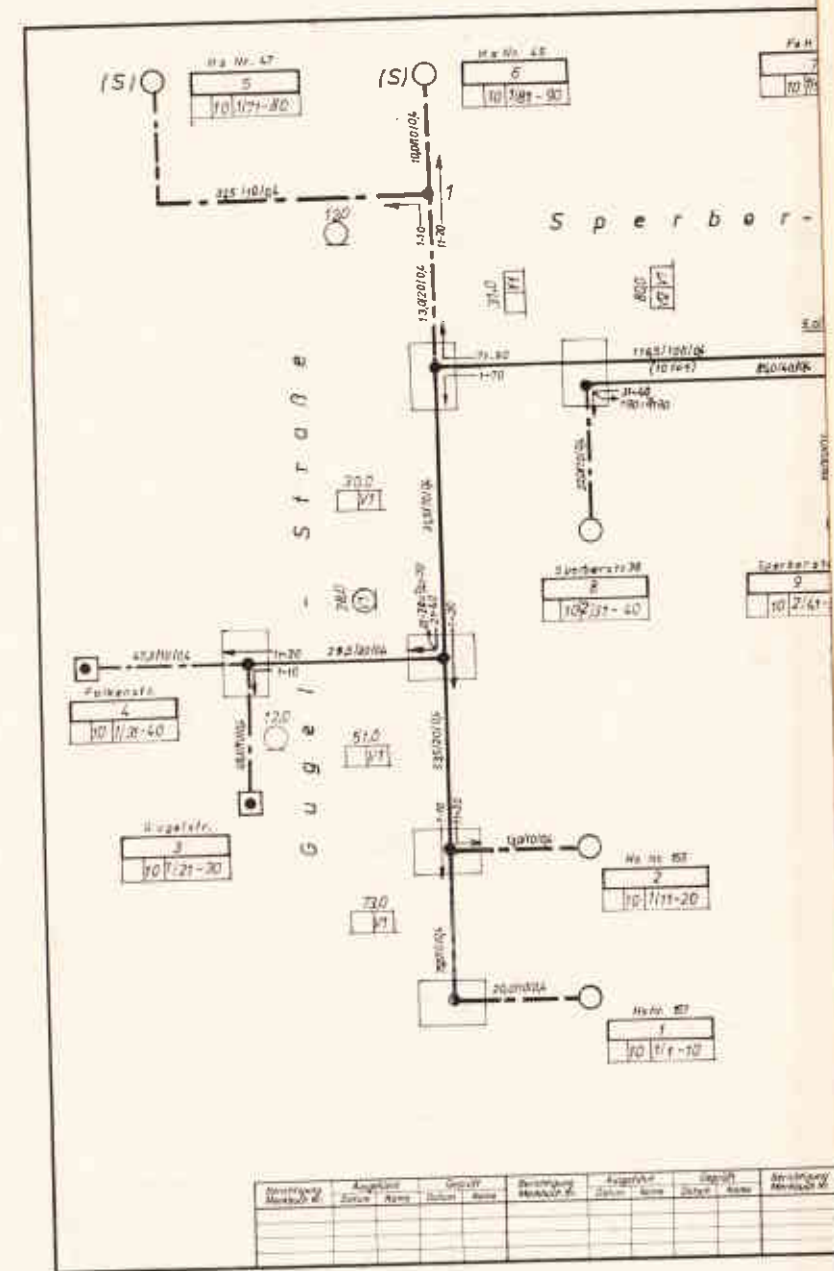


Abb. 10.2

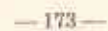
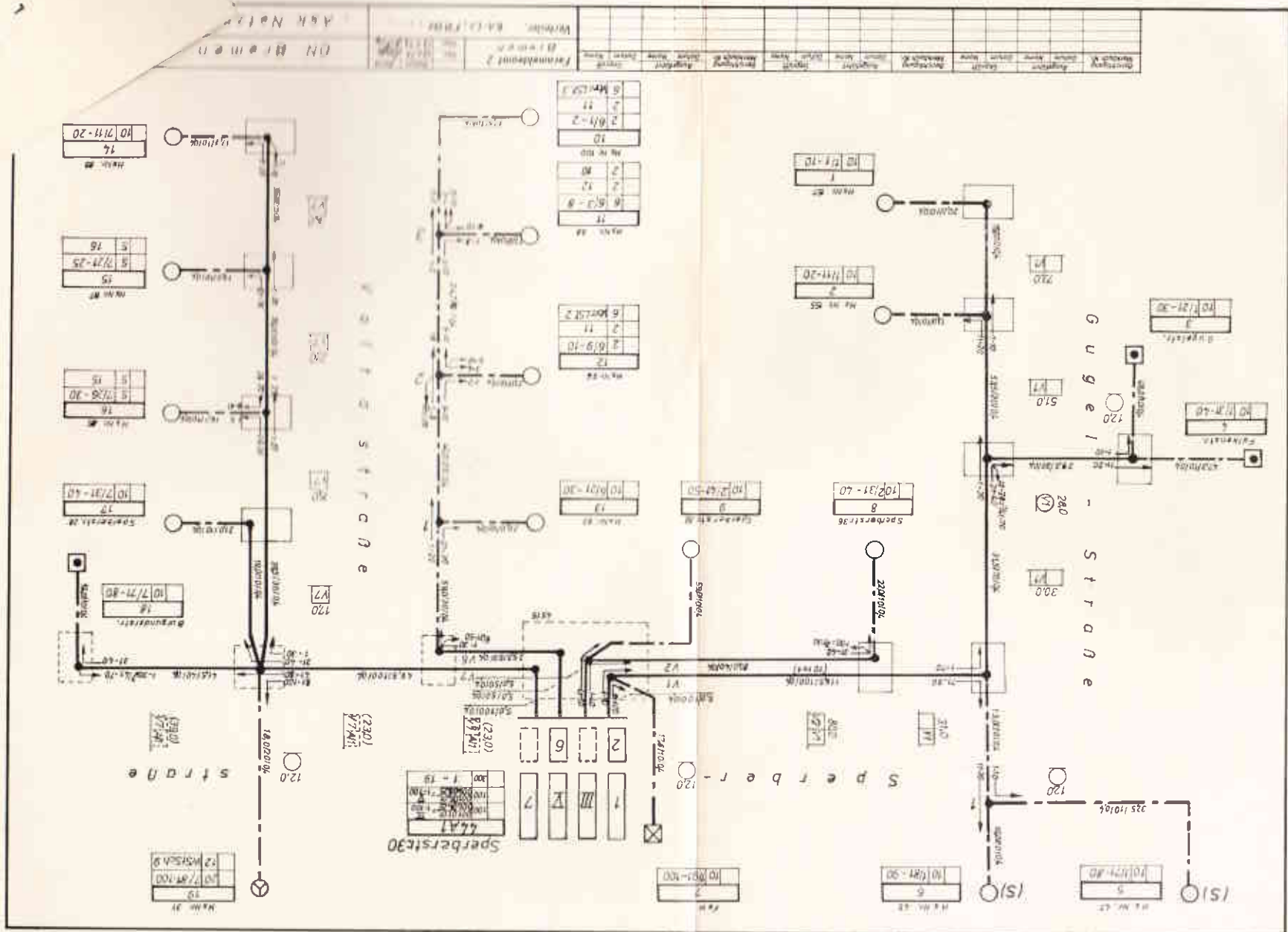
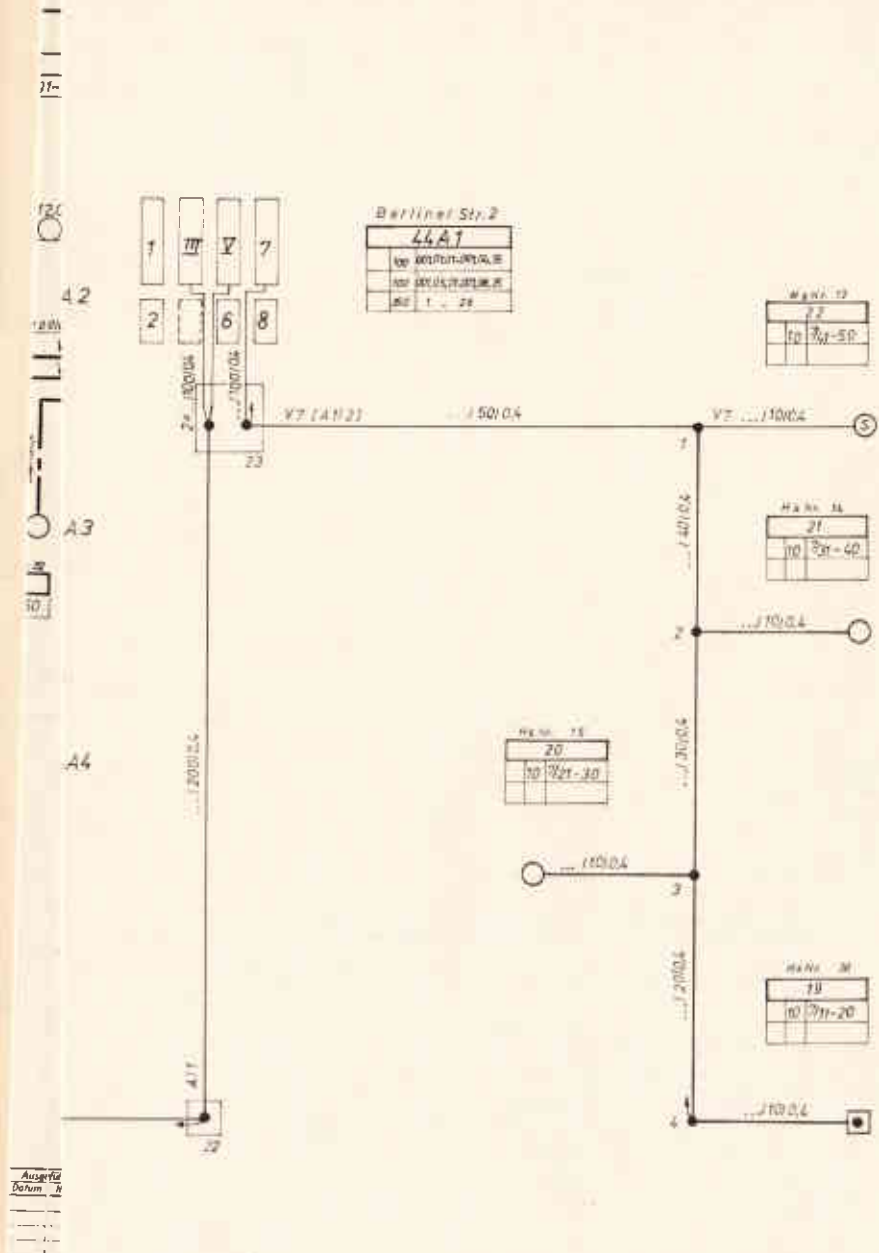


