fernmeldelehrling.de

Handbuch für Fernmeldehandwerker

Band 3a

Linientechnik – Kabelmontage, ober- und unterirdischer Fernmeldebau

fernmeldelehrling.de

Handbuch für Fernmeldehandwerker

Band 3a

Linientechnik – Kabelmontage, ober- und unterirdischer Fernmeldebau

1. Auflage (Stand: Frühjahr 1981)

Deutsche Postgewerkschaft - Hauptvorstand - Verlag - Rhonestraße 2 - 6000 Frankfurt 71

fernmelde-lehrling.de

Handbuch für Fernmeldehandwerker

9 empfehlenswerte Lehrbücher

Band 1 – **Grundlagen der Physik und der Mathematik** (mit Beiheft)

Bände 2a/2b – **Schalt- und Montagearbeiten** (mit Beiheft)

Band 3a – **Linientechnik – Kabelmontage, ober- und unterirdischer Fernmeldebau**

Band 3b – **Linientechnik – Sprechstellenbau**

Band 4 – **Fernsprechentstörung**

Band 5 – **Vermittlungstechnik** (mit Beiheft)

Band 6 – **Elektroinstallation**

Band 7 – **Allgemeine Berufskunde – Politische Bildung**

Handbuch der Fernmeldetechnik – Grundreihe –

Grundlagen der Elektrotechnik

Grundlagen der Gleichstromlehre – Elektrisches Feld – Magnetisches Feld – Schaltvorgänge im Gleichstromkreis – Grundlagen der Wechselstromlehre – Meßtechnik

Werkstoffbearbeitung

Manuelle und maschinelle Werkstoffbearbeitung – Wärmebehandlung – Verbindungstechniken – Werk- und Hilfsstoffe – Technisches Zeichnen – Umgang mit Tabellen- und Handbüchern – Arbeitsschutz und Unfallverhütung

Bestellungen an:

Deutsche Postgewerkschaft - Hauptvorstand - Verlag - Rhonestraße 2 - 6000 Frankfurt 71

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Ortskabel

1.1 Arten und Aufbau der Ortskabel ... 13
1.1.1 Der stromführende Leiter ... 13
1.1.2 Leiterisolierung ... 14
1.1.3 Adernkennzeichnung ... 14
1.1.4 Verseilung ... 15
1.1.5 Zählweise ... 19
1.1.6 Kabelhülle ... 19
1.1.7 Kurzzeichen ... 21
1.1.8 Aufbauschema der Kabeltypenbezeichnung ... 22
1.1.9 Aufteilungskabel ... 24
Zur Lernerfolgssicherung ... 25

2 Fernmeldezeug

2.1 Fernmeldebauzeug ... 26
2.1.1 Kabelmuffen ... 26
2.1.2 Gruppenringe ... 31
2.1.3 Isolierhülsen ... 31
2.1.4 Adernverbindungshülsen ... 32
2.1.5 Adernverbindungsleisten ... 33
2.1.6 Trockenmittel ... 34
2.1.7 Schrumpfschläuche, Schrumpfmanschetten ... 34

2.2 Fernmeldebaugerät ... 35
2.2.1 Propan-Heizstrahler und -Kochergestell ... 35
2.2.2 Kabelschachtbeleuchtung ... 36
2.2.3 Kabellötgeräte ... 37
2.2.4 Werkzeug für das Verbinden der kunststoffisolierten Ortskabel ... 38
Zur Lernerfolgssicherung ... 43

3 Arbeitsschutz und Unfallverhütung

3.1 Umgang mit Propangas ... 44

3.2 Umgang mit Propanflaschen ... 45

3.3 Umgang mit Propangeräten ... 46

Zur Lernerfolgssicherung ... 47

fernmeldelehrling.de

Seite

4 Verbindungs- und Abzweigstellen herstellen

4.1 Kabel verbinden ... 48
4.1.1 Kabelenden vorrichten ... 48
4.1.2 Kabeladern verbinden ... 49
4.1.3 Prüfen der Kabeladern ... 60

4.2 Kabelenden verschließen ... 63

4.3 Muffen verschließen und öffnen ... 64
4.3.1 Lötarbeiten an Bleimuffen ... 64
4.3.2 Montage der Thermoplast-Spannklemm-Muffen, der Schraubklemmuffen, der Verbindungs- und Abzweigschrumpfmuffen sowie der Verbindungs- und Abzweig-Thermoplast-Schraubklemmuffen ... 66

Zur Lernerfolgssicherung ... 67

5 Endeinrichtungen abschließen, Ausgleichschaltungen herstellen

5.1 Kabel mit Endeinrichtungen abschließen ... 68
5.1.1 Kabelenden vorbereiten ... 68
5.1.2 Kabeladern anlegen ... 68

5.2 Ausgleichschaltungen herstellen ... 68

Zur Lernerfolgssicherung ... 69

6 Oberirdische Fernmeldeanlagen

6.1 Leitungsmasten ... 70
6.1.1 Imprägnieren der Masten ... 71
6.1.2 Länge und Durchmesser der Masten ... 72
6.1.3 Eingrabtiefe für Masten ... 73
6.1.4 Masten aufstellen ... 73
6.1.5 Masten ausheben ... 76
6.1.6 Masten prüfen ... 76
6.1.7 Masten besteigen ... 78

6.2 Verstärkungsmittel ... 79
6.2.1 Anker anbringen ... 82
6.2.2 Streben anbringen ... 84

Seite

6.3 Blankdrahtlinien ... 85

6.4 Oberirdische Kabelanlagen ... 90

6.5 Arten und Aufbau oberirdischer Kabel ... 91
6.5.1 Installationskabel mit Zugentlastung ... 91
6.5.2 Tragseil-Luftkabel ... 92

6.6 Abschließen, Verbinden und Verzweigen oberirdischer Kabel ... 92
6.6.1 Stützpunkte ausrüsten ... 94
6.6.2 Installationskabel aufbringen ... 95
6.6.3 Installationskabel abschließen ... 97
6.6.4 Tragseil-Luftkabel aufbringen ... 98
6.6.5 Tragseil-Luftkabel abschließen ... 103

6.7 Erdungen und Sicherungsschutz an oberirdischen Linien ... 104

Zur Lernerfolgssicherung ... 105

7 Kabelkanalanlagen

7.1 Aufbau der Kabelkanalanlagen ... 108
7.1.1 Kabelschächte ... 108
7.1.2 Abzweigkästen ... 113
7.1.3 Kabelkanäle ... 114
7.1.4 Kabelkanalrohre auslegen ... 119

Zur Lernerfolgssicherung ... 124

8 Zieharbeiten in Kabelkanalanlagen

8.1 Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln ... 125
8.1.1 Kabel in KK-Anlagen ein- und ausziehen ... 129
8.1.2 Kabelkanalzüge abdichten ... 131

8.2 Montagestellen vorbereiten und sichern ... 134
8.2.1 Azk und KSch öffnen und sichern ... 134
8.2.2 Propangasgeräte anschließen und betreiben ... 136

fernmeldelehrling.de

Seite

8.3 Kabelmontagearbeiten ausführen ... 137
8.3.1 Verbindungs- und Abzweigstellen herstellen ... 137
8.3.2 Kabelanschnittstellen herstellen ... 139
Zur Lernerfolgssicherung ... 141

9 Erdkabelanlagen

9.1 Ausheben von Kabelgräben ... 143
9.2 Auslegen von Erdkabeln ... 144
9.3 Kabel in Verzweigungseinrichtungen abschließen ... 148
Zur Lernerfolgssicherung ... 150

10 Fernmeldelinien

10.1 Oberirdische F-Linien ... 152
10.2 Unterirdische F-Linien ... 153
Zur Lernerfolgssicherung ... 154

11 Maßnahmen zum Bau von Fernmeldelinien

11.1 Planung ... 155
11.2 Auskundung ... 157
11.3 Wegesicherung ... 157
Zur Lernerfolgssicherung ... 159

12 Maßnahmen zur Sicherung von Fernmeldelinien

12.1 Instandhalten des Fernmeldeliniennetzes ... 160
12.1.1 Oberirdische Linien instandhalten ... 160

Seite

12.2 Feststellen von Kabellagen ... 161
12.2.1 Aufmeßbeispiele für unterirdische Fernmeldelinien ... 161
12.3 Druckluftüberwachung von Kabeln ... 165
Zur Lernerfolgssicherung ... 167

13 Aufbau der Ortsnetze

13.1 Bestandteile der Ortsnetze ... 168
13.2 Ortskabelnetz ... 173
13.3 Schaltpunkte im Ortsnetz ... 176
13.3.1 Hauptverteiler ... 176
13.3.2 Verzweigungseinrichtungen ... 176
13.3.3 Kabelverzweiger ... 177
13.3.4 Endeinrichtungen ... 178
Zur Lernerfolgssicherung ... 181

14 Planunterlagen für Ortsnetze

14.1 Arten der Ortsnetz-Pläne ... 182
14.2 Maßstäbliche Pläne ... 183
14.2.1 Ortsnetz-Bereichsplan ... 184
14.2.2 Verzweiger-Bereichsplan ... 186
14.2.3 Lageplan ... 186
14.3 Bildzeichen der Ortsnetz-Pläne ... 188
14.4 Schematische Pläne ... 192
14.5 Stützpunktnachweis ... 198
14.6 Benummern von Schaltpunkten und Kabeln ... 201
14.6.1 Numerierung der Verzweigungs- und Endeinrichtungen ... 201
14.6.2 Benummern der Ortsverbindungskabel ... 201
14.6.3 Benummern der Ortsanschlußkabel ... 202

fernmeldelehrling.de

Seite

14.6.4 Benummern der Querkabel ... 203
14.6.5 Benummern von Kabelverzweigungen ... 204
14.6.6 Benummern von Kabelverbindungen ... 204
14.6.7 Benummern von Kabelkanalanlagen ... 204
Zur Lernerfolgssicherung ... 205

15 Beschaltung der OAsk-Netze

15.1 Beschaltungsnachweise ... 206
Zur Lernerfolgssicherung ... 214

16 Starkstrom-, Korrosions- und Blitzschutz

16.1 Starkstromschutz ... 215
16.1.1 Oberirdische Starkstromanlagen ... 215
16.1.2 Unterirdische Starkstromanlagen ... 216
16.1.3 Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen oberirdischer Fernmeldeleitungen mit oberirdischen Starkstromleitungen ... 216
16.1.4 Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen oberirdischer und unterirdischer Starkstrom- bzw. Fernmeldeleitungen ... 219
16.1.5 Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen unterirdischer Fernmeldekabel mit unterirdischen Starkstromkabeln ... 219
16.1.6 Schutzmaßnahmen an Fernmeldekabeln auf dem Gelände von Kraft- und Umspannwerken ... 222
16.1.7 Kennzeichnung gefährdender Anlagen in den Linienunterlagen für Ortsnetze ... 223

16.2 Korrosionsschutz ... 223
16.2.1 Korrosion durch Lokalelemente ... 224
16.2.2 Korrosion durch galvanische Elemente ... 224
16.2.3 Korrosion durch Konzentrationselemente ... 225
16.2.4 Korrosion durch elektrolytische Elemente ... 226

16.3 Gefährdung durch elektrische Beeinflussung ... 228

Seite

16.4 Blitzschutzmaßnahmen ... 228
16.4.1 Blitzschutz an unterirdischen Fernmeldeleitungen ... 234
Zur Lernerfolgssicherung ... 235

17 Zusammenstellung der Fernmeldebauordnungen ... 236

Sachregister ... 237

fernmeldelehrling.de

Wichtige Abkürzungen

Adr	Abdichtring
AdSH	Abdichtschrumpfhülsen
Akl	Abspannklemme
AsB	Anschlußbereich
AsLe	Anschlußleiste
AsK	Abspannkausche
AtK	Aufteilungskabel
AtM	Aufteilungsmuffe
AtOk	Aufteilungsortskabel
AVH	Adernverbindungshülse
AVL	Adernverbindungsleiste
AVZ	Adernverbindungszange
AzK	Abzweigkasten
AzM	Abzweigmuffe
BA	Bauanschlag
BBz	Baubezirk
Brp	Bereichsplan
Bsp	Bestückungsplan
BÜ	Bauübersicht
Bvh	Bauvorhaben
DA	Doppelader
Dä	Dämpfung
E	Erder, Erdung
Ek	Erdkabel
EVs	Endverschluß
EVz	Endverzweiger
EVza	Endverzweiger für Außenbau
EVzi	Endverzweiger für Innenbau
FBG	Fernmeldebaugerät
FBO	Fernmeldebauordnung
FO	Fernmeldeordnung
FV	Verbindungsmuffe
FZ	Fernmeldezeug
GEE	Grundstückseigentümererklärung
GRK	Gruppenringe aus Kunststoff
GRP	Gruppenringe aus Papier
Hk	Hauptkabel
HVt	Hauptverteiler
HVt-L	Hauptverteiler Linienseite
IH	Isolierhülse
IHK	Isolierhülse aus Kunststoff
KKAnl	Kabelkanalanlage
KK	Kabelkanal
KKF	Kabelkanalformsteine
KKNzp	Kabelkanalnetzplan
KKR	Kabelkanalrohr
KLäp	Kabellängenplan
KSch	Kabelschacht
KSchK	Kabelschachtkarte
KÜf	Kabelüberführung
KVz	Kabelverzweiger
Lap	Lageplan
Läp	Längenplan
Lk	Luftkabel
Lst	Lötstelle
LVz	Linienverzweiger
Nzp	Netzplan
OAsk	Ortsanschlußkabel
OAsl	Ortsanschlußleitung
OAsL	Ortsanschlußlinie
Ok	Ortskabel
ON	Ortsnetz
ONB	Ortsnetzbereich
ONBrp	Ortsnetzbereichsplan
OVk	Ortsverbindungskabel
OVSt	Ortsvermittlungsstelle
PE	Polyäthylen
PIL	Planungsstelle für Linientechnik
PVC	Polyvinylchlorid
Qk	Querkabel
Ql	Querverbindungslinie
Rk	Röhrenkabel
Stern-VS	Stern-Viererseil
StK	Starkstromkabel
TKM	Thermoplast-Spannklemm-Muffe
Trb	Trassenband
TWG	Telegrafenwegegesetz
ÜEVs	Überführungsendverschluß
UVVFt	Unfallverhütungsvorschriften für den fernmelde-technischen Dienst
VAGi	Verbindungs- und Abzweiggehäuse Innen

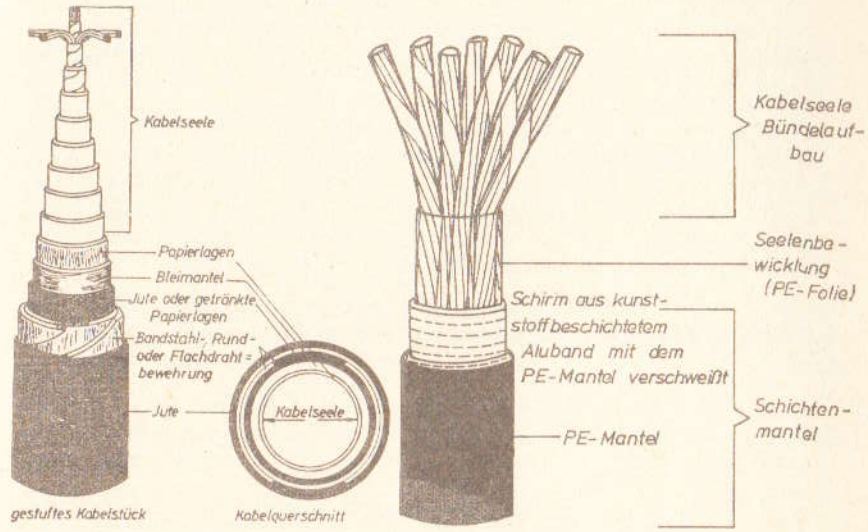
fernmeldelehrling.de

VASK	Schraub-Klemm-Muffe
VATSK	Verbindungs- und Abzweig-Thermoplast-Schraubklemmuffe
VASM	Verbindungs- und Abzweigschrumpfmuffe
VS	Verseilelement
VVDa	Verbindungs- und Verteilerdose für Außenbau
VVDi	Verbindungs- und Verteilerdose für Innenbau
VzBrp	Verzweigerbereichsplan
Vzk	Verzweigungskabel

1 Ortskabel

1.1 Arten und Aufbau der Ortskabel

Ein Kabel besteht aus den **stromführenden Leitern,** den **Isolierhüllen** und der **Kabelhülle.** Den mit der Isolierhülle versehenen Leiter nennt man **Kabelader,** die Gesamtheit der im Kabel vorhandenen Verseilelemente einschließlich der über den Verseilelementen liegenden Bewicklung (Seelenbewicklung) und des darüberliegenden Innenmantels **Kabelseele.** Die Kabelseele ist von der Kabelhülle umgeben.



Aufbau eines papierisolierten Erdkabels und Aufbau eines kunststoffisolierten Kabels

Mit dem Begriff Kabelhülle ist der gesamte Aufbau des Kabels über der Kabelseele zu verstehen. Dazu gehören: **Kabelmantel, innere** und **äußere Schutzhülle** und die **Bewehrung.** In der Abbildung ist der Aufbau eines **papierisolierten Erdkabels** und eines **kunststoffisolierten Kabels** dargestellt.

1.1.1 Der stromführende Leiter

Als Leiter wird hauptsächlich ein **weichgeglühter, blankgezogener Kupferdraht** (Elektolytkupfer) von gleichmäßig rundem Querschnitt verwendet.

Der Leiterdurchmesser für Ortskabel beträgt heute fast nur noch 0,4 mm, 0,6 mm und 0,8 mm. Nur wenige OVk werden mit 0,9 mm Leiterdurchmesser ausgelegt.

fernmeldelehrling.de

1.1.2 Leiterisolierung

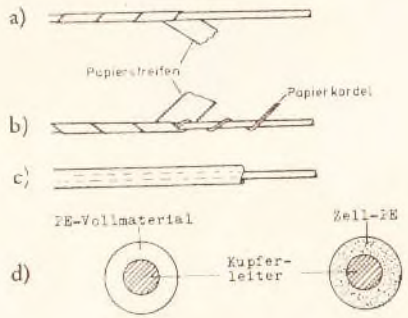
Die in einem Kabel zusammengefaßten elektrischen Leiter müssen gut gegeneinander isoliert sein. Die elektrische Eigenschaft der Stromkreise ist außerdem von der Lage der elektrischen Leiter zueinander abhängig.

Die Isolierung der einzelnen Adern kann bestehen aus:

- Papierstreifen, die in Wendelform mit Überlappung um den Leiter gewickelt sind (Abb. a) oder
- einer Stützwendel aus Papierkordel über dem Leiter; darüber ist eine Lage Papierband gewickelt (Abb. b). Dadurch wird ein guter Lufthohlraum um den Leiter erzielt und auch die Kabelseele fester.

  Der umhüllende Papierstreifen hat zum Unterscheiden der Adern und zum Bestimmen der Zählweise aufgedruckte Farbmerkmale, deren Bedeutung später erläutert wird.
- **Polyäthylen** (PE, Kurzzeichen **2Y**). Es wird auf die Kupferader aufgespritzt (**Voll-PE-Isolierung,** Abb. c und d, linke Bildhälfte) oder zunächst mit einem Treibmittel aufgeschäumt und dann auf die Kupferader aufgebracht (**Zell-PE-Isolierung,** Kurzzeichen **02Y**). Der feinporige feste Schaum bewirkt – ähnlich wie die Papierkordel bei der Papierluftraumisolierung – eine bessere Isolierung (Abb. d, rechte Bildhälfte).

Bei einer neuen Kabeltype besteht die Adernisolierung aus Zell-PE mit darüberliegender dünner Schicht aus unverzellten Polyolefinen (Kurzzeichen **02YS**).



Isolierung der Adern

1.1.3 Adernkennzeichnung

Zur Unterscheidung der einzelnen Adern dient folgende Kennzeichnung:

Stamm 1 a-Ader: ohne Aufdruck

b-Ader: Einfach-Querstreifen in 16 mm Abstand

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

b-Ader: Doppel-Querstreifen in 13 mm Abstand

Alle Querstreifen sind blau oder schwarz.

1.1.4 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 Drallänge, Drallschritt oder Schlaglänge genannt – verstehen wir die Ganghöhe oder Steigerung der Schraubenlinie, die sich beim Verseilen der Adern ergibt.

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 Einzelleiters und der Länge des Kabels einen bestimmten Wert vorgeschrieben, der im allgemeinen nicht überschritten werden darf. **Er beträgt 1,02 bis 1,04 und heißt Verseilungsfaktor.**

Die Kabeladern werden zu Paaren oder zu Vieren verseilt. Bei der Verseilung werden jeweils zwei oder mehr Adern zu einem **Verseilelement (VE)** zusammengefaßt.

Folgende Verseilelemente unterscheiden wir:

a) die Paarverseilung,

b) die Sternverseilung (St-Verseilung) und

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

Bei der Paarverseilung werden zwei Adern zu einem Adernpaar (Doppelader) verseilt. Die Isolierhüllen der Einzeladern sind farbig unterschieden.

Paarverseilung

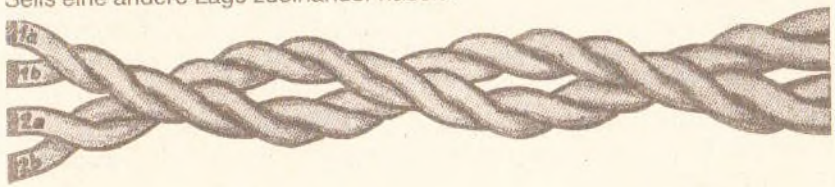
fernmeldelehrling.de

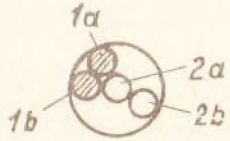
Werden vier Adern miteinander verseilt, so entsteht die **Viererverseilung;** hierbei müssen wir zwischen der St-Verseilung und der DM-Verseilung unterscheiden.

Bei einem Sternviererseil (Abb.) **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.

Sternverseilung

Bei der DM-Verseilung 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.



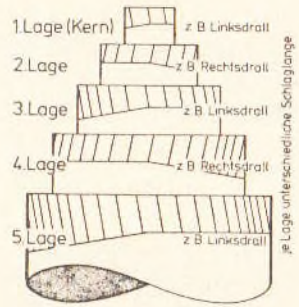


DM-Verseilung

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

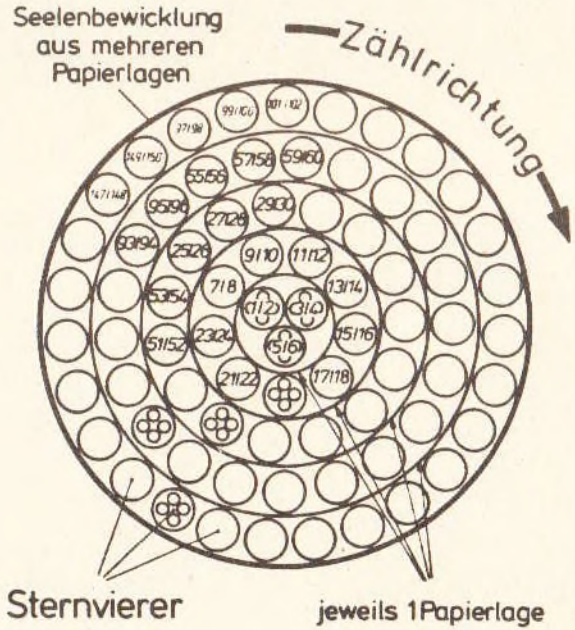
1.1.4.1 Lagenverseilung

Durch Zusammenfassen der Verseilelemente entsteht die Kabelseele des Fernmeldekabels. Die Viererseile der bisher beschriebenen Adernverseilung werden in Lagen zusammengefaßt. Die einzelnen Lagen sind durch Papierbänder voneinander getrennt.



Schematische Darstellung eines lagenverseilten Kabels

Diese lagenverseilten Kabel finden wir in unseren Ortsnetzen noch in großer Anzahl vor. Neue Kabel werden jedoch nur noch in der sogenannten Bündelverseilung hergestellt.

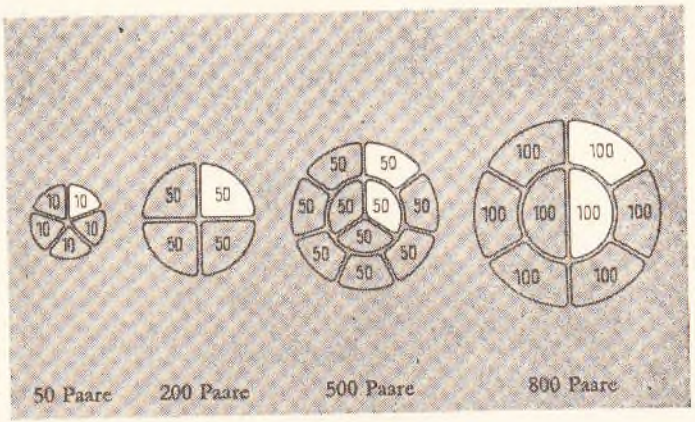


Aufbau der Kabelseele eines 150paarigen Kabels mit Sternvierern (Lagenverseilung)

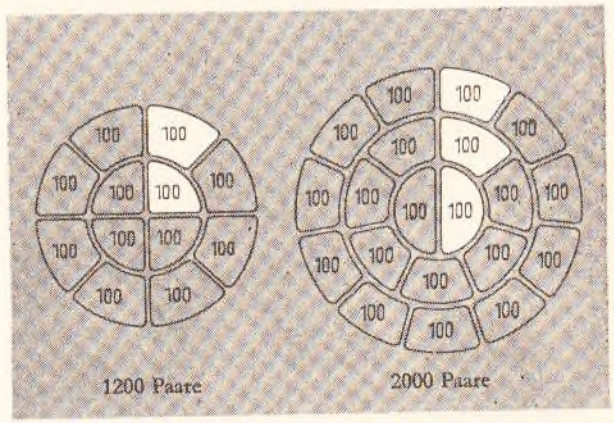
fernmeldelehrling.de

1.1.4.2 Bündelverseilung

Die Verseilungsart der **kunststoffisolierten Kabel** und ab 1. 1. 1975 auch die der **papierisolierten Ortskabel** erfolgt in der sogenannten **Bündelverseilung.** Die **Adern sind auch sternverseilt,** jedoch nicht innerhalb der Lage nebeneinanderliegend angeordnet, sondern zunächst zu sogenannten **Grundbündeln** zusammengefaßt.



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



Zählbündel, mit roter Kunststoffolie gekennzeichnet

Anordnung der Grund- und Hauptbündel im kunststoffisolierten Kabel

Ein Grundbündel enthält 5 Stern-Vierer (= 10 DA). Je 5 oder 10 Grundbündel werden zu einem Hauptbündel verseilt. Die Bündel sind durch Kunststoffolienbänder voneinander getrennt. Die Kabelseele kann je nach der gewünschten Paarzahl entweder aus Grund- oder Hauptbündeln zusammengesetzt sein.

1.1.5 Zählweise

Bei den papierisolierten Ortskabeln 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.**

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 links herum gezählt werden.

Die Kennzeichnung der kunststoffisolierten Adern eines Vierers ist grundsätzlich die gleiche wie bei den papierisolierten Adern, und zwar ist die Isolierung mit blauen oder schwarzen 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. Alle anderen Grund- und Hauptbündel sind mit weißen oder naturfarbenen Wendeln umwickelt.

1.1.6 Kabelhülle

Die Kabelseele wird von der Kabelhülle umgeben. Sie ist für ältere Kabeltypen für die Verlegungsart von Bedeutung. Ihre Schutzbekleidung ist nicht immer gleich aufgebaut; wir unterscheiden daher

- **Röhrenkabel,** z. B. A-PM,
- **Erdkabel,** z. B. A-PM2Y oder A-PMbc und
- **Flußkabel,** z. B. A-PWE2Yvb.

fernmeldelehrling.de

In der Kabeltechnik sind für die Schutzbekleidung verschiedene Materialien verwandt worden. Sie können aus der Übersicht der Kurzzeichen entnommen werden. Im OAsl-Netz sind im allgemeinen nur noch PE-Kabeltypen einzubauen. Folgende Kabel mit kunststoff- oder papierisolierten Adern werden z. Z. verwendet:

Kurzzeichen	Kabelausführung	Einsatz im
A-02Y(L)2Y	Leiterdurchmesser 0,6, 0,8 oder 0,9 mm mit Zell-PE-Isolierung und PE-Schichtenmantel	OVk-Netz und Hk-Netz
A-02YSF(L)2Y	Leiterdurchmesser 0,6 mm mit Zell-PE-Isolierung und PE-Schichtenmantel gegen Längswassereinbruch geschützt.	nicht druckluftüberwachten OVk- und Hk-sowie Vzk-Netz
A-2Y(L)2Y	Leiterdurchmesser 0,4 und 0,6 mm mit Voll-PE-Isolierung und PE-Schichtenmantel	Hk-Netz
A-2YF(L)2Y	Leiterdurchmesser 0,4 und 0,6 mm mit Voll-PE-Isolierung und PE-Schichtenmantel. Kabelseele gegen Längswassereinbruch geschützt.	Vzk-Netz
A-PM2Y	Leiterdurchmesser 0,4 und 0,6 mm mit Papierisolierung, Bleimantel mit PE-Schutzhülle	Vzk-Netz
A-PWE2Y	Leiterdurchmesser 0,4 und 0,6 mm mit Papierisolierung, Stahlwellmantel mit einer Compoundmasse (Polyment) umgeben, PE-Schutzhülle	Hk-Netz

1.1.7 Kurzzeichen

Typbestimmendes Merkmal	Kurzzeichen	Kurzzeichenerklärung
Kabel-Grundtyp	A	Außenkabel
	T	Aufteilungskabel
	I	Installationskabel
	S	Schaltkabel
Leiterisolierung	P	Trockenes Papier
	Y	Polyvinylchlorid (PVC)
	2Y	Polyäthylen (PE)
	02Y	Zell-PE
	02YS	Zell-PE mit darüberliegender Schicht aus unverzellten Polyolefinen
	3Y	Polystyrol
Zusätzliche Aufbaumerkmale	F	Füllung der Verseilhohlräume der Kabelseele mit Petrolat
Kabelschirm	(St)	Elektrostatischer Schirm (aus Metallband oder kunststoffkaschiertem Metallband)
	(Z)	Zugfestes Stahldrahtgeflecht
	(Zg)	Zugentlastungselemente aus gebündelten Glasgarnen
Kabelmantel oder Schutzhülle	M	Bleimantel
	M 2	Bleimantel mit Erhärtungszusatz
	W	Stahlwellmantel
	L	Glatter Aluminiummantel (Al-Mantel)
	(L) 2Y	Schichtenmantel, das ist ein PE-Mantel, der innen mit einer beidseitig mit Kunststoff beschichteten Al-Folie ausgekleidet ist, wobei die Kunststoffbeschichtung dauerhaft mit dem PE-Mantel verschweißt ist
	Y	Mantel oder Schutzhülle aus PVC
	2Y	Mantel oder Schutzhülle aus PE
	2Y v	verstärkte Schutzhülle aus PE
	E	Schicht aus plastischer Masse mit eingebettetem Kunststoffband (Korrosionsschutz)
	c	Schutzhülle aus Jute und zähflüssiger Masse
Bewehrung	b	Bewehrung aus Stahldrähten oder Stahlbändern
Verseilinhalt	Zahlen nur mit dem Zusatz x 2	Anzahl der Doppeladern z. B. 100 x 2

fernmeldelehrling.de

Typbestimmendes Merkmal	Kurzzeichen	Kurzzeichenerklärung
Verseilart	P	Paarverseilung
	St III	Sternviererverseilung mit bestimmten Anforderungen an die kapazitive Übersprechkopplung
	St I	Sternviererverseilung (kleine kapazitive Kopplung)
	DM	Dieselhorst-Martin-Viererverseilung
Verseilanordnung	Lg	Anordnung der Verseilelemente in konzentrischer Lage
	Bd	Anordnung der Verseilelemente in Bündeln

1.1.8 Aufbauschema der Kabeltypenbezeichnung

Nachdem wir die Kurzzeichen für Kabel kennen, fällt es uns nicht mehr schwer, eine vollständige Kabeltypenbezeichnung zu lesen.

Am Beispiel des Kabels A – 2Y F (L) 2Y 100 x 2 x 0,6 St III Bd wollen wir die Typenbezeichnung erläutern.

Die Auswahl der typbestimmten Merkmale (das sind die zur Typenbezeichnung ausgewählten charakteristischen Aufbau- und Qualitätsmerkmale des Kabels), die Umsetzung der Merkmaldaten in die entsprechenden Merkmalkurzzeichen (das sind die in der Typenbezeichnung in Kurzform angegebenen Merkmaldaten = Elemente der Typenbezeichnung) und die Anordnung der Kurzzeichen in der Kabeltypenbezeichnung erfolgen nach einem einheitlichen System:

- Art und Reihenfolge der typbestimmten Merkmale, die zur Bildung der Kabeltypenbezeichnung herangezogen werden, sind in einem für alle Kabeltypen einheitlich geltenden Merkmalschema festgelegt.
- Den einzelnen Merkmaldaten sind einheitlich festgelegte Merkmalkurzzeichen (z. B. W = Stahlwellmantel) zugeordnet; entscheidend für die Bedeutung des Kurzzeichens ist die Stelle, an der es in der Kabeltypenbezeichnung steht.

1.1.8.1 Das Typenmerkmalschema

Nachfolgend sind die wichtigsten typbestimmten Merkmale für die Bildung der Kabeltypenbezeichnung zusammengestellt und erläutert:

- Grundtyp des Kabels

  Die bei der DBP verwendeten Fernmeldekabeltypen werden nach ihrem prinzipiellen Gesamtaufbau in folgende 4 Grundtypen eingeteilt:

  - Außenkabel,

  - Aufteilungskabel,
  - Installationskabel und
  - Schaltkabel.

- Leiterisolierung

  Unter diesem Merkmal werden der Werkstoff und – falls erforderlich – auch die Art der Leiterisolierung angegeben.

- Zusätzliche Aufbaumerkmale der Kabelseele

  Hierunter fällt z. B. Feuchtigkeitssperrfüllung der Verseilhohlräume aus Petrolat.

- Kabelmantel

  Als Merkmaldaten werden der Werkstoff, ggf. auch die konstruktive Ausführung des Kabelmantels angegeben, z. B. gewellter Stahlmantel.