Abb. 10.2





Bestückungspläne (Bsp) werden ergänzend zu den Netzplänen für HVt, LVz und KVz angefertigt. Sie zeigen die Bestückung dieser Schaltpunkte mit Trennleisten, Endverschlüssen usw. sowie den Zusammenhang zwischen diesen und ihren Lötstiften und den Kabeln und deren Adern. Diese Pläne werden jedoch nur dann gesondert angefertigt, wenn die Bestückung wegen der Unübersichtlichkeit nicht auf dem Netzplan unterzubringen ist.

Der **Kabellängenplan (KLäp)** wird besonders für die Feststellung und Beseitigung von Kabelfehlern benötigt. Abweichend von der Darstellung in den Lage- und Netzplänen wird der Kabelverlauf in den Kabellängenplänen ohne Beachtung des örtlichen Verlaufs als gerade Linie gezeichnet. Aus dem Kabellängenplan ist ersichtlich, auf welchem Netzplan ein bestimmtes Kabelstück zu suchen ist. Weiter sind hier alle Lötstellen, Kabelschächte und Abzweigkästen eingezeichnet (Abb. 10.3).

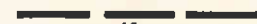
Die **Kabelschachtkarten (KSchK)** werden in einer Kabelschachtkartei zusammengefaßt. Sie ergänzt die Angaben der Lage- und Netzpläne. Für jeden Kabelschacht wird eine Karte angelegt, wo Lage, Aufbau, Ausrüstung usw. vermerkt sind (Abb. 10.4).

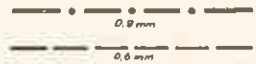
In der Abb. 10.5 haben wir in einer Übersicht schematisch die drei Schaltpunkte, die vorwiegend im Anschlußbereich eines ON vorzufinden sind und für das Durchschalten einer Fernsprechleitung in Frage kommen, aneinandergereiht dargestellt, und zwar mit ihren Trennleisten, Endverschlüssen und Endverzweigern. Außerdem enthält die Übersicht die Hauptkabel und Verzweigungskabel zwischen den Schaltpunkten. Die Trennleisten am HVt, die EVs in einem KVz und die EVz sowie die Kabel wurden — soweit zum Verständnis erforderlich — bezeichnet und beschriftet.

10.3. Bildzeichen der Ortsnetz-Pläne

In diesem Abschnitt haben wir die Bildzeichen mit Hinweisen angegeben, die in den Ortsnetz-Plänen Verwendung finden.

Bildzeichen der Bereichsgrenzen:

	FA-Grenze
	FBBz-Grenze
	ONB-Grenze
	AsB-Grenze
	AsB-Grenze, die sich mit der Gemeindegrenze deckt (entsprechend für die anderen Bereichsgrenzen)

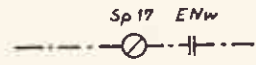


LVz-Bereichsgrenze

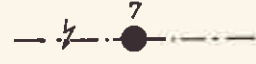
KVz-Bereichsgrenze



Grenze des Beeinflussungsbereichs von Hochspannungsanlagen mit StE und von Wechselstrombahnen



Erdkabel mit Spulenpunkt Sp 17 und Ergänzungnetzwerk ENw



Erdkabel mit Starkstrom-Fernspeisung und Lötstelle 7



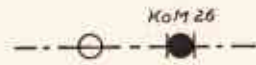
Röhrenkabel mit Blindmuffe



Röhrenkabel mit Stopfstele



Röhrenkabel mit Druckluftstutzen



Erdkabel mit Blindmuffe und Kondensatormuffe KoM 26



Fluß- und Seekabel



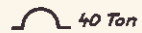
Luftkabel



Kabelmerkstein der DBP



Vollrohr von 100 mm Nennweite aus Stahl



Halbrohr (einfach) von 40 mm Nennweite aus Ton



Halbrohr (doppelt) von 80 mm Nennweite aus Stahl bzw. PVC



Kabelabdeckhaube von 70 mm Nennweite



Mauerstein oder Kabelabdeckplatte



desgl. doppelt



Trassenband

Bildzeichen der Betriebsstellen und Schaltpunkte:



Handvermittlung (VStHand)



Wählvermittlung (VStW)



früherer Standort der VSt, der Mittelpunkt des 5-km-Kreises geblieben ist



Linienverzweiger (LVz)



Kabelverzweiger (KVz)



Wählsternschalter (WstSch)



Endverzweiger (EVz)



Kabelüberführung (KÜf) mit Dachgestänge



Kabelüberführung (KÜf) mit Bodengestänge



Fernsprechkästchen (FeH), -zelle (FeZ)

Bildzeichen der Kabel- und Kanalanlagen:



Kabelkanal mit Kabelschacht 110



Schacht 12 mit Kabeln mit Starkstrom-Fernspeisung



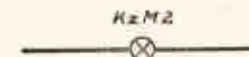
Kabelkanal mit Abzweigkasten (AzK)



Querschnitt eines achtzügigen Kabelkanals aus Formsteinen



Querschnitt eines Kabelkanals aus Vollrohren von 100 mm Nennweite

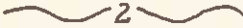


Röhrenkabel mit Kreuzungsmuffe KzM 2

Die Zahl neben dem Bildzeichen gibt die lichte Weite in mm der Vollrohre, Halbrohre und Kabelabdeckhauben an. Zur besseren Kennzeichnung von Voll- oder Halbrohren aus anderem Material als Stahl oder von Flußkabelmuffen kann den Zahlen für die lichte Weite eine entsprechende Abkürzung beigelegt werden, z. B.:

Et für Eternitrohre,
 Ton für Tonrohre,
 Fl für Flußkabelmuffen,
 PVC für Kunststoffrohre aus Polyvinylchlorid.

Bildzeichen fremder, versenkter Anlagen:

	1 Starkstromkabel (Stk)
	2 Starkstromkabel (Stk)
	fremdes Fernmeldekabel, z. B. Feuerwehr (Fw)
	Wasserleitung (W)
	Fernheizleitung (Fhz)
	Gasleitung (G)
	Rohrpostfahrrohr (Rp)
	Entwässerungsleitung (Kanalisation)

Für die Darstellung des Schutzes und für Querschnittszeichnungen sind die Bildzeichen der Kabel- und Kanalanlagen und die Bildzeichen fremder, versenkter Anlagen sinngemäß anzuwenden. Zur besonderen Kennzeichnung der Art der Anlagen kann den Bildzeichen eine entsprechende Abkürzung beigelegt werden, z. B.:

	G für Gasrohr
	W für Wasserrohr
	Stk für Starkstromkabel

Bildzeichen bei Starkstromgefährdung:

	durch Betriebsspannungen (Fernspeisung)
	durch induzierte Spannungen

10.4. Das Benummern von Schaltpunkten, Kabeln, Kabelverbindungen und Kabelkanälen

Das Benummern der Schaltpunkte ist bereits im Abschn. 2 „Zweck und Aufbau der Bauteile im Ortsanschlußnetz“ beschrieben worden und wird als bekannt vorausgesetzt. In den folgenden Abschnitten wird nur das Benummern der Kabel, Kabelverbindungen und Kabelkanäle behandelt.