- Schutzhülle

  Bei Kabeltypen mit Bewehrung ist zwischen der inneren Schutzhülle und der äußeren Schutzhülle zu unterscheiden. Die innere Schutzhülle liegt zwischen dem Kabelmantel und der Bewehrung; die äußere Schutzhülle umgibt die Bewehrung. Im allgemeinen wird auf die Angabe der inneren Schutzhülle in der Typenbezeichnung verzichtet.

- Verseilinhalt

  Dieses Merkmal ist ein Maß für die Menge der Leiter in der Kabelseele. Als Merkmalwert wird angegeben:

  - bei Schaltkabeltypen die Anzahl der Verseilelemente in Verbindung mit der Anzahl der Adern je Verseilelement,
  - bei allen anderen Kabelgrundtypen die Summe der Doppeladern.

  Etwa vorhandene Prüfleiter oder Prüfadern in der Seelenbewicklung oder Vorratsvierer bleiben hierbei außer Betracht.

- Leiter- oder Aderabmessungen

  Im Regelfall wird der Durchmesser des Leiters angegeben.

- Verseilart

  Dieses Merkmal kennzeichnet die Art der Verseilelemente und bestimmte, damit verbundene Übertragungseigenschaften des Kabels.

- Verseilanordnung

  Dieses Merkmal gibt an, wie die Verseilelemente räumlich in der Kabelseele angeordnet sind, z. B. in konzentrischen Lagen oder in Bündeln.

fernmeldelehrling.de

Merkmal-Kurzzeichen	A-	2Y	F	(L)2Y	100 x 2 x	0,6	St III	Bd
typ-bestimmende Merkmale	Kabel-Grundtyp	Leiterisolierung	Zusätzliches Aufbaumerkmal der Kabelseele	Kabelmantel	Verseilinhalt	Leiterabmessungen	Verseilart	Verseilanordnung
Merkmal-daten	Außenkabel	Voll-PE	Petrolatfüllung der Verseilhohlräume	Schichtenmantel	Zahl der Doppel-adern = 100	Leiterdurchmesser = 0,6 mm	Sternvierer-verseilung St III	Bündelverseilung

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 ein Handapparat zu erkennen, der in kurzen Abständen wiederkehrt.** Diese Kennzeichnung erfolgt auch auf Fernmeldekabeln, die wegen der Fernspeisung einen Blitzpfeil als Kennzeichnung tragen.

1.1.9 Aufteilungskabel

Als Aufteilungskabel finden wir im Betrieb das **Kunststoff-Aufteilungskabel (AtOk).** Die Kabeladern sind kunststoffisoliert (PVC-Isolierung). Der Kabelmantel besteht auch aus PVC. Er ist sternverseilt und in Bündelverseilung aufgebaut. Die AtOk werden zu 100 DA und 200 DA mit 0,4 mm Leiterdurchmesser und 50 DA, 100 DA, 150 DA und 200 DA mit 0,6 mm Leiterdurchmesser hergestellt.

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

Zur Lernerfolgssicherung

- **Aus welchem Material werden die stromführenden Leiter eines Ortskabels hergestellt?**
- **Was versteht man unter der Verseilung eines Fernmeldekabels?**
- **Welche Verseilungsarten für Fernmeldekabel gibt es?**
- **Aus wieviel Sternvierern besteht ein Grundbündel?**
- **Aus wievielen Grundbündeln kann sich ein Hauptbündel zusammensetzen?**
- **Was versteht man unter einem Schichtenmantelkabel?**
- **Wie lautet die Kurzbezeichnung für ein längswassergeschütztes Kabel?**
- **Welche Bedeutung haben die Kurzzeichen „2Y" und „E" innerhalb der Kurzbezeichnung eines Kabels?**
- **Aus welchen Teilen besteht die Schutzbekleidung eines Kabels der Form A-PMbc?**

fernmeldelehrling.de

2 Fernmeldezeug

2.1 Fernmeldebauzeug

Zum Fernmeldebauzeug für das Verbinden von Kabeln gehören:

- Kabelmuffen
- Gruppenringe
- Isolierhülsen
- Adernverbindungshülsen
- Adernverbindungsleisten
- Schrumpfschläuche
- Schrumpfmanschetten

An Werk- und Betriebsstoffen sind zu nennen:

- Lötstoffe und Lötmetalle
- Füll- und Abbrühmassen
- Glasgewebeband
- Nesselband
- Korrosionsschutzbinde
- Trockenmittel
- Propangas

2.1.1 Kabelmuffen

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

a) **Aufteilungsbleimuffen,**

b) **Verbindungsbleimuffen** und **Verbindungskunststoffmuffen**

sowie

c) **Abzweigbleimuffen** und **Abzweigkunststoffmuffen.**

2.1.1.1 Aufteilungsbleimuffen

Die Aufteilungsbleimuffen 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.

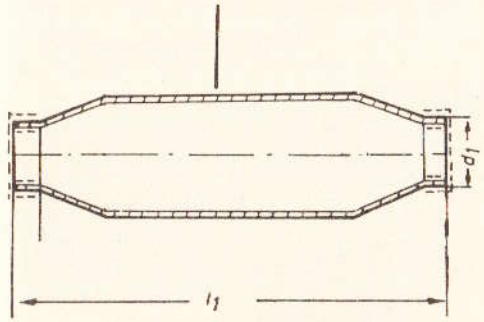
Die Aufteilungsbleimuffen (AtM) sind genormt. Sie werden in **vier Größen – AtM I, II, III und IV** – hergestellt. Die Anzahl der einzuführenden Aufteilungskabel ist entscheidend für die zu verwendende Muffengröße.

2.1.1.2 Verbindungsbleimuffen für papierisolierte Kabel

Verbindungsbleimuffen werden zur Verbindung von zwei Kabel-Einzellängen verwendet. Es gibt längsgeschlitzte Muffen in verschiedenen Größen. Das Kurzzeichen ist auf der Muffe eingeprägt, kennzeichnet sie als Verbindungsmuffe (V) für Fernmeldekabel (F) und gibt den Manteldurchmesser der zu verbindenden Kabel an.

Maße in mm

Kurzzeichen, das Verbandszeichen DIN und Herkunftsbezeichnung flach eingeprägt



Kurz-zeichen	d 1	l 1
FV 12	12	190
FV 20	20	240
FV 30	30	290
FV 40	40	350
FV 50	50	440
FV 60	60	500
FV 70	70	550
FV 80	80	600
FV 90	90	600

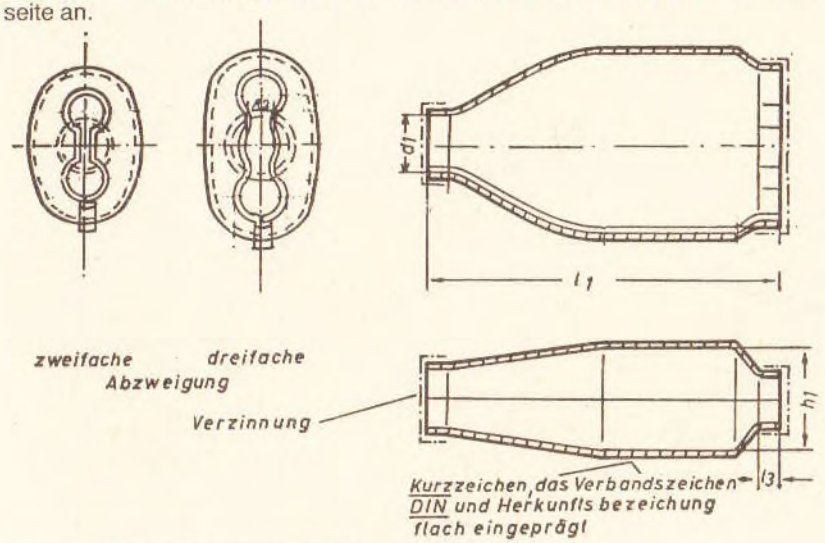
Verbindungsbleimuffe

fernmeldelehrling.de

2.1.1.3 Abzweigmuffen für papierisolierte Kabel

Abzweigmuffen werden zur Verbindung eines ankommenden Kabels mit zwei oder drei weiterführenden Kabeln verwendet.

Das Kurzzeichen, z. B. F 2 A 25 oder F 3 A 25, ist auf der Muffe eingeprägt, kennzeichnet sie als Abzweigmuffe (A) mit zwei (2) oder drei (3) Ausgängen und gibt die Halsweite (25) in mm der Öffnung an der ankommenden Muffenseite an.



Abzweig-Bleimuffe	Kurzzeichen	d 1	l 1
zweifach	F2 A15	15	200
	F2 A25	25	230
	F2 A35	35	280
drei- oder auch zweifach	F3 A15	15	200
	F3 A25	25	230
	F3 A35	35	280
	F3 A50	50	400
	F3 A65	65	490
	F3 A80	80	580

Maße in mm

Werkstoff: Hüttenweichblei

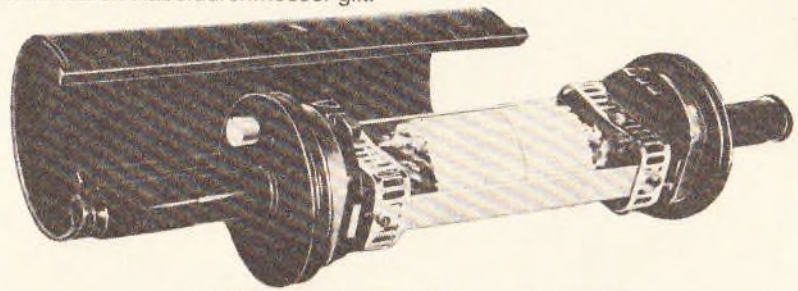
Abzweigbleimuffen

2.1.1.4 Thermoplast-Spannklemm-Muffen (TKM) für kunststoffisolierte Ortsverbindungs- und Hauptkabel

Mit den **Thermoplast-Spannklemm-Muffen (TKM)** werden die Schichtenmantelkabel verbunden.

Die Spannklemm-Muffen sind für Kabelanlagen mit und ohne Druckluftüberwachung geeignet und werden im Bereich der DBP nur für Ortsverbindungs- und Hauptkabel eingesetzt. Sie können ohne zusätzliche Energie an geschnittenen und ungeschnittenen PE-Kabeln montiert und im Erdreich wie in Kabelschächten gelagert werden.

Für die Haupt- und Ortsverbindungskabel sind **4 Muffengrößen als Verbindungs- und als Abzweigmuffen** vorgesehen. Das Fassungsvermögen und die Maße sind den Tabellen zu entnehmen. Die erste Zahl der Kurzbezeichnung gibt den Einführungsbereich in mm (Summe mehrerer Kabeldurchmesser) je Muffenseite an, während die zweite Zahl für den maximal einführbaren Kabeldurchmesser gilt.



Geöffnete Thermoplast-Spannklemm-Muffe

Fassungsvermögen und Maße der TKM

Muffengröße	Fassungsvermögen in DA bei Spleiß mit AVH				Schleuderspleiß			
	0,4	0,6	0,8	0,9	0,4	0,6	0,8	0,9
TK 95– 64	500	350	200	200	600	400	250	200
TK 120– 80	1000	700	400	300	1200	700	400	300
TK 155–100	2000	1200	800	500	2000	1200	800	500
TK 250– 92	2000	1200	800	500	2000	1200	800	500

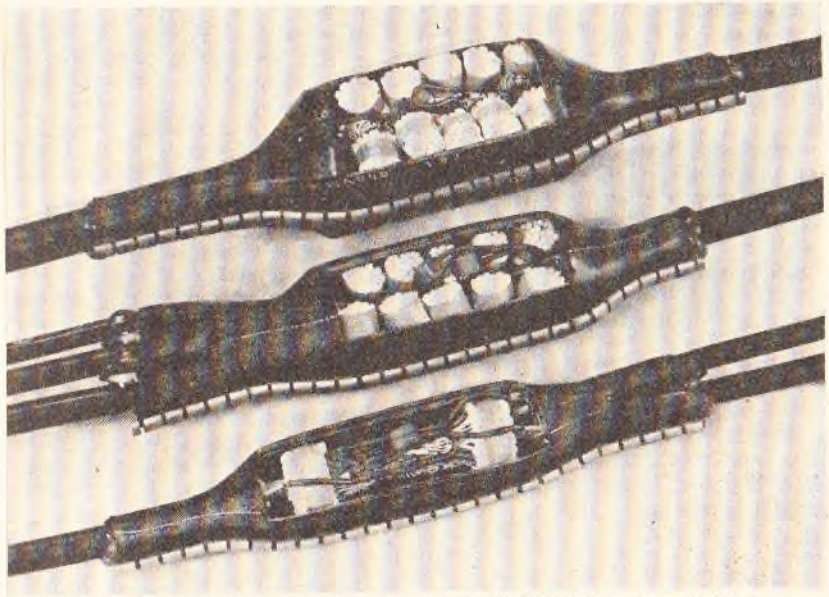
Muffengröße	Kabeleinführungsbereich mm	größter Aufbohr-Ø mm	Muffenaußen-Ø mm	Muffenlänge mm	Trockenmittelmenge g
TK 95– 64	95	64	152	435	150
TK 120– 80	120	80	184	590	200
TK 155–100	155	100	215	680	250
TK 250– 92	250	92	215	680	250

fernmeldelehrling.de

Die Spannklemm-Muffe (TKM) besteht im wesentlichen aus einem verschließbaren geschlitzten Muffenrohr und je einem Dichtungskörper an jeder Stirnseite. Die Dichtungskörper sind bei den Größen 1 bis 3 nur einfach geteilt, bei der Größe 4 ist der Dichtungskörper an einer Stirnseite zweifach geteilt. Dadurch ist es möglich, eine größere Zahl von Kabeln einzuführen. Grundsätzlich ist an jeder Muffe ein Dichtungskörper mit einem Druckluftventil ausgerüstet. Muffenrohr und Dichtungskörper bestehen aus Thermoplast.

2.1.1.5 Verbindungs- und Abzweigschrumpf-Muffen (VASM)

Die **Verbindungs- und Abzweigschrumpf-Muffe (VASM)** ist in der folgenden Abbildung dargestellt.



Verbindungs- und Abzweigschrumpf-Muffe (VASM), aufgeschnitten

Die Schrumpfmuffen lassen sich als Verbindungs- und Abzweigmuffen bei sämtlichen im Verzweigungsnetz vorkommenden Kabeltypen verwenden. Es gibt 4 Muffengrößen. Die Schrumpfmanschette hat auf ihrer Oberfläche einen Thermochromfarbanstrich, der als Indikator den Schrumpfvorgang erleichtert. Die Einzelteile der VASM sind in einer Muffenpackung zusammengefaßt und werden komplett in einem Bausatz geliefert.

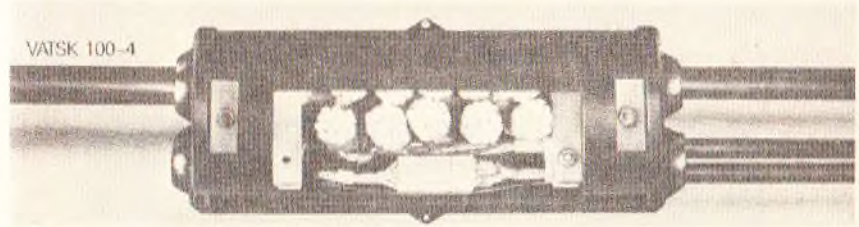
2.1.1.6 Verbindungs- und Abzweig-Thermoplast-Schraubklemmuffen (VATSK)

Die 1980 entwickelte Thermoplast-Schraubklemmuffe (VATSK) löst die ältere Schraubklemmuffe (VASK) ab. Der Muffenkörper der VATSK besteht aus

zwei Halbschalen aus Polypropylen, die je nach Muffengröße mit zwei oder vier unverlierbaren Schrauben zusammengehalten werden. An jeder Stirnseite der Muffe befinden sich zwei oder drei Kabeleinführungsöffnungen. Die Abdichtung der Muffe erfolgt mit Hilfe von Dichtungsband und Dichtungsschnur aus plastischer Dichtungsmasse.

Die mechanische und elektrische Verbindung der Kabelmäntel wird durch zwei im Innern der Muffe schlüssig gelagerte Metallbügel hergestellt.

Die Muffen sind für den Einsatz an nicht druckluftüberwachten Kabeln, insbesondere im Verzweigungsnetz und für Breitband-Kommunikation, vorgesehen.



Verbindungs- und Abzweig-Thermoplast-Schraubklemmuffe (VATSK)

Zur Verbindung von längswasserdichten PE-Schichtenmantelkabeln in Innenräumen ist anstelle von Muffen ein Verbindungs- und Abzweiggehäuse aus Kunststoff zu verwenden. Die Kurzbezeichnung lautet: VAGi. Das Gehäuse besteht aus einem Unterteil und einem abnehmbaren Gehäuseoberteil, das mit 4 Befestigungsschrauben gehalten wird.

2.1.2 Gruppenringe

Gruppenringe dienen als Spleißhilfe zur Kennzeichnung der Viererseile und der Grund- und Hauptbündel. Sie verbleiben auch nach dem Spleißen auf den damit gekennzeichneten Adern und ermöglichen dadurch das nachträgliche Aufsuchen bestimmter Adern zu Prüfzwecken u. ä. Gruppenringe sind aus Papier oder PE hergestellt und werden entsprechend der Adernisolierung der gespleißten Kabel verwendet. Gruppenringe aus PE werden farbig entsprechend der Farbkennzeichnung der Vierer in den Grundbündeln bündelverseilter Kabel geliefert. Für lagenverseilte Kabel stehen Gruppenringe in Rot (Zählvierer) und Naturfarben zur Verfügung.

2.1.3 Isolierhülsen

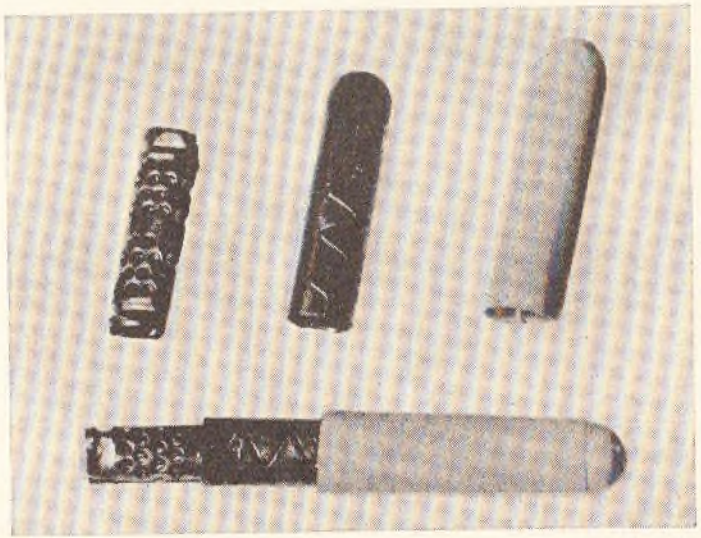
Isolierhülsen schützen die abisolierten Kabeladern an den Würgestellen gegen Berührung. Sie werden aus Papier oder Polyäthylen hergestellt. Die Isolierhülsen werden entsprechend der Isolierung und dem Durchmesser der Kabeladern ausgewählt.

fernmeldelehrling.de

2.1.4 Adernverbindungshülsen

Die **Adernverbindungshülsen (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. Ausnahmsweise kann es vorkommen, daß der Außendurchmesser der Leiter der 0,6-Zell-PE-Adern (02Y) etwas größer ausfällt. Dann muß die AVH 2 verwendet werden. Desgleichen ist dies bei 0,6 mm Aderndurchmesser der längswasserdichten Kabel (2YF) wegen der dickeren Isolierschicht der Voll-PE-Isolierung erforderlich.

Die AVH besteht aus drei Teilen, und zwar dem **Kontaktteil,** dem **Druckteil** und dem **Isolierteil** (Abb., von links nach rechts).

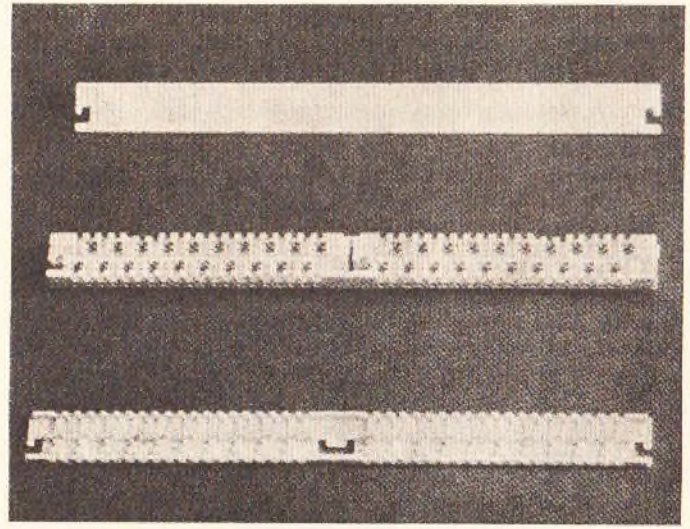


Adernverbindungshülse (AVH)

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.

2.1.5 Adernverbindungsleisten

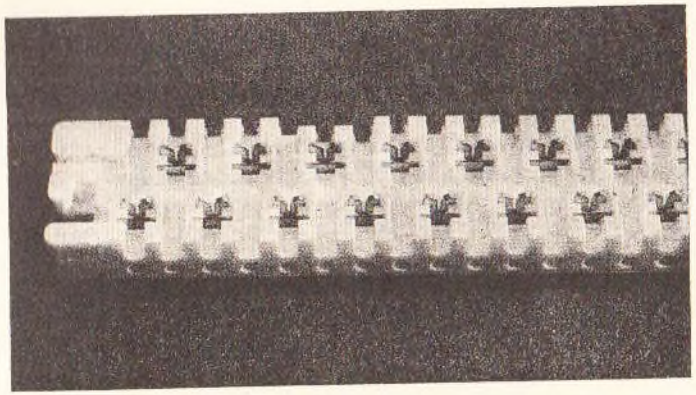
Mit den **Adernverbindungsleisten (AVL)** können papier- und kunststoffisolierte Kupferleiter von Fernmeldekabeln im Durchmesserbereich von 0,4 mm bis 0,8 mm verbunden werden. Die AVL sind jedoch **nicht für längswasserdichte Kabel** zu verwenden. Sie bestehen aus der **Grundplatte,** dem **Mittelteil** und dem **Deckel** (Abb.). In der Grundplatte befinden sich die Führungskanäle für das Einlegen der Kabeladern. Das Mittelteil enthält 40 Doppel-U-Kontaktelemente aus verzinnter Phosphorbronze, die so angeordnet sind, daß je 40 U-Kontakte auf der Ober- und Unterseite für die Aufnahme der Kabeladern zur Verfügung stehen. Hinter jedem U-Kontakt ist ein Messer aus rostfreiem Stahl angeordnet. Die Oberseite enthält ebenfalls Führungskanäle für die Kabeladern. Der Deckel verschließt das Mittelteil von oben.



Adernverbindungsleiste 20 (AVL)
oben: Deckel
Mitte: Mittelteil
unten: Grundplatte

In der folgenden Abbildung ist noch einmal das Mittelteil deutlich mit U-Kontakten, Messern, Führungskanälen und den Öffnungen für den Prüfstecker dargestellt.

fernmeldelehrling.de



Mittelteil der AVL 20

2.1.6 Trockenmittel

Vor dem Schließen von Lötstellen ist Blaugel oder Siogel (chemisches Quarzprodukt) in die Lötstelle einzulegen, um die notwendige Isolation der Adern sicher, schnell und einfach zu erreichen.

Die Trockenmittelmenge, die in die jeweilige Bleimuffe einzubringen ist, kann aus der nachstehenden Tabelle entnommen werden.

Verbindungs-Bleimuffen	Trockenmittelmenge in Beuteln g	Abzweig-Bleimuffen	Trockenmittelmenge in Beuteln g	Aufteilungsmuffen	Trockenmittelmenge in Beuteln g
FV 12	30	F 2 A 15	30	AtM I	100
FV 20	50	F 2 A 25	50	AtM II	150
FV 30	50	F 2 A 35	50	AtM III	200
FV 40	100	F 3 A 15	100	AtM IV	300
FV 50	150	F 3 A 25	150		
FV 60	200	F 3 A 35	200		
FV 70	200	F 3 A 50	200		
FV 80	300	F 3 A 65	300		
FV 90	300	F 3 A 80	300		

Für die Muffen TKM, VASK, VASM und VATSK ist jeder Muffenpackung eine Montagekurzbeschreibung beigefügt, aus der die erforderliche Trockenmittelmenge abgelesen werden kann. Die Trockenmittelmenge ist je nach Muffentyp und Muffengröße verschieden groß.

2.1.7 Schrumpfschläuche, Schrumpfmanschetten

Das Wiederherstellen des Korrosionsschutzes an Stahlwellmantelkabeln (A-PWE2Y) erfolgt an geschnittenen Kabeln mit Schrumpfschläuchen und an

ungeschnittenen Kabeln mit Schrumpfmanschetten. Die Schrumpfschläuche bestehen aus strahlenvernetztem PE mit einer klebstoffbeschichteten Innenseite. Die Aufschrumpfung erfolgt durch Wärmezufuhr; dabei ergeben sich wasser- und druckluftdichte Verbindungen.

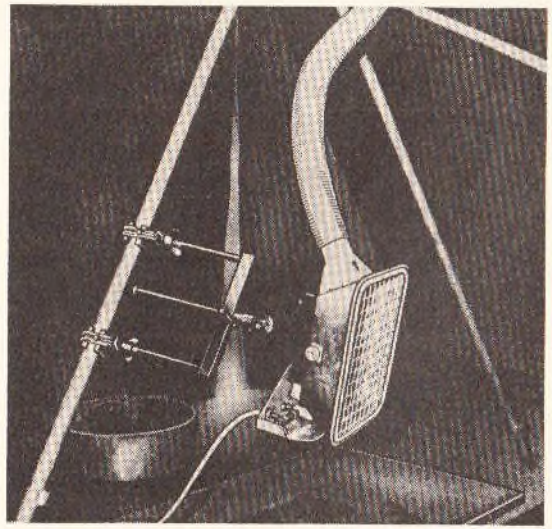
2.2 Fernmeldebaugerät

Bei der Ausführung von Kabelverbindungsarbeiten sind wahlweise entsprechend der Art der herzustellenden Verbindungen nachstehende Geräte erforderlich:

- Propan-Heizstrahler
- Propan-Kochergestell
- Propan-Leuchte
- Propan-Kabellötgeräte
- Werkzeug für das Verbinden der kunststoffisolierten PE-Ortskabel

2.2.1 Propan-Heizstrahler und -Kochergestell

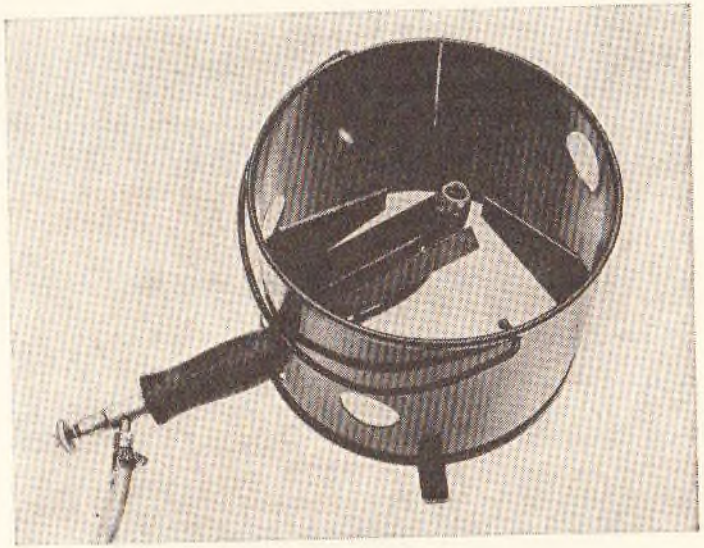
Die Luft um die Spleißstellen in den Kabelschächten und Lötgruben herum muß trocken sein, deshalb wird sie – falls erforderlich – mit dem **Propan-Heizstrahler** getrocknet.



Propan-Heizstrahler

fernmeldelehrling.de

Zum Erwärmen von Vergußmasse usw. dient das in der folgenden Abbildung dargestellte **Propan-Kochergestell.** 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 Tiegel erwärmen.

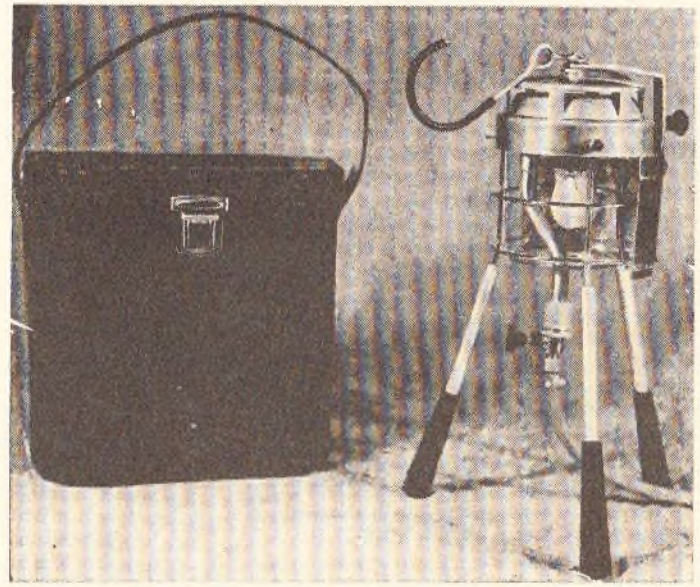


Propan-Kochergestell

2.2.2 Kabelschachtbeleuchtung

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

Die **Propan-Leuchte** kann man als Hänge- oder Standleuchte benutzen. Der zur Leuchte gehörende druckfeste Schlauch kann entweder über einen Mitteldruckregler 1,5 bar bzw. ein 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.**



Propan-Leuchte mit Tragetasche

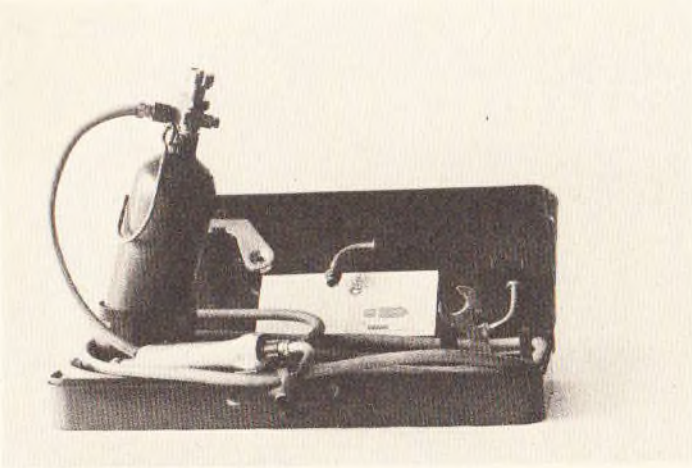
2.2.3 Kabellötgeräte

Die Lötarbeiten an Kabeln werden mit dem Propan-Kabellötgerät ausgeführt. Das Propan-Kabellötgerät besteht aus einem druckfesten Schlauch, dem Brennergriffstück mit Feinregulierung, dem Propanspitzenbrenner, dem Propanhochleistungsbrenner, dem Transportkasten und einigem Zubehör. Die Lötgeräte sind über einen druckfesten Schlauch mit Schlauchbruchsicherung über einen Mitteldruckregler an die Propangasflasche mit einem Inhalt von 5 oder 11 kg Propangas angeschlossen.

Der Spitzenbrenner 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** gehören eine Stahlflasche für 425 Gramm Propan, ein druckfester Schlauch, ein Brennergriffstück mit Doppelfeinregulierventil, 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 gehaltert, daß eine aus dem Brenner austretende Flamme das Kupferstück trifft und es erwärmt.

fernmeldelehrling.de



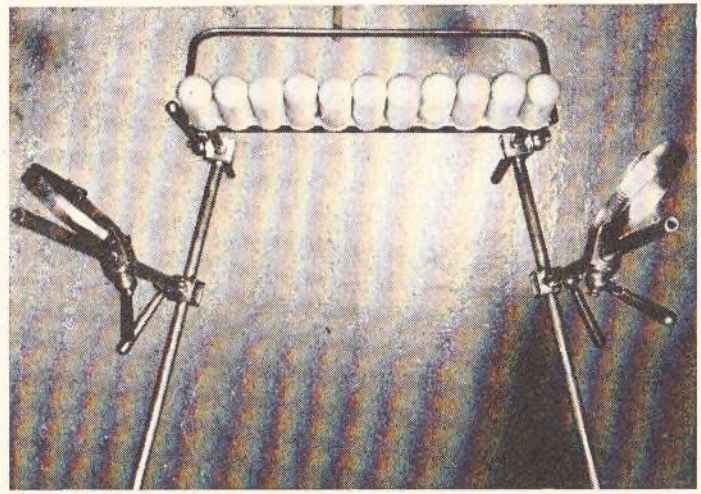
Einzelteile des Propan-Kabellötgeräts

2.2.4 Werkzeug für das Verbinden der kunststoffisolierten PE-Ortskabel

Für das Verbinden der PE-Ortskabel sind einige Werkzeuge unentbehrlich, und zwar:

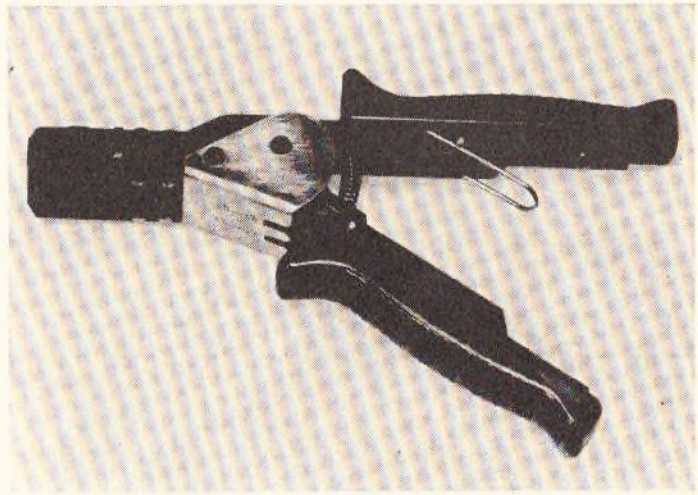
- **Aufteilungskamm,**
- **Adernverbindungszange,**
- **Aufbohrwerkzeug,**
- **Montagebock** und
- **Haltevorrichtung, Spleißeinrichtung und Preßeinrichtung für die Verbindungstechnik mit AVL.**

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 Adernverbindungshülsen (AVH).