10.4.1. Das Benummern der Ortsverbindungskabel (OVk)

Wie aus Abb. 10.6 ersichtlich, setzt sich die Bezeichnung eines Ortsverbindungskabels aus den durch einen Bindestrich voneinander getrennten **Kennziffern** der verbundenen Vermittlungsstellen und durch eine hinter einen Schrägstrich gesetzte **Ordnungszahl** zusammen. Die Ordnungszahl dient als Unterscheidungsmerkmal, falls mehrere Kabel zwischen denselben Vermittlungsstellen vorhanden sind.

Wenn auch die Reihenfolge der Kennziffern der Vermittlungsstellen ohne Bedeutung ist, so wird sie doch so gewählt, daß die **Richtung** erkannt werden kann, in der das Kabel ausgelegt ist oder wie die Kabeladern gezählt werden (Abb. 10.6 mit 2 Ortsverbindungskabeln zwischen den Vermittlungsstellen 2 und 3).

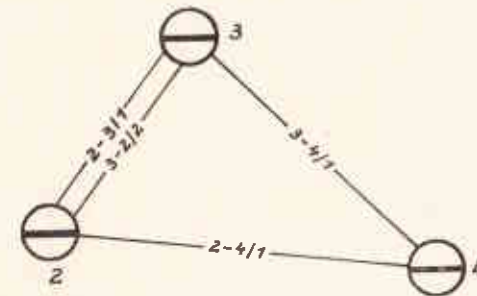


Abb. 10.6 — Benummern von Ortsverbindungskabeln

10.4.2. Das Benummern der Ortsanschlußkabel (OAsk)

Alle Ortsanschlußkabel, die vom Hauptverteiler ausgehen, werden mit einem großen lateinischen **A** und einer laufenden Nummer mit arabischen Zahlen bezeichnet. Zwischen dem Buchstaben und der Zahl steht ein Schrägstrich. In Ortsnetzen mit mehreren Vermittlungsstellen kann zur sicheren Unterscheidung die Kennziffer der Vermittlungsstelle vorangesetzt werden (z. B. Ortsanschlußkabel 4 A/1, 4 A/2 usw., vgl. hierzu Abb. 10.7 und auch Abb. 10.5).

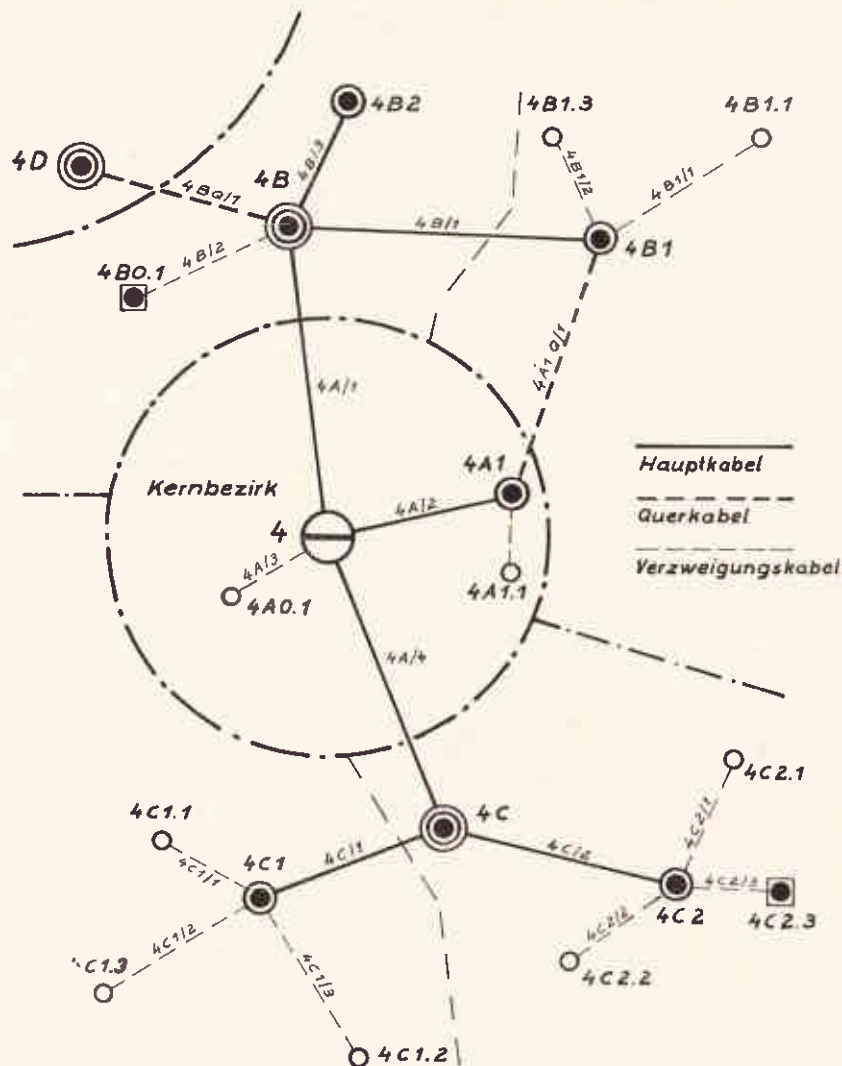


Abb. 10.7 — Benummern von Schaltpunkten und Kabeln

Die Ortsanschlußkabel, die vom Linienverzweiger zu **niedrigeren Schaltpunkten** (KVz, EVz, KÜf) führen, tragen die Nummer des Linienverzweigers und hinter einem Schrägstrich eine laufende Nummer, z. B. die Kabel 4 B/1, 4 B/2 in Abb. 10.7. Es ist nicht erforderlich, daß das Kabel 4 B/1 an den Endverschluß 1 des Linienverzweigers angeschlossen wird.

Die von den Kabelverzweigern zu den Endverzweigern und Kabelüberführungen führenden Ortsanschlußkabel führen die Bezeichnung des Kabelverzweigers und, durch einen Schrägstrich getrennt, eine **laufende Nummer**, z. B. die Kabel 4 C1/1, 4 C1/2, 4 B1/1, 4 B1/2 in Abb. 10.7. Es besteht auch hier keine Bindung der Kabelnummer an die Bezeichnung des Endverschlusses im Kabelverzweiger. Kabel, die zu Zweit-Endverschlässen oder Zweit-Kabelüberführungen führen, werden mit weiteren Unterscheidungsbuchstaben a, b, c usw. bezeichnet.

10.4.3. Das Benummern der Querkabel (Qk)

Querkabel verbinden **gleichartige Schaltpunkte** miteinander. Wie aus Abb. 10.7 hervorgeht, wird das Querkabel mit der Bezeichnung eines der zu verbindenden Schaltpunkte und mit einem **Q** bezeichnet. Dahinter wird, durch einen Schrägstrich getrennt, eine **laufende Nummer** gesetzt. Für die Bezeichnung ist die alphabetische Reihenfolge der Schaltpunkte entscheidend.

Beispiel aus Abb. 10.7:

Werden die Linienverzweiger 4 B und 4 D miteinander durch ein Querkabel verbunden, so gibt der Linienverzweiger 4 B dem Querkabel die Bezeichnung 4 B Q/1.

10.4.4. Das Benummern von Kabelverzweigungen

Verzweigt sich ein Kabel, so erhalten die Abzweige dieselbe Benennung wie der Stamm (Abb. 10.8).

Abb. 10.8 zeigt ein 70paariges Ortsanschlußkabel, das vom Kabelverzweiger 4 B 3 ausgeht und die laufende Nummer 3 hat.

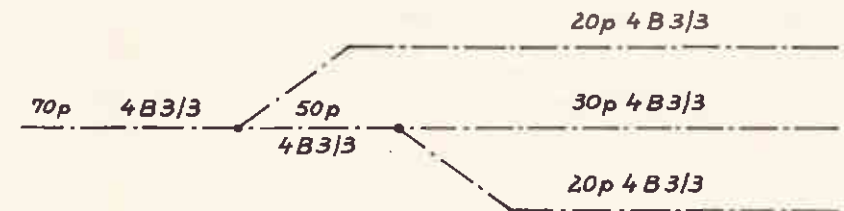


Abb. 10.8 — Benummern von Kabelverzweigungen

10.4.5. Das Benummern von Kabelverbindungen

Nur **Erdkabel- und Luftkabelverbindungen** werden benummert, Blindmuffen, Isoliermuffen, Stopfstellen und Röhrenkabelverbindungen werden nicht benummert. Röhrenkabelverbindungen sind durch

die Angabe der **Kabelschacht-Nummer** oder des **Standortes** des Abzweigkastens gekennzeichnet.