Aufteilungskamm für PE-Ok

Mit der **Adernverbindungszange (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,

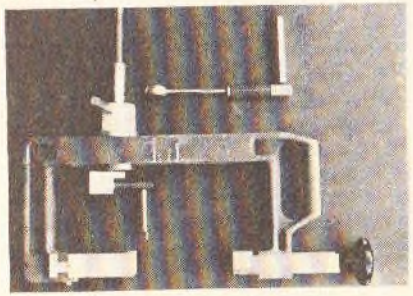


Adernverbindungszange

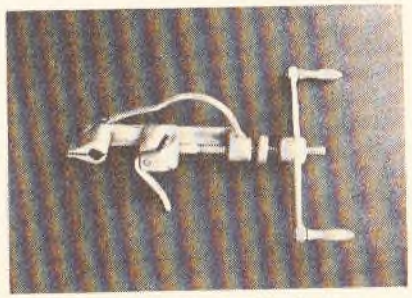
AVZ 1 mit weißer und AVZ 2 mit gelber Kennzeichnung. Die Zange hat einen Sperrmechanismus, der das Öffnen erst erlaubt, wenn sie ordnungsgemäß geschlossen ist. Dies ist die Voraussetzung für die Kontaktgabe in der AVH.

fernmeldelehrling.de

Für die Montage der Thermoplast-Spannklemm-Muffe (TKM) werden insbesondere ein **Aufbohrwerkzeug** und ein **Spannwerkzeug** benötigt. Das Aufbohrwerkzeug dient zum Aufbohren der Dichtungskörper. Anzahl und Größe der Bohrlöcher richten sich nach den in die Muffe einzuführenden Kabeln. Das Spannwerkzeug hilft beim Festziehen des Spannbandes, das die Einzelteile der Dichtungskörper in die richtige Lage zueinander bringt. Außerdem wirkt es beim Verschließen des Muffenrohres mit (s. auch Montageanleitung der TKM).

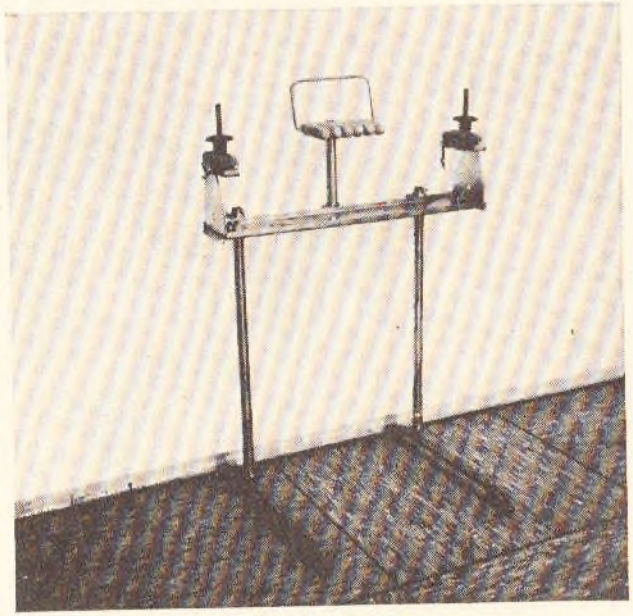


Aufbohrwerkzeug für die Montage von TKM



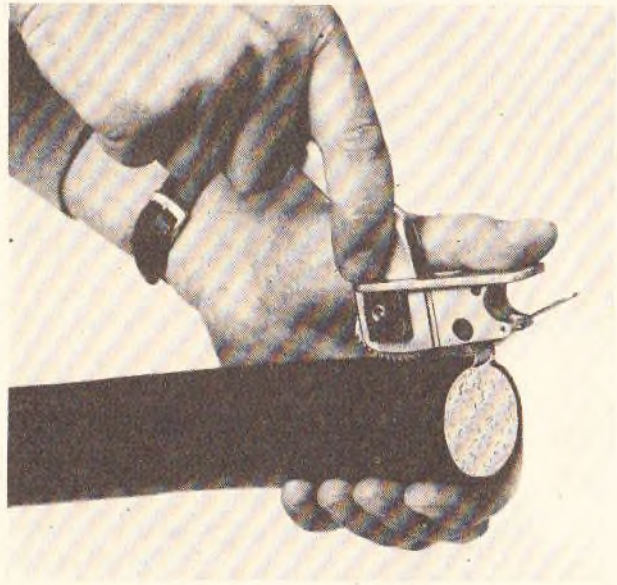
Spannwerkzeug für die Montage von TKM

Die Montage wird durch die Verwendung eines besonderen **Montagebocks** erheblich erleichtert.



Montagebock

Mit dem Kabelmantelschneider können mühelos **Längsschnitte des PE-Kabels ohne Gefahr der Beschädigung der Kabelseele und ohne Verletzungsgefahr** für den Handwerker hergestellt werden. Bisher mußten diese Längsschnitte mit der Einschneidschere durchgeführt werden; die Verletzungsgefahr war dabei sehr groß. Es sollte deshalb stets dieser **Kabelmantelschneider** benutzt werden.

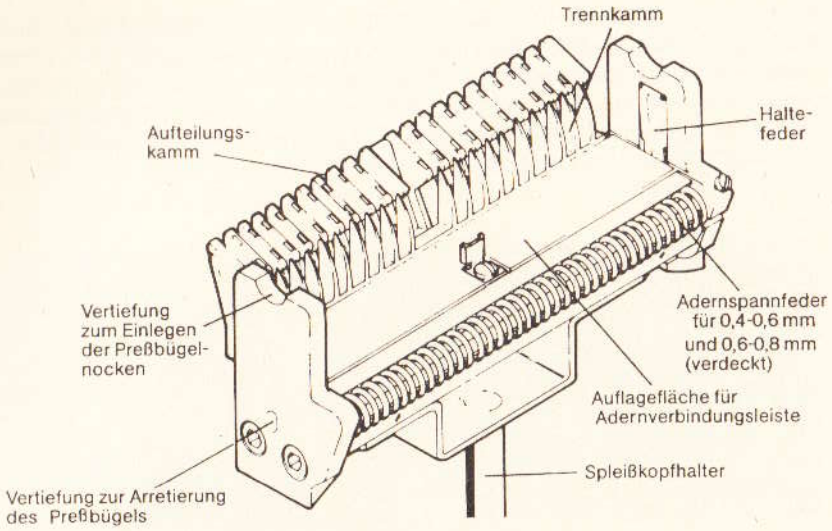


Handhabung des Kabelmantelschneiders

Bei der Montage der **Schrumpfmuffen** (VASM) ist neben dem üblichen Werkzeug zum Verbinden von Kabeln **nur der Propangasbrenner** mit Löteinsatz 5 mm oder 7 mm erforderlich.

Für das Spleißen der Kabeladern mit den Adernverbindungsleisten 20 mußte besonderes Werkzeug bereitgestellt werden. In einer **Haltevorrichtung** werden die Kabelenden mit einem Spannband befestigt. Der **Spleißkopf mit dem Aufteilungskamm und Trennkamm** nimmt die AVL auf. In diese sind die Adern entsprechend der Spleißanweisung einzulegen. Mit der dazugehörenden **Preßeinrichtung** wird die AVL verschlossen, und die überschüssigen Adernenden werden durch die Messer des Mittelteils der AVL abgetrennt.

fernmeldelehrling.de



Spleißeinrichtung für AVL

Zur Lernerfolgssicherung

- **Wie werden die Kabelmuffen nach ihrem Verwendungszweck eingeteilt?**
- **Welche Bedeutung haben die Kurzzeichen FV 40 und F 3 A 25 auf Bleimuffen?**
- **Warum werden über die Viererseile der Ortskabel Gruppenringe geschoben?**
- **Wofür werden Adernverbindungsleisten verwendet?**
- **Womit wird der Stahlwellmantel bei Lötstellen gegen Korrosion geschützt?**
- **Über welche Teile wird dem Hochleistungsbrenner Propangas aus einer 5-kg-Flasche zugeführt?**
- **Mit welchem Fernmeldebauzeug wird der Längsschnitt bei einem PE-Ortskabel hergestellt?**
- **Welche Werkzeuge werden für das Verbinden kunststoffisolierter PE-Ortskabel mit AVH und mit AVL benötigt?**

fernmeldelehrling.de

3 Arbeitsschutz und Unfallverhütung

3.1 Umgang mit Propangas

Propan ist ein gasförmiger Kohlenwasserstoff, der sich unter Druck verflüssigt.

Propan hat bestimmte Eigenschaften, die Unfallgefahren in sich bergen und daher besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich machen:

1. Propan ist fast geruchlos. Es kann daher ausströmen, ohne bemerkt zu werden.
2. Propan ist schwerer als Luft. Ausströmendes Propan fließt daher wie eine Flüssigkeit auf den Boden (auch als reines Gas) und dort an die tiefste Stelle bzw. weiter in tiefer gelegene Räume wie Keller und Schächte.
3. Propan vergast sehr schnell bis zur 260fachen Menge seines flüssigen Volumens. Ausströmendes Propan verdrängt sehr schnell in schlecht belüfteten Räumen die Raumluft und führt so zu Erstickungsgefahren.
4. Propan hat als Gemisch mit Luft eine sehr niedrige Zündgrenze. Schon die geringe Menge von 2,1 bis 9,5 Vol.-% mit Luft vermengt ist explosiv.
5. Propan verbraucht bei der Verdampfung erhebliche Wärmemengen. Daher kommt es zu starken „Kälte-Verbrennungen", wenn flüssiges Propan auf die menschliche Haut trifft und dort verdampft.
6. Propan dehnt sich bei Erwärmung in seiner flüssigen Phase sehr stark aus. Bei Behältern, die in der Sonne oder neben anderen Wärmequellen gelagert werden, tritt sehr schnell ein steiler Druckanstieg ein, der bis zum Bersten des Behälters führen kann.
7. Propan benötigt zur Verbrennung große Mengen Sauerstoff. Bei unzureichender Luftzufuhr zur Brennstelle ist daher mit einer unvollkommenen Verbrennung und der Bildung von Kohlenmonoxid (CO) zu rechnen.
8. Propan hat einen sehr hohen Heizwert (ca. 3mal größer als Erdgas). Die Verbrennungstemperatur mit Luft beträgt 1925 °C.
9. Durch das Öffnen des Flaschenventils strömt Propan in gasförmigem Zustand mit einem Druck aus, der von der Temperatur der Flüssigkeit abhängig ist. Bei zu schneller Entnahme sinkt die Temperatur so stark, daß keine weitere Vergasung mehr erfolgt. Dies macht sich durch einen starken kristallenen Reifansatz an der Gasflasche bemerkbar. Wird eine solche Flasche irrtümlich als leer beiseite gestellt und das Flaschenventil nicht fest geschlossen, so kann nach kurzer Zeit die Verdampfung wieder einsetzen und das Gas ungehindert austreten.

3.2 Umgang mit Propanflaschen

1. Jede Propanflasche ist mit einem Absperrventil ausgerüstet. Bei Flaschen mit einem Füllgewicht über 425 g ist dieses mit einer besonderen Schutzkappe gegen Beschädigung geschützt. Die Schutzkappe darf nur entfernt werden, wenn eine Verbrauchseinrichtung angeschlossen werden soll. Nach Beendigung der Arbeit muß der Mitteldruckregler mit Schlauchanschluß zur Verbrauchseinrichtung abgeschraubt und das Absperrventil wieder mit der Schutzkappe gesichert werden. Zu beachten ist, daß alle Propangeräte **„Linksgewinde"** haben.
2. Propanflaschen dürfen nicht in Räumen unter Flur gelagert werden. Sie sind soweit wie möglich von Kabelschachtöffnungen, Kellerfenstern usw. entfernt aufzustellen. In Kellerräumen, Kabelschächten und unterirdischen Verstärkerstellen 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.
3. Propanflaschen müssen vor übermäßiger Erwärmung geschützt werden. Die Flaschen dürfen nicht neben Öfen, Heizungen usw. aufgestellt oder starker Sonnenbestrahlung ausgesetzt werden.
4. Treten bei niedrigen Außentemperaturen und starker Gasentnahme Verdampfungsschwierigkeiten oder Vereisung der Flaschen auf, dürfen sie nicht durch Flammeneinwirkung oder Aufstellung in der Nähe von Öfen usw. erwärmt werden.
5. Propanflaschen sind feststehend, mit aufgeschraubten Ventilverschlußmuttern und aufgesetzten Schutzkappen zu befördern. Ausgenommen sind die 90-g- und 425-g-Flaschen, die mit den zugehörigen Geräten fest in den dafür vorgesehenen Transportkästen untergebracht werden. Sie dürfen nie lose in oder auf Fahrzeugen befördert 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 Flaschen müssen gegen Umfallen gesichert werden.
6. Müssen Propanflaschen außerhalb des dafür vorgesehenen Behälters befördert werden, so ist das Rauchen im Fahrzeug verboten.
7. Im Bereich der DBP dürfen nur Propanflaschen mit einem Füllgewicht bis zu 425 g von besonders unterwiesenen Beschäftigten gefüllt werden. Da bei der Umfüllung Gas austritt, darf die Umfüllung nur im Freien vorgenommen werden.
8. Lagerplätze für Propanflaschen müssen den Vorschriften der „Druckgasverordnung" entsprechen. Die Flaschen müssen entweder unter Aufsicht stehen oder gegen Zugriff Unbefugter geschützt sein. Bei den Arbeiten müssen sie aufrecht stehen und ggf. gegen Umfallen gesichert werden.

fernmeldelehrling.de

9. Fahrzeuge, die mehr als 2 Propankleinstflaschen oder Flaschen mit einem größeren Füllgewicht mitführen sowie Fahrzeuge mit Propanheizung dürfen nur im Freien oder in offenen Garagen untergestellt werden.
   In Fahrzeugen, die in Garagen untergestellt werden müssen, dürfen maximal 2 Propangaskleinstflaschen (90-425 g) verbleiben. Der Boden des Einstellraumes darf dabei nicht unter Erdgleiche liegen.

10. Müssen bestimmte Fahrzeuge, aus denen sich die Gasflaschen nicht entfernen lassen, während der kalten Jahreszeit in beheizten Garagen oder in Einstellräumen unter Erdgleiche untergestellt werden, so ist in diesen Fällen eine baupolizeiliche Genehmigung von der Oberpostdirektion einzuholen. Das gleiche gilt auch für Gabelstapler mit Speichergasantrieb.

3.3 Umgang mit Propangeräten

1. Mit Propangeräten ist nach den Bedienungsanweisungen der Lieferfirmen unter Beachtung der Bestimmungen der FBO 12 A zu arbeiten.

2. Es dürfen nur die vom FTZ zugelassenen Geräte und Armaturen verwendet werden. Die Geräte dürfen an Propangasflaschen über 425 g Füllgewicht nur über Mitteldruckregler und Schlauchbruchsicherung angeschlossen werden.

3. Vor jedem Gebrauch ist eine Sichtprüfung aller Verbindungsstellen sowie der Schläuche erforderlich. Es ist darauf zu achten, daß alle Armaturen fest sitzen und sämtliche Verbindungsstellen sowie die Schläuche und Ventile dicht sind.

4. Prüfungen auf Undichtigkeiten dürfen nicht durch Ableuchten mit offener Flamme durchgeführt werden.

5. Instandsetzungen sind von den Geräteherstellern auszuführen. Ausgenommen davon ist das Nachsetzen und der Austausch von Schläuchen. Dabei ist darauf zu achten, daß die Schlauchklemmen fest sitzen.

6. Brennende Propangeräte dürfen nicht auf den Tragegriffen der Propanflaschen abgelegt werden.

7. Bei Arbeitsende oder Arbeitsunterbrechungen ist zuerst das Flaschenventil zu schließen. Erst wenn das noch im Schlauch befindliche Gas ausgebrannt ist, darf das Geräteventil geschlossen werden.

Zur Lernerfolgssicherung

- **An welcher Stelle sammelt sich entwichenes Propangas an?**
- **Welche Höchstmenge von Propangas darf in einen Kellerraum oder in einen Kabelschacht mitgenommen werden?**
- **Welche Folgen sind zu befürchten, wenn irrtümlich eine Propangasflasche neben einer Wärmequelle gelagert wird?**
- **Was ist vor dem Gebrauch von Propangeräten zu beachten?**
- **Welches Ventil muß bei Arbeitsende oder bei Arbeitsunterbrechungen zuerst geschlossen werden?**
- **Was darf beim Überprüfen der Propangeräte auf Dichtigkeit niemals verwendet werden?**
- **Was ist bei schadhaften Propangeräten zu veranlassen?**
- **Welche Schäden kann flüssiges Propan auf der menschlichen Haut hervorrufen?**

fernmeldelehrling.de

4 Verbindungs- und Abzweigstellen herstellen

4.1 Kabel verbinden

4.1.1 Kabelenden vorrichten

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

Von den Enden des **Stahlwellmantelkabels** muß zunächst die PE-Schutzhülle entfernt werden. Im Bereich der Absetzkante muß gegen Beschädigung durch die Lötflamme ein Wickel aus Glasgewebeband – der sogenannte Flammschutz – angebracht werden. Der Flammschutz verhindert, daß zwischen PE-Schutzhülle und Stahlwellmantel die Korrosionsschutzschicht (Kurzzeichen: E) bei späteren Lötarbeiten zwischen PE-Schutzhülle und Metallmantel heraustropft. Zur Verhinderung wird deshalb 20 mm auf die Korrosionsschutzschicht und mindestens 50 mm auf die PE-Schutzhülle ein Glasgewebeband gewickelt. Durch Anwärmen wird nun die Polymentschicht entfernt und der Wellmantel von den anhaftenden Resten der Schutzmasse durch Abwischen mit einem Lappen gesäubert. Das Absetzen des Stahlwellmantels wird mit Hilfe des **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 Wellschere abgeschnitten und der Mantel abgezogen werden kann. Die Kabelseele wird nun unmittelbar an der Absetzkante des Metallmantels durch Bewickeln mit Glasgewebeband gegen Beschädigung geschützt. Dabei soll auch das Glasgewebeband zwischen Kabelseele und dem Wellmantel gestopft werden.

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 zu berücksichtigen. **Das ist notwendig, um beim Spleißen das Greifen der richtigen Viererseile zu erleichtern und sie nicht zu vertauschen.**

4.1.1.1 Abbrühen der Kabeladern

Die in die Endverschlüsse und Endverzweiger 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 waagerecht 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.**

4.1.2 Kabeladern verbinden

4.1.2.1 Verbinden der papierisolierten Kabeladern

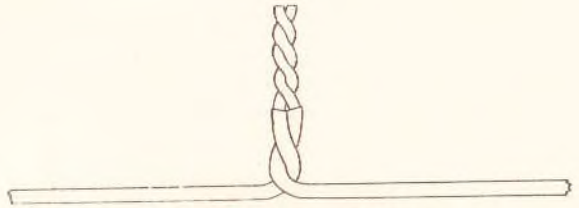
Nachdem die Kabelenden vorgerichtet sind, werden sie lagenweise gegeneinander so verdreht, daß sich die Zähladern möglichst gegenüberliegen.

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 soll.

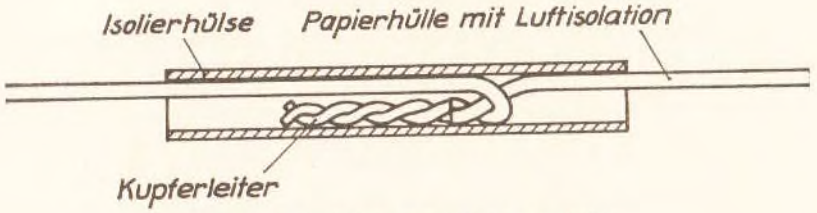
Die zusammengehörenden Adern sind an der Verbindungsstelle übereinanderzulegen und mit Papier zwei Schläge nach rechts herum lose zu verdrehen. Die Papierisolation kann nun mit der Abisolierzange abgestreift und die blanken Drähte können weiter, aber nicht zu fest, auf einer Länge von etwa 3 cm miteinander verwürgt werden. Nachdem die überschießende Länge mit dem Seitenschneider abgeschnitten und die letzten Schläge der Raupe mit der Schnabelzange fest nachgezogen sind, legt man die Würgestelle in Richtung der Ader, aber entgegen der Isolierhülse um und schiebt die Isolierhülse über die Würgestelle. Nur dann, wenn Würgestellen aus 0,4 und 0,6 mm starken Kupferleitern – 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.

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-

fernmeldelehrling.de



Kabelader verwürgt



Durch Isolierhülse geschützte Kabelader

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 ist mit Nesselband oder Glasgewebeband einzubinden. **Vor dem Zulöten darf nicht das Einlegen der nötigen Menge Blaugel oder Siogel und das Vorverzinnen der in die Muffenhälse hineinragenden Kabelmäntel vergessen werden.**

4.1.2.2 Verbinden der kunststoffisolierten Kabeladern mit Adernverbindungshülsen (AVH)

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 **Thermoplast-Spannklemm-Muffen,** in den **Schraub-Klemm-Muffen** sowie **Schrumpfmuffen in gleicher Weise** vorgenommen wird, wollen wir uns zunächst mit der **Adernverbindung bündelverseilter PE-Ok** unter Verwendung von **Adernverbindungshülsen (AVH)** befassen.

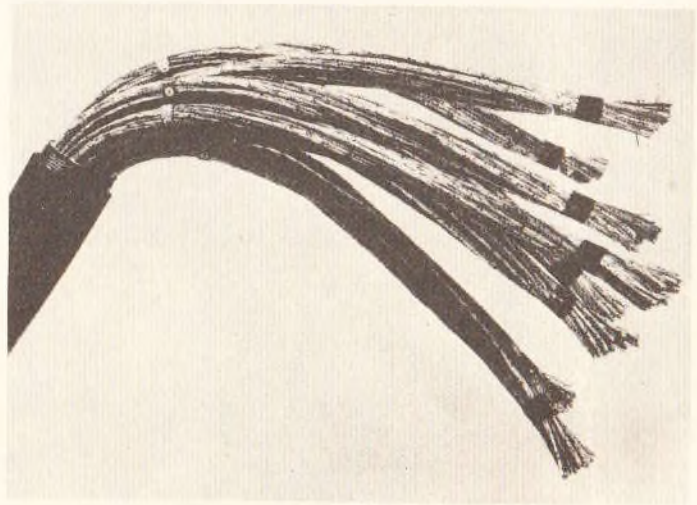
Die Arbeitsgänge sind folgende:

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.

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.

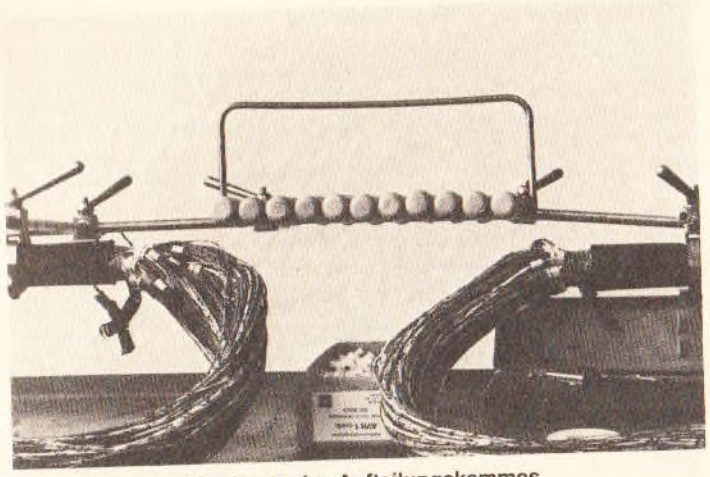


Aufteilen der PE-Ok in die Hauptbündel

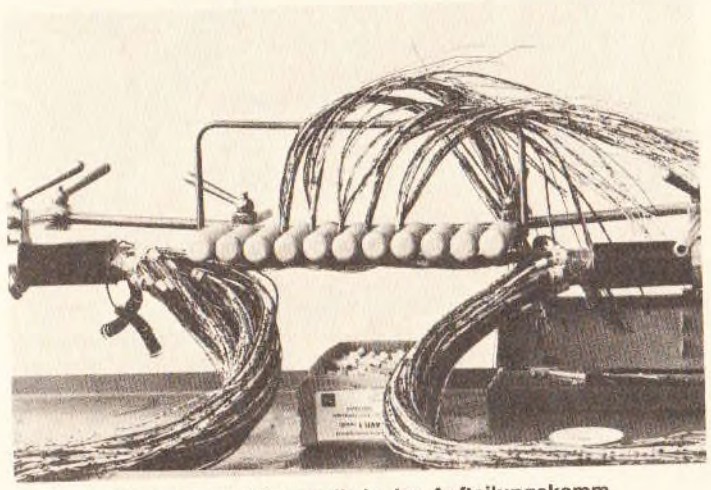
Anbringen des Aufteilungskammes:

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 Schlitzen 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.

fernmeldelehrling.de



Anbringen des Aufteilungskammes



Einlegen der Viererseile in den Aufteilungskamm

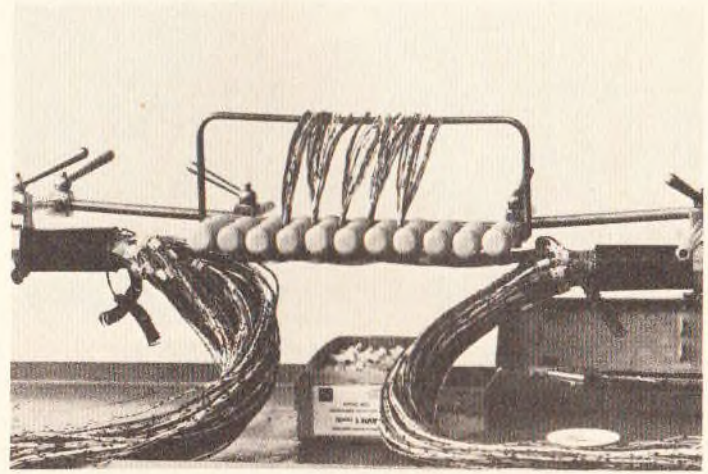
Einlegen der Grundbündel in den Aufteilungskamm:

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.

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:

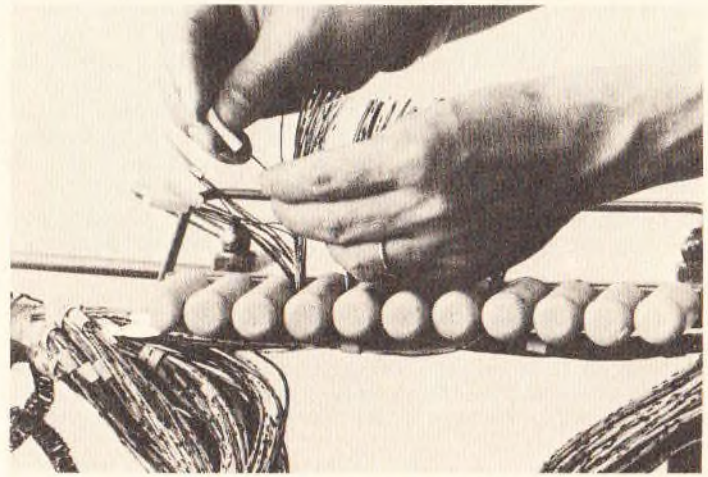
Die im Aufteilungskamm hochstehenden Viererseile müssen auf gleiche Länge geschnitten werden (Abb.). Das Maß dafür muß so gewählt werden, daß nach der ersten Verbindung der Adern mit der AVH, falls diese abgetrennt werden muß, noch 2 Verbindungen nachgesetzt werden können.



Gekürzte Viererseile

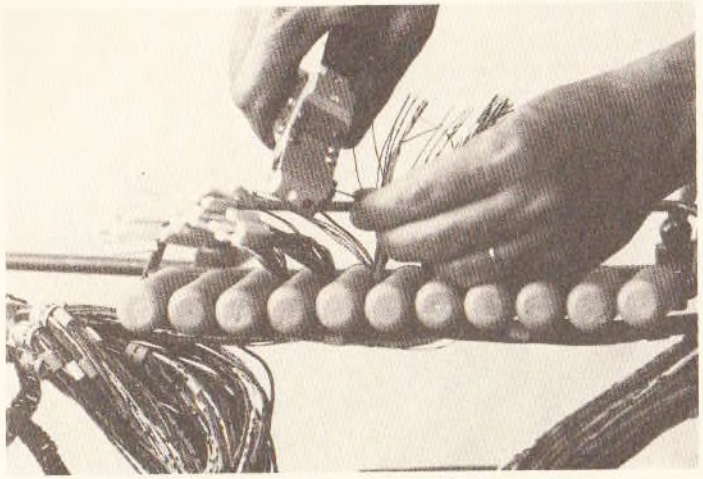
Aufsetzen und Zusammendrücken der AVH:

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



Aufsetzen der Adernverbindungshülsen

fernmeldelehrling.de



Zusammendrücken der Adernverbindungshülsen

der Adernverbindungszange werden die Hülsen zusammengedrückt. Nach dem Verbinden werden die Adern innerhalb der Viererseile leicht verdrallt und vom Kamm zurückgebogen.

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.

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:

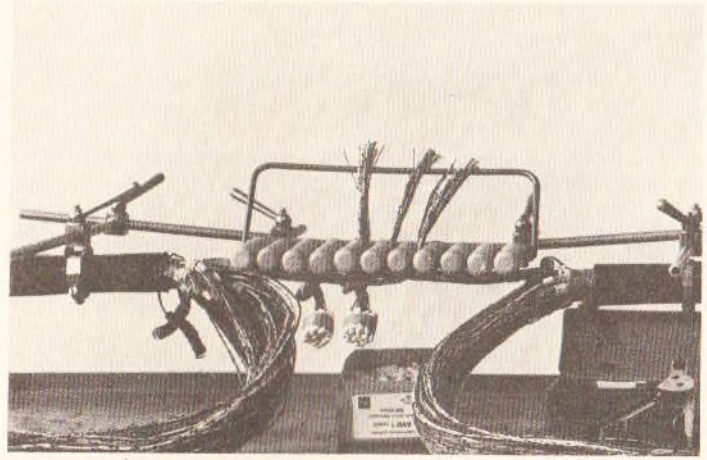
Um die durch den Aufteilungskamm gegebene Ordnung innerhalb der Verbindungsstelle zu behalten, sind die Viererseile der einzelnen Grundbündel an der Austrittsstelle aus dem Hauptbündel miteinander zu verdrehen und alle jeweils zu einem Grundbündel gehörenden AVH mit Isolierband zu einem Bündel zusammenzuwickeln. 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.

Für alle Isolierbandwickel an Grund- bzw. Hauptbündeln, die die Zählfolge bestimmen, ist rotes Isolierband und für alle anderen Bündel graues Isolierband zu verwenden.

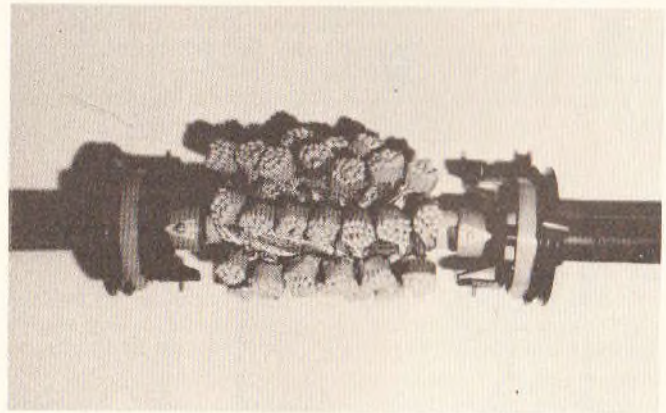
Einwickeln der Verbindungsstelle:

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.). In die Verbindungsstelle ist die erforderliche Menge Trockenmittel zur Bindung der während der Arbeiten aufgenommenen Luftfeuchtigkeit einzulegen.

Um die gesamte Verbindungsstelle wird – je nach Muffenart – die beigelegte Schutzhülle (Schutzeinlage oder Preßspan) gewickelt (Abb.) und festgelegt.

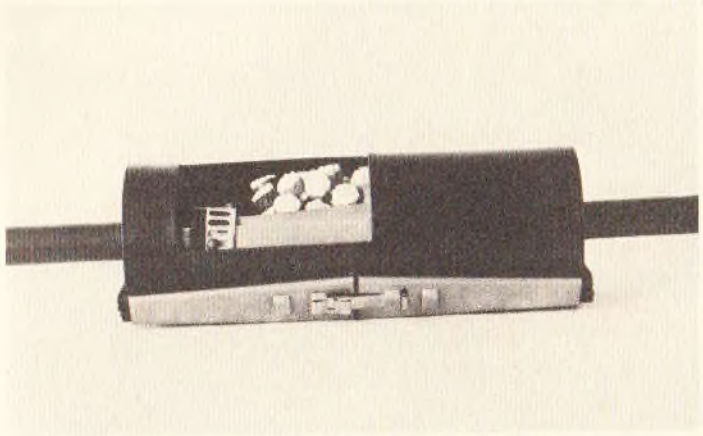


Bündelordnung in der Verbindungsstelle



Vor dem Einwickeln der Verbindungsstelle

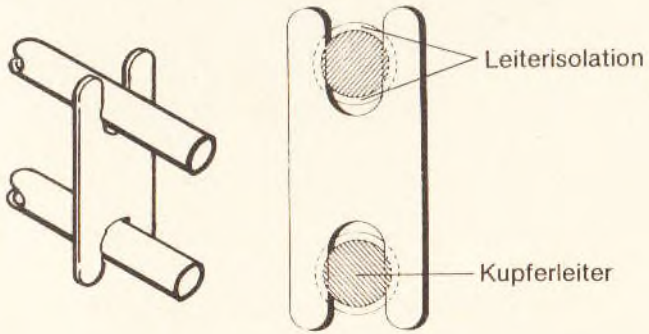
fernmeldelehrling.de



TKM-Muffe

4.1.2.3 Verbinden der Kabeladern mit Adernverbindungsleisten (AVL)

Mit den Adernverbindungsleisten können papier- oder kunststoffisolierte Adern im Durchmesserbereich von 0,4 mm bis 0,8 mm verbunden werden. **In einem Arbeitsgang werden bei 20 DA die Leiterisolation entfernt, die Verbindung hergestellt und die überstehenden Adernenden abgeschnitten.** Das Prinzip der Adernverbindung besteht darin, daß zwei Adern über ein Doppel-U-Kontaktelement verbunden werden. Die Adern werden dabei in die U-Kontakte eingepreßt, die Leiterisolation an den Kontaktstellen entfernt und die Leiter in den Kontakten eingeklemmt.