Abb. 10.9 zeigt die Benummerung von Erdkabelverbindungen. Sie werden vom höheren Schaltpunkt aus in Richtung zum niederen Schaltpunkt benummert. Später hergestellte Verbindungen erhalten die Nummer der folgenden Regelverbindung unter Beifügung eines kleinen Buchstabens in alphabetischer Reihenfolge.

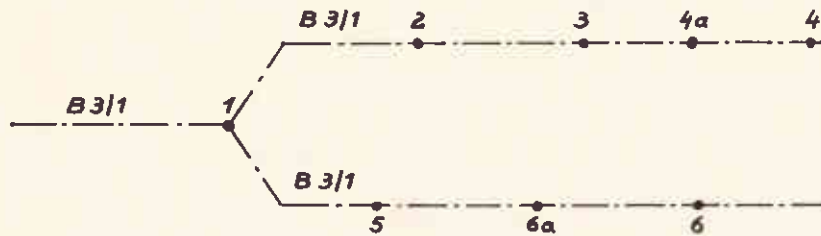


Abb. 10.9 — Benummern von Erdkabelverbindungen

Da die Buchstaben in zeitlicher Reihenfolge vergeben werden, braucht sich zwischen den Regelverbindungen keine a-b-c-Folge zu ergeben. Luftkabelverbindungen werden nach den Mastnummern bezeichnet. Liegt eine Verbindung zwischen den Masten, so erhält sie zusätzlich einen kleinen Buchstaben a, b, c usw. zu der Nummer der vorhergehenden Regelverbindung.

Den Kabelverbindungs-Nummern kann, um Verwechslungen zu vermeiden, die Kabelnummer in Klammern hinzugefügt werden.

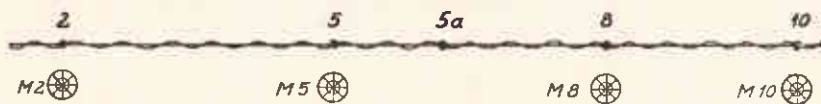


Abb. 10.10 — Benummern von Luftkabelverbindungen

10.4.6. Das Benummern von Kabelkanalanlagen

Die Kabelschächte werden je Ortsnetz in zeitlicher Reihenfolge mit einer laufenden Nummer bezeichnet. Sind mehrere Vermittlungsstellen in einem Ortsnetz vorhanden, kann die Kennziffer der Vermittlungsstelle die erste Stelle der Schacht Nummer bilden. Die Schächte der Vermittlungsstelle 4 würden dann von 4001 bis 4999 zählen.

Kabelkanäle und Abzweigkästen werden nicht benummert.

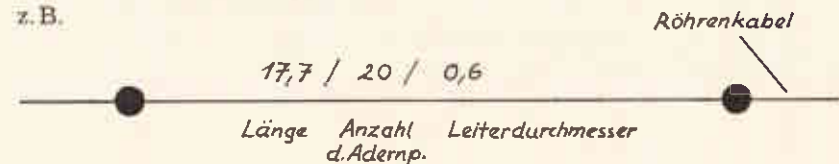
10.5. Erklärungen zu Angaben in Netzplänen

Dem Fernmeldehandwerker werden während seiner Beschäftigung im Fernmeldebaudienst Netzerweiterungsaufgaben übertragen, die eigenverantwortlich zu erledigen sind. Diesen Aufgaben liegen in der Regel Bauvorhaben oder Bauübersichten zugrunde. Sie enthalten stets einen **Lageplan** und einen **Netzplan**. Wie bereits im Abschn. 10.2 beschrieben, sind im Lageplan die Fernmeldeanlagen mit Hilfe von Bildzeichen genau vermaßt eingetragen. Im Netzplan finden wir u. a. die genaue Aufteilung der Kabel und Kabeladern sowie die Bestückung der Verzweiger.

Jedes Kabelstück zwischen zwei Kabelverbindungsstellen (Lötstellen) erhält eine Bezeichnung, aus der hervorgeht:

- die Länge des Kabelstücks in Metern (auf dm abgerundet),
- die Anzahl der Adernpaare und
- den Leiterdurchmesser,

z. B.



Die Aufteilung der Kabeladern wird im Netzplan am Verzweigungspunkt vermerkt (Abb. 10.11).

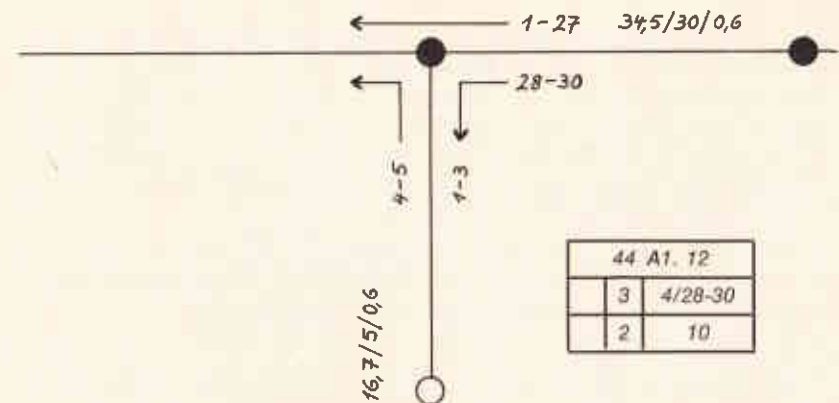


Abb. 10.11 — Beispiel für die Adernaufteilung einer Verzweigungslötstelle

Die **Bestückung der Verzweiger** wird in einem besonderen **Kasten-vordruck** vermerkt. In unserem Beispiel (Abb. 10.11) bedeutet:

1. Zeile: 44 A 1.12

44 = Kennziffer der OVSt

44 A 1 = Bezeichnung des KVz

44 A 1.12 = Bezeichnung des EVz

2. Zeile:

3	4/28—30
---	---------

3 = 3 Doppeladern führen zum KVz

4/28—30 = diese 3 Doppeladern belegen am Endverschluß 4 die Lötstifte 28, 29 und 30

3. Zeile:

2	10
---	----

2 = 2 Doppeladern führen als Ausgleichsschaltung zum EVz 44 A 1.10

Im Netzplan sind weiterhin noch die **Kabelkanäle mit Bildzeichen**

V4

 und die **belegten Kanalzüge** zu erkennen. Die Kabelnummer ist im belegten Kanalzug eingeschrieben.

10.6. Aufmessungsbeispiele für unterirdische Fernmeldelinien

Nicht immer stehen Zeichner der Linien- und Zeichenstelle des FA zum Einmessen der neu verlegten Kabel oder hergestellten Kabelverbindungsstellen zur Verfügung; vielfach müssen wichtige Maßangaben vom Fernmeldehandwerker in den Plänen zum Bauvorhaben bzw. zur Bauübersicht festgehalten werden, damit sie als Berichtigung in die Planunterlagen übernommen werden können. Bei dieser Tätigkeit ist sehr sorgfältig und genau vorzugehen.

Die Fernmeldeanlagen sind bei noch offenen Baugruben einzumessen. Die Lage ist nach Festpunkten oder Festlinien zu bestimmen. Hierzu dienen in erster Linie genau bezeichnete Ecken oder andere Teile von festen Bauwerken und Baufuchten. Kilometersteine, Baumreihen, Bordsteine usw. stellen keine beständigen und unveränderlichen Einmeßpunkte und -linien dar; sie können jederzeit durch Baumaßnahmen verschwinden. In Abb. 10.12 sind einige wesentliche Aufmessungsbeispiele mit falschen und richtigen Angaben vermerkt.

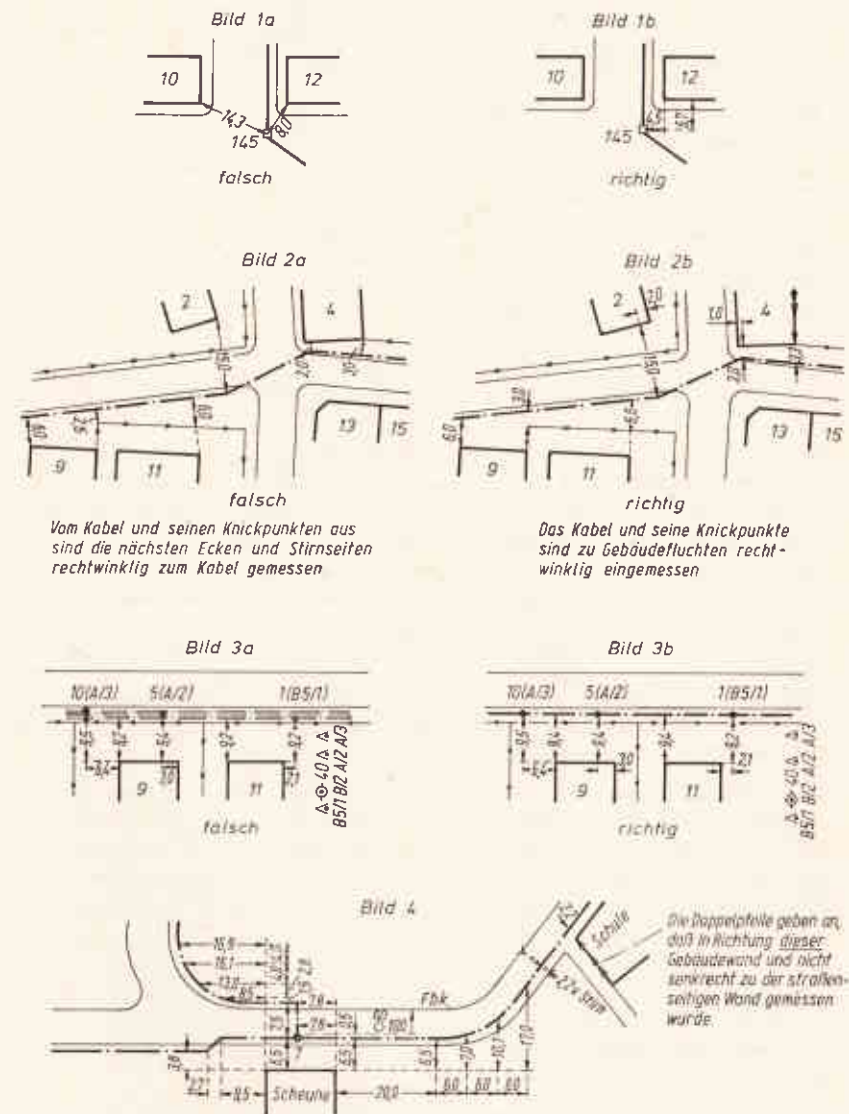


Abb. 10.12 — Aufmessungsbeispiele für unterirdische Fernmeldeanlagen

10.7. Stützpunktnachweis

Für jede oberirdische Linie ist ein Stützpunktnachweis aufzustellen, der die Linie schematisch darstellt. Alle wissenswerten Angaben über den Standort und die Art der Stützpunkte sind darin vereinigt. Mastbilder, die bei unübersichtlichen Linien wertvoll sind, können im Stützpunktnachweis skizziert werden. Gleichzeitig ist der Stützpunktnachweis mit der zugehörigen Stückliste ein Nachweis für das Vermögen, das die DBP in die oberirdischen Linien investiert hat. Daher ist jede Veränderung (Neubau, Erweiterung oder Abbruch) im Stützpunktnachweis zu erfassen. Außerdem sind alle Unterhaltungsarbeiten (Instandsetzung und Instandhaltung von Linien und Leitungen, Nachschutz der Masten) zu vermerken.

Als Beispiel für das Aufstellen eines Stützpunktnachweises und der zugehörigen Stückliste ist eine kleine Ortsanschlußlinie gewählt worden (Abb. 10.13).

Man erkennt im zugehörigen Stützpunktnachweis (Abb. 10.14 und Abb. 10.15) und in der Stückliste (Abb. 10.16), daß sich die Länge der Linie durch das Summieren der Feldlängen im Stützpunktnachweis ergibt. Die Leitungslängen sind nur in der Stückliste nachgewiesen. Beide stimmen nicht überein. Zur Linienlänge ist für jede Leitung 30 m für die Zuführung hinzuzurechnen. Die Bedeutung der Eintragungen ist z. T. auf der Vorderseite des Stützpunktnachweises erläutert. Weitere Erläuterungen finden Sie im Abschn. 14, Teil 2.

Aufzustellen ist der Stützpunktnachweis mit der zugehörigen Stückliste vom Bauführer. Er kann damit einen FHandw beauftragen, der die Aufsicht bei den Arbeiten des Auftragnehmers führt.

Die Längenangaben für die Linien und Leitungen sind auf 10 m zu runden, wobei Restlängen von 5 m nicht berücksichtigt werden. Sind Zwischenkabel oder Teilnehmerendkabel im Stützpunktnachweis zu erfassen, dann sind die Kabellängen auf 1 m zu runden. Weil für Zwischenkabel und Teilnehmerendkabel im Planzeug für das u. i. ON kein Platz ist, sind sie im Planzeug für das o. i. Netz zu vermerken. In die Benummerung sind auch Stützpunkte auf Dächern und an Wänden einzubeziehen, mit Ausnahme solcher bei Einführungen. Es erhalten also nicht nur die Holzmasten eine Stützpunktnummer. Weitere Erläuterungen über die Benummerung finden Sie im Abschn. 14.8.1, Teil 2.

In der Spalte 2 des Stützpunktnachweises (Standort) bedeuten die Zeichen + und -, daß der Stützpunkt vor oder hinter einem Kilometerstein steht. Genauer ist der Standort an Verkehrswegen nicht anzugeben. Fehlen die km-Steine, sind, falls es erwünscht ist, Straßen, Haus-Nr. oder dgl. anzugeben.

Die Angaben für Mastdaten (Spalten 5 bis 9) sind im Abschn. 14, Teil 2, erläutert.

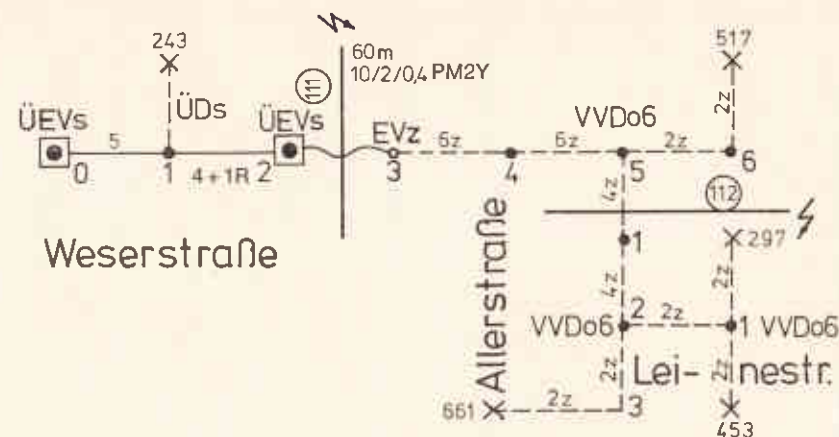


Abb. 10.13 — Schematische Darstellung einer oberirdischen Linie

In den Spalten 14, 15 und 16 ist die Linie schematisch dargestellt. Zwischen den Masten 2 und 3 sind die Blankdrahtleitungen wegen einer Hochspannungslinie verkabelt. Bei Mast 5 zweigt die Nebenlinie in die Allerstr. von der Hauptlinie ab. Nach der Hauptlinie, die hier bei Mast 6 endet, sind die Nebenlinien einzutragen. In den Spalten 14 und 16 sind die Abgänge von der Linie aufzuführen, entweder als Sprechstellenzuführung oder als Linienabgänge. Bei Sprechstellenzuführungen ist die Ruf-Nr. zu vermerken, bei Linienabgängen die Bezeichnung der Nebenlinien. Man kann an den kleinen Pfeilen erkennen, daß es sich hierbei um einen Linienabgang handelt; Abgänge zu Sprechstellen bekommen diesen Pfeil nicht.

In der Spalte 17 können bei Bedarf Mastbilder skizziert werden, vor allem, wenn es sich um unübersichtliche Linienbilder oder Abzweigungen handelt. Bei KÜf ist darzustellen, auf welchen Querträgerplätzen sich die Leitungen befinden. Als Blickrichtung gilt die Richtung aufsteigender Mastnummern.

Auf der Rückseite des Stützpunktnachweises ist Platz für weitere Skizzen. Hier sind auch die planmäßigen Unterhaltungsarbeiten (vgl. hierzu auch Abschn. 16 im Teil 2) zu vermerken. Jährlich einmal soll der BzBf den Stützpunktnachweis prüfen. Für den Prüfvermerk ist die letzte Zeile der Rückseite zu benutzen.

In der Stückliste sind die Länge der Leitungen und die Länge der Linien zu vermerken (vgl. Eintragungen in Abb. 10.16). Die Länge der Linien ist aus dem Stützpunktnachweis (Spalten 10 bis 12) zu übernehmen. ÜEVs, EVz usw. sind in der letzten Zeile auf der Rückseite der Stückliste nur zu erfassen, soweit diese Einrichtungen in Zwischenkabeln und Teilnehmerendkabeln eingebaut sind.