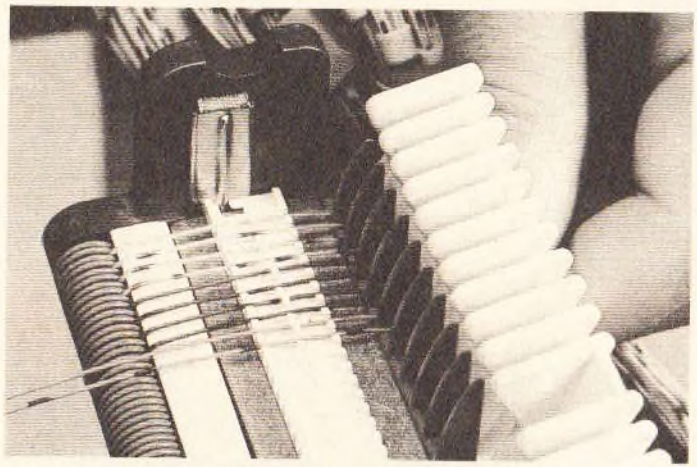


Zwei Adern verschiedener Kabelstücke über ein Doppel-U-Kontaktstück verbunden

Wie zwei Adern verschiedener Kabelstücke in die U-Kontakte eingepreßt werden, zeigt die rechte Abbildung.

Das Vorbereiten der Kabelenden zum Spleißen haben wir im vorhergehenden Abschnitt kennengelernt. Nachdem das Spleißwerkzeug (Haltevorrichtung und Spleißkopf) befestigt ist, geschieht die eigentliche Verbindungstechnik. Dabei ist zu beachten, daß bei unterschiedlichen Leiterstärken zuerst die dünnere Ader und dann die dickere Ader eingesetzt wird. Zunächst wird in den Spleißkopf die Grundplatte der AVL in die seitliche Haltefeder eingelegt. Die Adernpaare des ankommenden Kabels werden nach der üblichen Zählfolge von links beginnend in der Reihenfolge 1 a – 1 b, 2 a – 2 b in den Aufteilungskamm eingeführt. Die Doppeladern werden durch den Trennkamm aufgetrennt und sind anschließend in die Führungskanäle der Grundplatte einzulegen.

Nun werden die Adern in die Abspannfeder eingezogen und wie abgebildet nach unten weggebogen, damit ein genügender Arbeitsraum frei bleibt. Es ist dabei unbedingt darauf zu achten, daß alle Adern glatt in den Führungskanälen der Grundplatte aufliegen.



Einlegen der Adern in den Aufteilungskamm

Nach dem Einlegen der Adern in die Führungskanäle ist die richtige Adernfolge zu überprüfen. Wurde kein Fehler festgestellt, ist das Mittelteil der AVL mit orangefarbener Kennzeichnung nach oben in den Spleißkopf einzulegen. Es ist wieder darauf zu achten, daß das Mittelteil der AVL glatt auf der Grundplatte aufsitzt. Anschließend sind die Adernpaare des abgehenden Kabels in die Führungskanäle auf der Oberseite des Mittelteils einzulegen. Sind alle DA eingelegt, ist der Arbeitsvorgang erneut zu überprüfen.

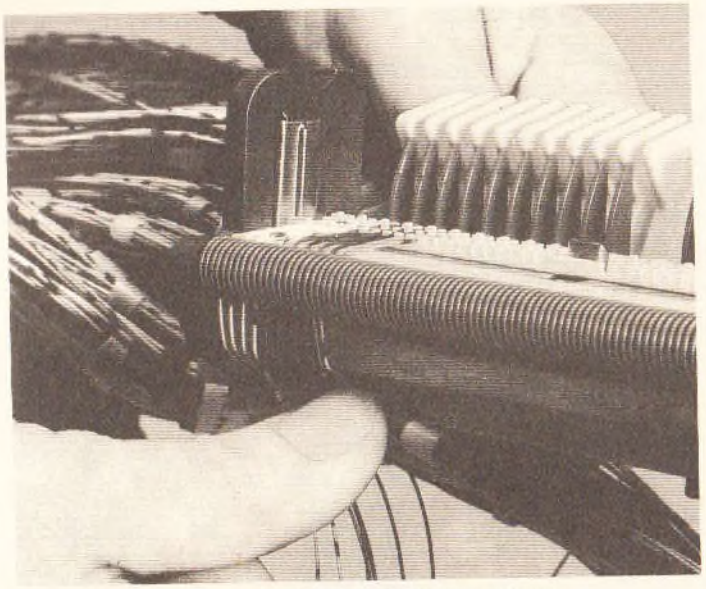
Nun ist der Deckel der AVL auf die Mittelleiste zu legen. Die AVL mit den eingelegten DA ist jetzt fertig zum Pressen.

Das Pressen der AVL erfolgt mit dem vorgesehenen Preßbügel und der Handpumpe. Nachdem der Preßbügel aufgesetzt und die Pumpe betätigt wurde, fallen durch den Preß- und Schneidvorgang die überstehenden Adern ab.

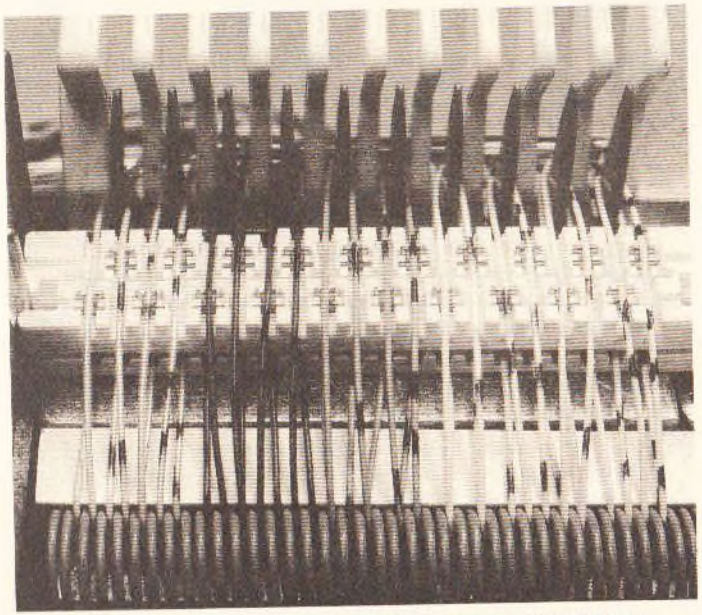
Die Abbildung zeigt eine gepreßte AVL, die aus dem Spleißkopf herausgenommen wurde und in die endgültige Lage gebracht wird.

Sind alle DA gespleißt, werden die Adernverbindungsleisten geordnet, und zwar so, daß sie parallel nebeneinander liegen. Die Spleißreihe wird nun mit einem Glasgewebeband umwickelt.

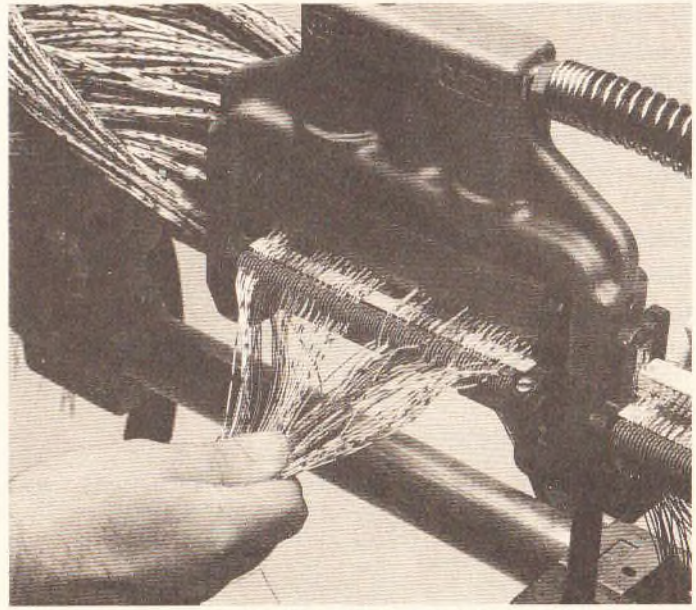
fernmeldelehrling.de



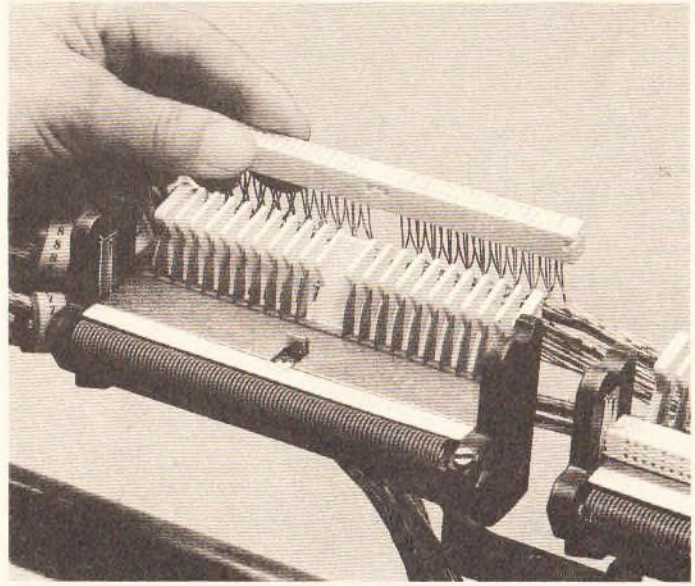
Festlegen der Adern im Aufteilungskamm



Eingelegte Adernpaare auf der Oberseite des Mittelleiters



Abnehmen der abgeschnittenen Adernenden



Herausnehmen der AVL aus dem Spleißkopf

fernmeldelehrling.de

4.1.3 Prüfen der Kabeladern

Jede Kabelader der Spleißstelle wird auf richtige Adernfolge und Stromdurchgang geprüft. Arbeitsfehler sind sogleich zu beseitigen. Eine Vertauschung darf nicht durch Rücktauschung in einer anderen Verbindungsstelle aufgehoben werden, sondern muß am Fehlerort beseitigt werden.

Bei der Prüfung muß festgestellt werden, ob nachfolgend genannte Fehler vorhanden sind:

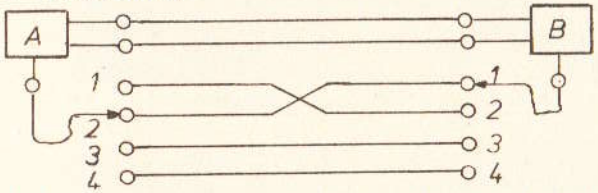
- **Vertauschung** bei der Adernfolge,
- **Berührung** mit anderen Adern,
- **Unterbrechung** des Stromdurchganges,
- **Erdschluß** mit dem Kabelmantel.

Prüfbeispiele

Prüfung unbeschalteter und beschalteter Kabeladern

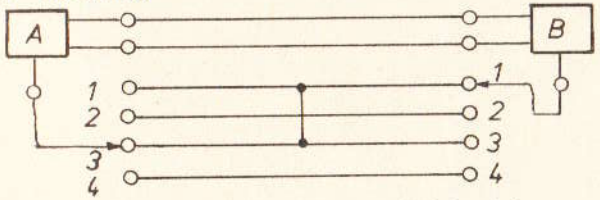
Prüfgeber Prüfempfänger

1 Vertauschung



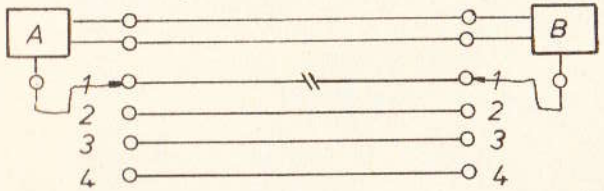
Vertauschung liegt vor, wenn Ton bei 1-1 nicht, aber 2-1 einsetzt.

2 Berührung



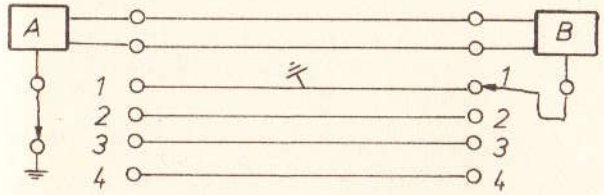
Berührung liegt vor, wenn Ton bei 1-1 und 1-3 einsetzt.

3 Unterbrechung



Unterbrechung liegt vor, wenn Ton bei 1-1 und allen anderen nicht einsetzt.

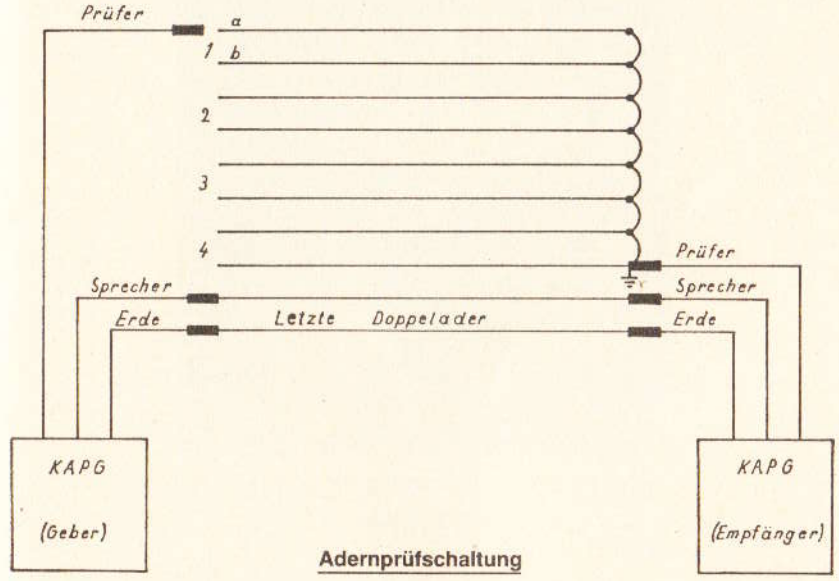
4 Erdschluß



Erdschluß liegt vor, wenn Ton bei 1-1 und Erde-1 einsetzt.

5 Bei niedrigohmiger Berührung der Adern untereinander (Fastabsuff) kann der Sprechverkehr aufrecht erhalten werden. Die Prüfvorgänge werden in der Regel kaum beeinträchtigt.

Zum Prüfen wird ein **Kabeladerprüfgerät** benutzt, das entsprechend dem Prinzip der Schaltung in der folgenden Abbildung arbeitet. Das Prüfgerät besteht aus zwei Sprechgarnituren und der Prüfeinrichtung.



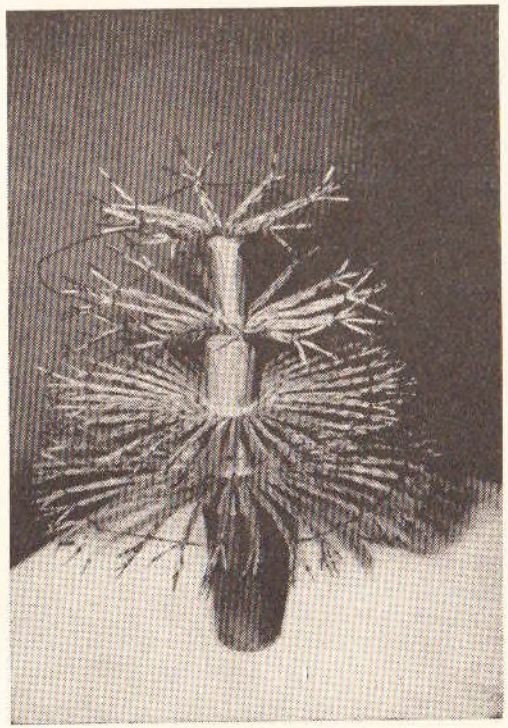
Adernprüfschaltung

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

fernmeldelehrling.de

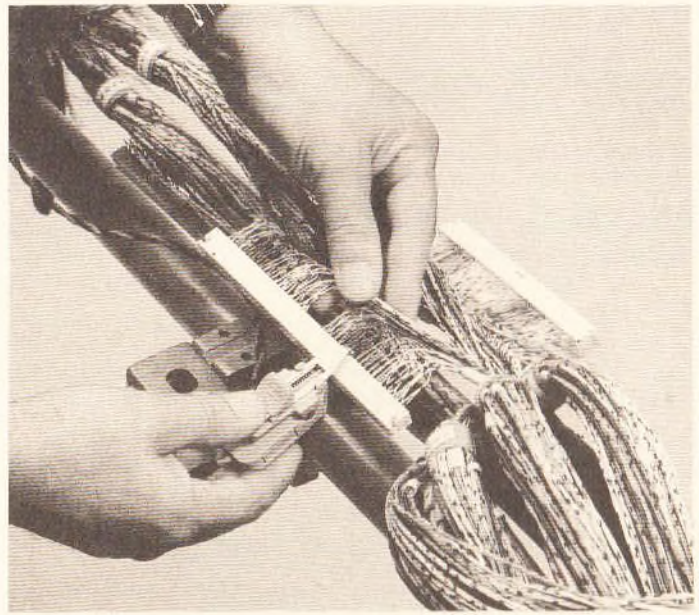
und so abzubiegen, daß sie strahlenförmig absteht. Ebenso sind die anderen Lagen aufzuteilen. Damit die strahlenförmig abstehenden Adern so verbleiben, wird jedes Viererseil (VS) mit einem dünnen fortlaufenden Draht auf etwa zwei Drittel der Länge umwickelt. Die Adern jedes VS werden in der Zählfolge auseinandergespreizt, an den Spitzen auf etwa 1,5 cm abisoliert und mit einem blanken Kupferdraht geerdet.