Beim Stützpunktnachweis werden die zugehörigen „Untersuchungs- und Meßkarten für Erdungsanlagen in Fernmeldelinien“ aufbewahrt. Sie sind im Abschn. 14, Teil 2, beschrieben.

FA FBR 246	R-Stadt B-Stadt	ON VSt	
Stückliste zum Stützpunktnachweis für die oberirdische Linie der KUF (—) zu DA Nr. 10262 Westerstrasse Vermerk: in dem Material der KUF über das EV.			
A. Zusammenstellung der Leitungen		Länge der Doppell fernlig 2 mm 3 mm	
Leitungs- nummer	Name und Wohnung des Anschlussinhabers oder Nummer des Wzsch oder Betreiberstellen der Fernleitung	EVz Hk Vz	Auf Hk Vz
573	Müller Westerstr. 18	1	100
243	Schmidt Westerstr. 4	2	50
661	Schulze Allenstr. 9	3	400
297	Weber Leinestr. 7	4	100
453	Wohlers Leinestr. 6	5	100
Summe Seite			

(Vorderseite)

Abb. 10.16 — Stückliste zum Stützpunktnachweis

(Rückseite)

Leitungs- nummer	Name und Wohnung des Anschlussinhabers oder Nummer des Wzsch oder Betreiberstellen der Fernleitung	KUF EVz Hk Vz	Länge der Doppell fernlig 2 mm 3 mm
Summe Seite			
1. Zahl der an oberirdische Werte dieser KUF ange- schlossenen Wzsch für 1.1 bis 30 HA — 51 1.2 über 30 HA — 51 2. Länge der Initiationskabel mit Zogenleitung nach Fernleitung nach Fernleitung 430 m			
B. Zusammenstellung der Leitungen I. Oberirdische Leitungen			
EVz	Nach den Stützpunktnachweis sind erforderlich	Summe	
1	1	500	
2			
3			
II. Zwischenkabel und Teilnehmeranschlusskabel			
EVz	Nach dem Stützpunktnachweis sind erforderlich	Summe	
1	1	60	
2			
3			
4			

10.8. Schaltunterlagen

Nach dem wir erfahren haben, wie ein Ortskabelnetz entsteht und wir die Linienunterlagen für Ortsnetze kennen, müssen wir noch wissen, aufgrund welcher Unterlagen die Leitungen zusammengeschaltet werden, so daß zwischen der Wohnung eines Fernsprechteilnehmers und der OVSt eine durchgehende Kabelverbindung entsteht.

Bei den Fernmeldebaubezirken (FBBz) sind sogenannte **OAsk-Schaltplätze** eingerichtet, die aufgrund der Schaltunterlagen für die richtige Zusammenschaltung der Leitungen in den **Schaltpunkten** (HVt, LVz, KVz, EVz bzw. ÜEVs) zu sorgen haben. Der Vollständigkeit halber muß erwähnt werden, daß es auch **OVk-Schaltplätze** gibt, die im allgemeinen dem Aufgabenbereich 5 eines Fernmeldeamtes zugeordnet sind. Ihre Aufgabe ist es, die Beschaltung der OVk zwischen den HVt der OVSt aufgrund besonderer Schaltunterlagen für OVk zu veranlassen. Diese Schaltunterlagen wollen wir aber im Rahmen dieses Bandes nicht behandeln, weil es über den Lehrstoff für den FHandw hinausgeht.

Bei den OAsk-Schaltplätzen werden folgende **Beschaltungsnachweise** geführt:

1. Straßenkarten,
2. Nummernkarten,
3. Beschaltungskarten,
4. Bestückungskarten und
5. Belegungskarten.

Diese Nachweise sollen Auskunft geben über die Belegung

- a) der Stifte der Endgeräte (Trennleisten, EVs, EVz, ÜEVs) in den Schaltpunkten (HVt, LVz, KVz) und
- b) der Doppeladern der Ortsanschlußkabel (Hk, Vz, Qk).

Im einzelnen haben diese Nachweise folgende Aufgabe:

Die **Straßenkarte** (Abb. 10.17) sollen für jedes Haus einer bestimmten Straße erkennen lassen, von welcher Endeinrichtung das Haus versorgt wird und auf welchem Lageplan es zu finden ist. Sie werden zu **Straßenkarteien**, alphabetisch geordnet, zusammengefaßt.

Die **Nummernkarte** (Abb. 10.18), die für jede geschaltete Leitung angelegt wird, enthält die gesamten erforderlichen Angaben über die zusammenhängende Leitungsführung (Name des Fernsprechteil-

[illegible]

Abb. 10.17 — Straßenkarte

1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100	0	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100	0		
											20 30 40 50 60 70 80 90												
Nummernkarte für OÄsk-Schaltauftrag											Ortsnetz Bremen												
Leitung für Werner Schulze											VSt 44 Leistungsnummer 44 23 11												
von Gugelstr. 157											nach Gugelstr. 157												
HVI		FVz		LVz		EVS		EVS		KVz		EVS		Endeinrichtung (Art und Standort)									
Stärke (Cm)		Stärke		Stärke		Stärke		Stärke		Stärke		Stärke		in Meter									
44								II		44		1		EV28 44.1									
001 01		06						5		A1		2		Gugelstr. 157 2									
Schaltplatz (Bsp.: Ordnungszahl) 24 - 4. 1											OÄsk-Schaltauftrag Nr.												
Längenzettel (Nr. und Datum)											Längenzettel (Nr. und Datum)												
in Bsp.: Schaltauftrag Nr. 33/125											erteilt (Name, Datum) Kunze, 23.1.73												
in Bsp.: Schaltauftrag Nr. 33/125											ausgeführt (Name, Datum) Lange, 26.1.73												
Aufhebung (Name und Datum)											erteilt (Name, Datum)												
Aufhebung (Name und Datum)											ausgeführt (Name, Datum)												
Verleiher Schw 24											24-7.4												

Abb. 10.18 — Nummernkarte

[illegible]

Abb. 10.19 — Auszug aus einer Beschaltungskarte

KVz	44 A 1	Bremen	44	Sperberstr. 30	0 - 75% 76 - 90% 91 - 99% 100%
Art und Nr.	FEHLT	FEHLT			
KVz-Bestückungskarte					
1	Elza 44 A 1.1	III	1	V	7
2	Bugelstr. 157	2	2	2	2
3	Elza 44 A 1.2	3	3	3	3
4	Bugelstr. 155	4	4	4	4
5	Kür 44 A 1.3	5	5	5	5
6	Bugelstr.	6	6	6	6
7	Kür 44 A 1.4	7	7	7	7
8	Falkenstein	8	8	8	8
9	Vorarl. 151	9	9	9	9
10	Elza 44 A 1.7	10	10	10	10
11	Bugelstr.	11	11	11	11
12		12	12	12	12
13		13	13	13	13
14		14	14	14	14
15		15	15	15	15
16		16	16	16	16
17		17	17	17	17
18		18	18	18	18
19		19	19	19	19
20		20	20	20	20
21		21	21	21	21
22		22	22	22	22
23		23	23	23	23
24		24	24	24	24
25		25	25	25	25
26		26	26	26	26
27		27	27	27	27
28		28	28	28	28
29		29	29	29	29
30		30	30	30	30
31		31	31	31	31
32		32	32	32	32
33		33	33	33	33
34		34	34	34	34
35		35	35	35	35
36		36	36	36	36
37		37	37	37	37
38		38	38	38	38
39		39	39	39	39
40		40	40	40	40
41		41	41	41	41
42		42	42	42	42
43		43	43	43	43
44		44	44	44	44
45		45	45	45	45
46		46	46	46	46
47		47	47	47	47
48		48	48	48	48
49		49	49	49	49
50		50	50	50	50

Abb. 10.20 — KVz-Bestückungskarte

KVz	44 A 1	Bremen	44	Sperberstr.	0-75% 76-90% 91-99% 100%
ON	FEHLT	FEHLT			
Belegungskarte					
Art und Nr.	2. oder Abteilungs- Stempel (Spezialstempel)	Belegung von 31.12.77	Belegung von 31.12.77	Belegung von 31.12.77	Belegung von 31.12.77
1	HEP 44	2	3	4	5
2	Bugelstr. 157	6	7	8	9
3	Bugelstr. 155	10	11	12	13
4	Bugelstr.	14	15	16	17
5		18	19	20	21
6		22	23	24	25
7		26	27	28	29
8		30	31	32	33
9		34	35	36	37
10		38	39	40	41
11		42	43	44	45
12		46	47	48	49
13		50	51	52	53
14		54	55	56	57
15		58	59	60	61
16		62	63	64	65
17		66	67	68	69
18		70	71	72	73
19		74	75	76	77
20		78	79	80	81
21		82	83	84	85
22		86	87	88	89
23		90	91	92	93
24		94	95	96	97
25		98	99	100	101
26		102	103	104	105
27		106	107	108	109
28		110	111	112	113
29		114	115	116	117
30		118	119	120	121
31		122	123	124	125
32		126	127	128	129
33		130	131	132	133
34		134	135	136	137
35		138	139	140	141
36		142	143	144	145
37		146	147	148	149
38		150	151	152	153
39		154	155	156	157
40		158	159	160	161
41		162	163	164	165
42		166	167	168	169
43		170	171	172	173
44		174	175	176	177
45		178	179	180	181
46		182	183	184	185
47		186	187	188	189
48		190	191	192	193
49		194	195	196	197
50		198	199	200	201

Abb. 10.21 — Belegungskarte

nehmers, Straße, Haus-Nr., Leitungsnummer = Fernsprechnummer, Schaltpunkte, Stifte, Standort usw.).

Zum Nachweis der Beschaltung der Kabel in den Schaltpunkten dienen die **Beschaltungskarten**, die nach den Netzplänen aufzustellen sind. Für jedes Kabelstück zwischen zwei Schaltpunkten ist die Beschaltung der **beiden Kabelabschlüsse** in der Regel nur in einer Beschaltungskarte (Abb. 10.19) enthalten. Aus ihr ist sowohl die Beschaltung des Kabelabschlusses am Schaltpunkt, für den die Beschaltungskarte angelegt ist („**Erster Kabelabschluß**“), als auch die Beschaltung des zugehörigen Kabelabschlusses am fernen Ende („**Zweiter Kabelabschluß**“) zu ersehen.

Die **Bestückungskarten** (Abb. 10.20) sollen die Bestückung der Schaltpunkte (LVz und KVz) mit EVs und den Übergang von „EVs und Stift“ auf „Kabel und Ader“ ersichtlich machen und damit auch die Auswahl der günstigsten Schaltrahtführung erleichtern. Für HVt werden **Bestückungspläne** angelegt.

Die **Belegungskarten** (Abb. 10.21) dienen zum Nachweis der Zahl der beschalteten Stifte von Kabelabschlüssen und sind damit eine wichtige Unterlage für die ON-Planung. Sie geben Auskunft darüber, wie weit die Kabelabschlüsse amtsseitig belegt sind. Der Planungsbeamte erkennt daraus, wann er eine evtl. notwendig werdende

AsK-Schaltauftrag		Ortsnetz <i>Bremen</i>		VSt <i>44</i>	Leistungsnummer <i>44 23 11</i>				
Leitung für <i>Werner Schulze</i>				Farbkennzeichnung					
von				nach <i>Gugelstr. 157</i>					
HVI		EVs	LVz	EVs	EVs	KVz	EVs	Endeinrichtung (Art und Standort)	Nr. Sylt
Phase	Leiste	Sylt	Sylt	Sylt	Sylt	Sylt	Sylt		
<i>44</i>					<i>III</i>	<i>44</i>	<i>1</i>	<i>EVza</i>	<i>44A11</i>
<i>001</i>	<i>C1</i>	<i>06</i>			<i>6</i>	<i>A1</i>	<i>2</i>	<i>Gugelstr. 157</i>	<i>2</i>
Schaltplatz (FBBz Ordnungszahl) <i>24 - 4.1</i>			OASK-Schaltauftrag Nr.		Längenzettel (Nr. und Datum)				
zu Bau / Schaltplatz Nr. <i>331125</i>		Neu- schaltung	erteilt (Name, Datum) <i>Kunze, 23.1.73</i>		ausgeführt (Name, Datum) <i>Lange, 26.1.73</i>		Verteiler <i>SchW 24</i>		
zu Bau / Schaltplatz Nr.		Aufhebung	erteilt (Name, Datum)		ausgeführt (Name, Datum)		<i>24 - 7.4</i>		

* I 72 - 654321
DIN A 6/100 Bl Kl 35

Vermerke siehe Rückseite

// FL 351
FBO 19 6 18 Apr 1

Abb. 10.22 — OAsk-Schaltauftrag

— 198 —

Netzerweiterung vorzunehmen hat. Die Belegungskarten werden daher oft bei den Planungsstellen für ON aufbewahrt und den OAsk-Schaltplätzen nur kurzfristig zur Fortschreibung (Ergänzung) zugeleitet.

Mit Hilfe dieser Beschaltungsnachweise ist der Schaltplatzbeamte in der Lage, bei Herstellung, Änderung oder Aufhebung von Fernsprechan schlüssen die erforderlichen Schaltaufträge zu fertigen. Hierfür werden Formblätter verwandt. Für die Schaltung einzelner Leitungen ist das Formblatt „OAsk-Schaltauftrag“ (Abb. 10.22) oder wenn gleichzeitig mehrere Leitungen zu schalten sind, z. B. bei Umschaltungen im Kabelnetz, das Formblatt „OAsk-Sammelschaltauftrag“ (Abb. 10.23) zu verwenden.

Wer die Schaltarbeiten auszuführen hat und was dabei zu beachten ist, wird im Abschn. 20, Teil 2 beschrieben.

[illegible]

Abb. 10.23 — OAsk-Sammelschaltauftrag

Anlage 1

DK 621.315.23.013.7

FTZ-Richtlinien

Januar 1964

DEUTSCHE BUNDESPOST Fernmelde technisches Zentralamt	Linientechnik-Kabelmontage Galvanische Verbindung der metallischen Kabelhüllen von starkstrombeeinflussten Fernmeldekabeln	R VI A Nr. 64 Ausgabe 2
Nur für den Dienstgebrauch 1. Allgemeines 1.1. Diese Richtlinien gelten a) grundsätzlich für alle Kabel mit Al-Mänteln und b) für alle Kabel mit Blei- bzw. Stahlwellmänteln, soweit diese in starkstrombeeinflussten Gebieten¹⁾ liegen. Dies ist aus den Arbeitsunterlagen zu ersehen. 1.2. Zum Schutz des Personals gegen Gefährdungen und zur Vermeidung von Betriebsstörungen müssen vor Beginn der Spleiß- und Lötarbeiten an metallummantelten Kabeln die Mäntel des ankommenden und des abgehenden Kabelstücks der unter 1.1. aufgeführten Fernmeldekabel galvanisch verbunden werden. 1.3. Bei bewehrten Bleimantelkabeln muß bei der Überbrückung der Arbeitsstelle nach 1.2. auch die Bewehrung mit erfaßt werden. 1.4. Einen wirksamen Schutz während der Montagearbeiten bietet die galvanische Verbindung nur, wenn die Kabelmäntel an den Anfangs- und Endpunkten der Anlage getrennt sind. Da bei neu zu montierenden Kabelanlagen diese Forderung noch nicht erfüllt ist, sind vor der Montage der Kabelmäntel und, soweit vorhanden, auch die Bewehrung am Anfang der Kabelstrecke (z. B. Amt oder Verzweiger) zu erden. Sind an den Arbeitsstellen (im allgemeinen in Kabelschächten) gute Erden wie z. B. blankes Bleimantel benachbarter, bereits durchgehend montierter und geerdeter Fernmeldekabel vorhanden, so sind zusätzlich die Kabelmäntel der zu spleißenden Kabelstücke gut leitend damit zu verbinden. ¹⁾ Vorausgesetzt wird, daß die Kabel gefährdend beeinflusst sind oder einen besonderen Reduktionsfaktor haben oder in gefährdenden Spannungstrichtern von Starkstromanlagen liegen. 1.5. Sind an Kabeln Montagearbeiten auszuführen, die in den Arbeitsunterlagen durch einen Blitzpfeil besonders gekennzeichnet sind, so darf nur isoliertes Werkzeug benutzt werden. Der Arbeitsplatz ist durch Isoliermatten zu sichern. Die Arbeitskräfte tragen Gummistiefel und isolierende Handschuhe. 2. Ausführen der galvanischen Verbindungen 2.1. Bleimantelkabel der Ausführungsformen PM, PMz bzw. P(i)Mz 2.1.1. Die galvanische Durchverbindung der Bleimäntel ist an fertig montierten Kabeln durch das Verlöten der Mäntel mit den Muffen sichergestellt. 2.1.2. Sind Kabelstücke miteinander zu verbinden bzw. Muffen in einer Kabelanlage zu öffnen, so müssen vor Arbeitsaufnahme sogenannte Arbeitsverbindungen geschaffen werden, die die galvanische Verbindung der Mäntel über die Arbeitsstellen hinweg gewährleisten. Diese Arbeitsverbindungen dürfen erst wieder gelöst werden, wenn der Zustand nach 2.1.1. wiederhergestellt ist. 2.1.2.1. Als Arbeitsverbindung ist ein verzinntes Kupferseil, 6 mm², nach DIN 46 438 zu verwenden. 2.1.2.2. Bevor die Arbeitsverbindung hergestellt wird, müssen die Kabelmäntel metallisch blank gemacht werden, um eine elektrisch gut leitende Verbindung zu bekommen. 2.1.2.3. Das Kupferseil muß so lang sein, daß die Montagearbeiten dadurch nicht behindert werden. 2.1.2.4. Das Kupferseil kann unmittelbar auf die Bleimäntel der beiden Kabelstücke aufgelötet werden. Es genügt aber auch, wenn		
Ersatz für Ausgabe 1, Januar 1962	Januar 1964	R VI A Nr. 64

Abgabe durch: FTZ, Gr. c, 6100 Darmstadt
BD12M0164(D54)

noch Anlage 1

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

2.1.2.5. Die Klemm- oder Schraubverbinder müssen so gebaut sein, daß der Bleimantel nicht beschädigt werden kann. Besser ist diese Art der Verbindung für PWY-Kabel (s. 2.3.1.) geeignet.

2.1.3. Bei den P(i)Mz-Kabeln sind die zwischen Kabelseele und -mantel angeordneten, dem Induktionsschutz dienenden Lagen aus Kupferdraht oder Stahlband lediglich so weit abzusetzen, daß sie unter dem Kabelmantel etwa 20 mm herausragen.

2.2. Bewehrte Bleimantelkabel der Ausführungsformen PMbc bzw. PMibc.

2.2.1. Ständige galvanische Verbindung der Bleimäntel wie unter 2.1.1.

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

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

2.2.2.2. Länge des Kupferseils siehe 2.1.2.3.

2.2.2.3. Vor Beginn der Spleiß- und Lötarbeiten müssen noch Arbeitsverbindungen vom Kupferseil zu den Bleimänteln hergestellt werden. Es werden hierzu mehrere Kupferdrähte (Reste von Kabeladern) miteinander verdreht und fest auf die Bleimäntel (müssen metallisch blank sein) und das Seil gewickelt.

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

2.2.3. Muß eine Muffe mit galvanischer Durchverbindung in einer vorhandenen

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

2.2.4. Sind Muffen zu öffnen, die noch nicht mit einer ständigen galvanischen Verbindung nach 2.2.2.1. ausgerüstet sind, so ist diese Verbindung entsprechend 2.2.2.1.–2.2.2.3. herzustellen.

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

2.3.1. Bevor mit Spleiß- und Lötarbeiten begonnen wird – unabhängig davon, ob es sich um neu zu verbindende Kabelstücke oder um das Öffnen der Muffen von bereits in Betrieb befindlichen Kabeln handelt –, müssen die Kabelmäntel für die Dauer der Arbeiten durch eine Arbeitsverbindung galvanisch überbrückt werden.

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

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

2.4. Aluminiummantelkabel der Ausführungsformen PYL, PLDY, PLibYv bzw. PLDiYv.

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

2.4.2. Die bei den PLibYv/PLDiYv-Kabeln zwischen PVC-Umhüllung und Al-Mantel liegende Induktionsschutzbewehrung wird etwa 10 mm vor der Absetzstelle der PVC-Umhüllung abgetrennt und mit selbstklebendem PVC-Band isoliert.

2.5. Sonderkabel

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

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

1. Allgemeines

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

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

2. Prüfgerät

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

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

3. Vorbereitung zur Prüfung

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

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

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

4. Prüfung

Vor Betreten eines Kabelschachtes ist die darin befindliche Luft auf Vorhandensein von Gasen zu untersuchen. Hierzu ist grundsätzlich ein Polytest-Suchröhrchen zu verwenden, das außer Kohlenoxid (Stadtgas!) auch die Dämpfe von Propan und anderen Kohlenwasserstoffen anzeigt. Sofort nach Öffnen des Kabelschachtes ist mit der Prüfung zu beginnen. Die Sonde wird dazu in den Schacht hinuntergelassen. Dabei muß vermieden werden, daß das Röhrchen in etwa am Boden stehendes Wasser eintaucht.

Feuchte Röhrchen sind nicht mehr funktionsfähig!

4.1. Prüfung mit Polytest-Suchröhrchen

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

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

Zu Fall D:

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

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

Zu Fall A und C:

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

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

Nachprüfungen im Schacht können ohne Sonde ausgeführt werden. Dazu wird das Prüfröhrchen unmittelbar in das Mundstück des Pumpenkopfes eingesetzt. Polytest-Suchröhrchen sind von beiden Seiten verwendbar.

Vermerk: Die Firma Dräger hat den bisherigen Namen der Röhrchen (alt: LF Suchröhrchen) in Polytest-Suchröhrchen umbenannt. Dieser neue Name wurde in den Auszug der Anlage 2 bereits eingearbeitet.

4.2. Prüfung mit Erdgasröhrchen

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

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

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

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

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

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

Merkblattfür die Verwendung von Propan im Fernmeldewesen**A. Allgemeines**

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

B. Umgang mit Propanflaschen

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

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

C. Umgang mit Propangeräten

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

Band 5

— Werkstoffbearbeitung

Werk- und Hilfsstoffe — Werkstoffbearbeitung — Technisches Zeichnen
— Arbeitsschutz und Unfallverhütung — Umgang mit Tabellenbüchern

● Repetitor zum Band 5

Band 6

— Fernsprechapparate — Fernsprechentstörung — Nebenstellenanlagen (mit Beiheft)

Fernsprechapparate — Zusatzeinrichtungen — Fernsprechentstörung — VDE-Bestimmungen — Unfallverhütung — Allgemeines über Nebenstellenanlagen — Die Ausführung der Nebenstellenanlagen — Schaltungsaufbau — Aufbau und Bedienen des HVt

● Repetitor zum Band 6

Band 7

— Linientechnik (2 Teile)

Zweck und Aufbau der Bauteile im Ortsanschlußnetz — Kabelkanalanlage — Fernmeldekabel — Einziehen von Röhrenkabeln — Auslegen von Erdkabeln — Kabelmontagearbeiten — Druckluftüberwachung von Ortskabeln — Schutz gegen Korrosion — Linienunterlagen für Ortsnetze — Auskundung — Bau oberirdischer Ortsanschlußlinien — Bau oberirdischer Kabelanlagen — Unterhaltungsarbeiten an Holzmastlinien — Sprechstellenbau — Teilnehmereinrichtungen — Erdungsanlagen — Schutz gegen Überspannungen und Überströme

● Repetitor zum Band 7

Band 8

— Grundlagen der Vermittlungstechnik (mit Beiheft)

Aufbau und Wirkungsweise der Schrittschalt- und Motordrehwähler — Orts- und Fernvermittlungstechnik — Schaltkennzeichen — Einstellvorschriften — Signaleinrichtungen, Prüf- und Meßeinrichtungen — Stromversorgung — Aufteilung großer Ortsnetze — Netzgestaltung im Selbstwählfersdienst — Unterhalten und Bedienen von Orts- und Fernvermittlungsstellen — Gliederung des Unterhaltungsdienstes

● Repetitor zum Band 8

Band 9

— Übertragungs- und Datentechnik

Elektroakustik — Leitungstechnik — Trägerfrequenztechnik — Grundlagen der Fernschreib- und Datentechnik

● Repetitor zum Band 9

— Weitere Lehrbücher siehe 2. und 4. Umschlagsseite —

Band 10

— **Grundlagen der Schaltungs- und Meßtechnik**

Anschluß- und Verbindungstechniken — Bauelemente, Bauteile und Grundlagen der Schaltungstechnik — Niederspannungsnetz, Schutzmaßnahmen und Installationen, Gefährdung des Menschen durch den elektrischen Strom — Messen und Prüfen

● **Repetitor zum Band 10**

Die Bände werden noch durch den **Sonderband „Grundlagen der Elektronik (mit Repetitor)“** ergänzt, der beim Institut zur Entwicklung moderner Unterrichtsmedien e. V., 28 Bremen 1, Bahnhofstraße 10, bestellt werden kann. Der Band ist wie folgt gegliedert:

Sonderband — Grundlagen der Elektronik

Meßtechnik — Halbleiter — Halbleiterdioden — Transistor — Vierschicht-halbleiter-Bauelemente — Elektronenröhren — RC-Glieder — Kippstufen — Verknüpfungsglieder

● **Repetitor zum Band Grundlagen der Elektronik**

Allgemeines Prüfungswissen (2 Teile)

(für die Kräfte des BFW-, BfT- und BPT-Dienstes)

● **Repetitor zum Band Allgemeines Prüfungswissen**

**Wichtig zur Vorbereitung
auf Eignungsfeststellungen und Prüfungen**

Deutschlehre
(mit Beiheft)

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

Rechenlehre

Rechnen — Raumlehre — Sortenverwandlung — Übungsaufgaben — Angewandte Aufgaben — Lösungsheft

Sämtliche Lehrwerke können bestellt werden bei:

Deutsche Postgewerkschaft — Hauptvorstand — Verlag

6 Frankfurt 71 — Rhonestraße 2