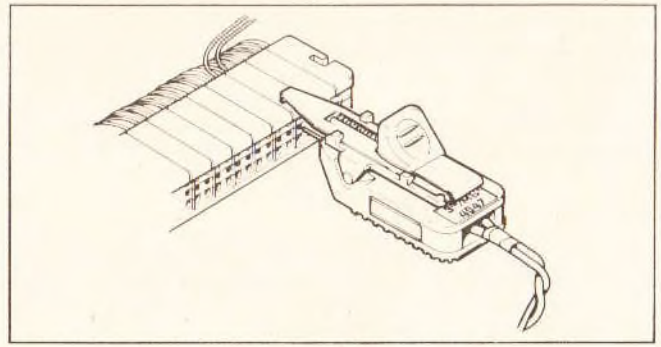
Die Prüfblume darf nur in trockenen Räumen angefertigt werden und ist dauernd trockenzuhalten.



Prüfblume

Bei gespleißten AVL sind alle Prüfarbeiten ohne Schwierigkeiten möglich. Spätere Betriebsarbeiten bei Umschaltungen, Störungen oder Messungen in den Kabelanlagen können ohne große Mühe durchgeführt werden. Die folgenden Abbildungen zeigen einen Prüfvorgang mit dem dazugehörigen Prüfstecker.





Aufschalten auf eine Doppelader mit Prüfstecker

4.2 Kabelenden verschließen

Unverschlossene Kabelenden müssen bis zur weiteren Verarbeitung verkappt werden. Für alle Kabeltypen verwendet man Schrumpfkappen aus vernetztem PE. Durch Wärmezufuhr werden diese auf zu verschließende Kabelenden wasser- und druckluftdicht aufgeschrumpft.

fernmeldelehrling.de

4.3 Muffen verschließen und öffnen

Das Fassungsvermögen einer Muffe wird begrenzt durch den Kabeldurchmesser und den zur Verfügung stehenden Spleißraum.

Beispiel: Zwei Kabel A-2YF(L)2Y 20 x 2 x 0,4 St III sind zu spleißen und mit einer Verbindungsmuffe zu verschließen.

Aus der nachstehenden Tabelle läßt sich das Fassungsvermögen (Beispiel VASM) einer Muffe entnehmen.

Muffen-größe	DA max. 0,4	DA max. 0,6	Zulässig. Gesamt-umfang
1/6	30	20	118 mm
2/6	100	50	175 mm
3/6	150	100	215 mm
4/6	200	200	295 mm

Fassungsvermögen der VASM

Es ergibt für das o. a. Kabel eine Muffengröße 1/6.

Entsprechend kann das Fassungsvermögen für die Muffen TKM, VASK und VATSK der jeder Muffenpackung beiliegenden Montagebeschreibung entnommen werden.

Vor dem Verschließen einer Muffe ist die jeder Muffenpackung beigefügte Trockenmittelmenge in die Muffe einzubringen.

4.3.1 Lötarbeiten an Bleimuffen

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.**

Um zu verhindern, daß die bereits blank geschabten Bleiflächen erneut oxidieren, werden sie mit Rindertalg bestrichen und dann verzinnt. 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

Lötschicht 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 Lötwulst – 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. Mit einem Holzhammer ist das Walzblei durch vorsichtiges Klopfen in die gewünschte Form zu bringen. Da die Spleißstellen nicht besonders vorgetrocknet werden, ist darauf zu achten, daß beim Löten die in der Verbindungsstelle enthaltene Feuchtigkeit und die Lötgase entweichen können.

Es ist daher in der Längsnaht eine Öffnung von etwa 10 mm Breite und 50 mm Länge zu belassen. 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 talggetränkten Schmierlappen in die Fuge zwischen Muffenhals und Bleimantel. **Bei zu häufigem Erwärmen des Lötzinns entmischt es sich,** oxidiert und bildet Tropfnasen an der Unterseite der Lötstelle. **Entmischtes, oxidiertes Lötzinn ist hart und spröde; bei mechanischer Beanspruchung brechen solche Lötungen leicht.** Lötzinntropfen sind daher abzuschmelzen und durch frisches Zinn zu ersetzen, um Schäden zu vermeiden. Das Lötzinn ist beim Löten so zu halten, daß die Flamme nicht gegen die offene Seite der Lötnaht gerichtet ist, 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 Lötnähte gut verlötet wird;** sie ist – falls notwendig – dauernd mit dem Lötspiegel zu beobachten. Die oben genannte Öffnung in der Längsnaht wird zuletzt 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 (A-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 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 **Speziallötmittel „Flusol"** oder **„Wellfix"** unter gleichzeitigem Erwärmen der Lötfläche mit einem Pinsel auf diese aufgetragen. Sobald sich auf dem Wellmantel Zinntröpfchen zeigen – ein Zeichen, daß die richtige Verzinnungstemperatur erreicht ist –, werden die verbrannten Flußmittel mit einem Pinsel entfernt. Es kommt dann eine glänzende, verzinnte Manteloberfläche zum Vorschein. Jetzt kann der Wellmantel auf die gleiche Weise weiterbehandelt werden.

fernmeldelehrling.de

4.3.2 Montage der Thermoplast-Spannklemm-Muffen, der Schraub-Klemm-Muffen, der Verbindungs- und Abzweigschrumpf-Muffen sowie der Verbindungs- und Abzweig-Thermoplast-Schraub-klemmmuffen

Die Entwicklungsarbeiten der PE-Kabeltechnik wurden im Benehmen mit der DBP von mehreren großen Industriefirmen geleistet. Um die Handhabung der PE-Kabeltechnik zu erleichtern, haben die Entwicklungsfirmen **Montage-vorschriften** aus der Praxis heraus entwickelt, und zwar **je Muffenart eine besondere Vorschrift.**

Damit die Montagevorschrift bei der Verarbeitung der Muffen jederzeit vorliegt, ist sie jeder Muffe in bebildeter Form beigelegt. 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 montieren oder öffnen, halten Sie sich genau an die den Muffen beigefügten Montagevorschriften.

Zur Lernerfolgssicherung

- **Was wird bei papierisolierten Adern verwendet, um die Gefahr der Adernvertauschung zu verringern?**
- **Welchen Zweck erfüllen bei papierisolierten Adern die Isolierhüllen?**
- **Welche Möglichkeiten kennen wir, um kunststoffisolierte Adern zu verbinden?**
- **Welche Verbindungsmöglichkeiten können beim Kabel A-2YF(L)2Y angewendet werden?**
- **Auf welche Fehler wird die fertige Spleißstelle geprüft?**
- **Mit welchem Fernmeldebaugerät wird die Spleißstelle geprüft?**
- **Welche Muffe wird benötigt, um zwei Kabel A-PM 70 x 2 x 0,4 miteinander zu verbinden?**
- **Bei welchen Kabeltypen kann die VATSK eingesetzt werden?**
- **Wann wird das Trockenmittel der Spleißstelle beigefügt?**
- **Wozu werden Schrumpfkappen verwendet?**

fernmeldelehrling.de

5 Endeinrichtungen abschließen, Ausgleichschaltungen herstellen

5.1 Kabel mit Endeinrichtungen abschließen

5.1.1 Kabelenden vorbereiten

Der Kabelmantel und ggf. die vorhandene Schutzhülle sind in Abschnitten von 10 bis 20 cm vom Kabel abzunehmen. Dazu wird der Mantel ringförmig eingeschnitten und durch Hin- und Herbiegen abgeknickt. Er kann anschließend abgezogen werden. Bei Schichtenmantelkabel ist die Füllmasse (Petrolat) mit einem trockenen Lappen von den Kabeladern abzuwischen.

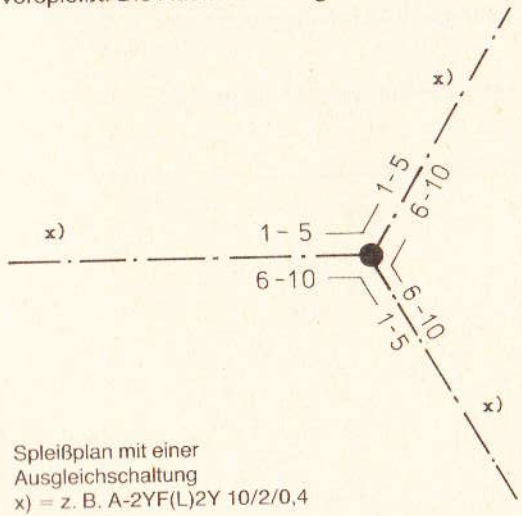
Für das Erden des Al-Schirmes (Schichtenmantelkabel) oder des Bleimantels sind je Endeinrichtungen verschiedene Arbeitsgänge notwendig.

5.1.2 Kabeladern anlegen

Beim Anlegen der Adern ist auf die Zählrichtung, entsprechend der in den Endeinrichtungen eingeprägten Angaben, zu achten. Bei den Anschlußpunkten dürfen die a- und b-Adern nicht vertauscht werden. Das blanke Leiterende ist am jeweiligen Anschlußpunkt festzulegen. Nach der Montage müssen die Endeinrichtungen geprüft werden.

5.2 Ausgleichschaltungen herstellen

In einer Abzweigspleißstelle werden die Adern mehrerer Kabel untereinander verspleißt. Die Adernverteilung ist nach einem Spleißplan vorzunehmen.



Spleißplan mit einer Ausgleichschaltung
x) = z. B. A-2YF(L)2Y 10/2/0,4

Zur Lernerfolgssicherung

- **Worauf ist beim Anlegen von Kabeladern bei Endeinrichtungen besonders zu achten?**
- **Auf welche Fehler wird die Endeinrichtung geprüft?**
- **Womit wird das Petrolat von den Kabeladern entfernt?**
- **Mit welchem Fernmeldebaugerät wird der Ringschnitt an Kabelmänteln ausgeführt?**
- **Was schreibt der Spleißplan vor?**

fernmeldelehrling.de

6 Oberirdische Fernmeldeanlagen

6.1 Leitungsmasten

Als Masten eignen sich am besten harzreiche (wasserabstoßende) Bäume. Von unseren heimischen Waldbäumen kommen hauptsächlich Kiefern, Lärchen, Fichten und Tannen in Frage (Lärchen und Tannen sind seltener anzutreffen). Die Masten sollen möglichst gerade und schlank gewachsen sein. Das Fußende der Masten wird rechtwinklig zur Längsachse glatt geschnitten, der Rand der Schnittfläche abgekantet und das Zopfende dachartig abgeschrägt.

Die so beschaffenen und bearbeiteten Masten werden den Imprägnierwerken zugeführt, wo sie unter Aufsicht der Deutschen Bundespost zum Schutz gegen **Fäulnis, Pilze und Insektenfraß imprägniert** werden. Die Verwendung von rohen, nicht imprägnierten Masten ist unzulässig (Lebensdauer nur ca. 10 Jahre).

Die in den Linien stehenden Masten stellen für die DBP einen großen Wert dar. Diese Werte müssen erhalten und geschützt werden. Die Lebensdauer der Masten hängt von verschiedenen Umständen ab:

a) von der Holzart und Güte der rohen Masten,

b) von der Art des Imprägnierverfahrens,

c) von den Eigenschaften des Schutzmittels,

d) von der Bodenart,

e) von den verschiedenen Einflüssen des Standortes der Masten und nicht zuletzt auch

f) von der Nachpflege.

Die bei der DBP gebräuchlichsten Imprägnierverfahren sind:

1. Für **Kiefern und Lärchen** das **Kesseldruckverfahren mit Teeröl** (Rüping).
2. Für **Fichten und Tannen** die Imprägnierung der Masten mit **chromarsenhaltigen Salzgemischen:**
   - **a)** im **Kesseldruckverfahren,**
   - **b)** im **Saftverdrängungsverfahren** (der Saft wird aus dem Mast durch Chromarsensalzlösung verdrängt), auch Boucherie-Verfahren genannt nach seinem französischen Erfinder,
   - **c)** im **Wechseldruckverfahren.**

Bei dem Verfahren zu b werden nur saftfrische Masten verwendet.

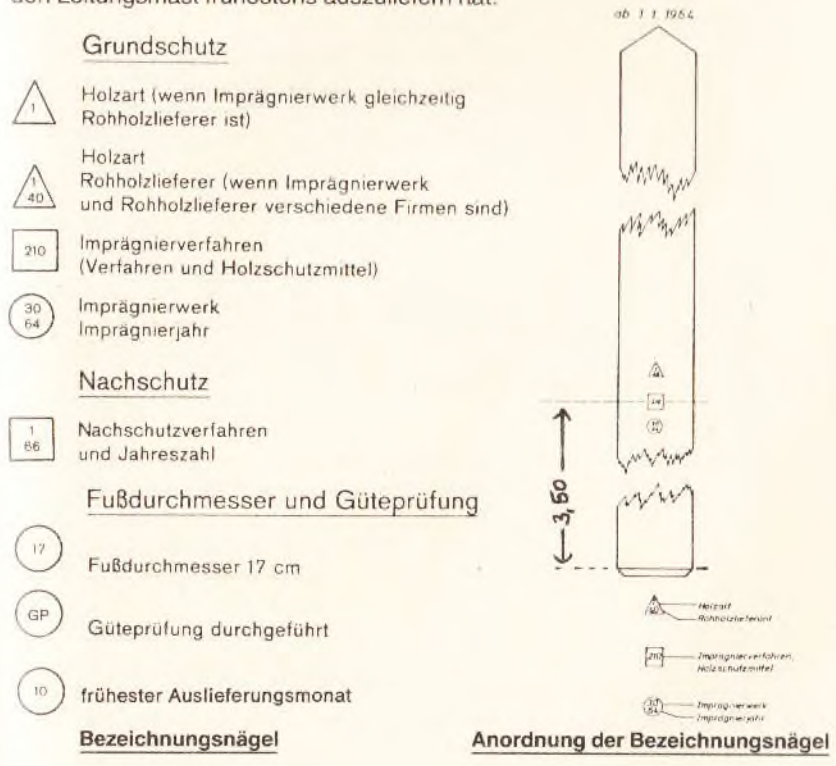
Die Beschaffung ausreichender Mengen von Kiefern ist in Deutschland schwierig. Die Mastenverbraucher sind daher gezwungen, Fichtenholz zu verwenden; dieses Holz läßt sich aus Gründen des Zellenaufbaues jedoch nur schwer imprägnieren. Die Eindringtiefen sind beim Fichtenholz geringer und ungleichmäßiger als bei Kiefernholz. Versuche haben ergeben, daß beim Imprägnieren von Fichtenmasten mit chromarsenhaltigen Salzgemischen im Kesseldruckverfahren hinsichtlich der Eindringtiefe bessere Werte erzielt worden sind als mit Teeröl im gleichen Verfahren. Bei den mit Teeröl imprägnierten

Fichtenmasten sammelt sich das Öl vorwiegend in der Randzone. Später schwitzt es dort aus und verschmiert die Mastenaußenhaut besonders stark. Die Aussicht auf eine höhere Lebensdauer für einen Leitungsmast ist um so größer, je größer die Menge des Schutzmittels ist und je gleichmäßiger und tiefer dieses eingedrungen ist. Die **mittlere Gebrauchsdauer** der mit Teeröl getränkten Masten beträgt **etwa 25 Jahre;** für die salzgetränkten Masten liegen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor.

6.1.1 Imprägnieren der Masten

Die Masten werden bei der Anlieferung im Imprägnierwerk nach ihrer Länge und dem Durchmesser des Stammendes sortiert. Masten, die den gestellten Anforderungen nicht entsprechen, werden aussortiert und zurückgewiesen. Die brauchbaren Masten werden gestapelt und, nachdem sie genügend getrocknet sind, der Imprägnierung zugeführt.

Auf der **Schnittfläche** des unteren Mastendes werden ab 1. 1. 1964 zwei Nägel eingeschlagen. Auf dem einen ist wie vorher das Fußmaß angegeben, der andere trägt das Zeichen „GP". Das bedeutet: **Güte**prüfung durchgeführt; der Mast gilt als ordnungsgemäß übernommen. Die Güteprüfung erstreckt sich auch auf die sorgfältige Lagerung der Masten, sowohl im rohen als auch im getränkten Zustand. Ab 1969 wird zusätzlich ein runder Bezeichnungsnagel eingeschlagen als Kennzeichen dafür, in welchem Monat das Imprägnierwerk den Leitungsmast frühestens auszuliefern hat.



Bezeichnungsnägel **Anordnung der Bezeichnungsnägel**

fernmeldelehrling.de

Bei der Imprägnierung im **Kesseldruckverfahren** wird in einem großen Kessel das Imprägniermittel (Teeröl bzw. Salze) mit hohem Druck in das Holz gepreßt. Der Druck wird etwa 2 Stunden lang beibehalten. Die Tränkungsanstalten haben ihre speziellen Verfahren entwickelt, um eine genügende Menge des Imprägniermittels in die Masten einzubringen. Die Eindringtiefe des Teeröls wird durch Entnahme von Bohrproben mit dem Zuwachsbohrer festgestellt. **Das Teeröl soll das ganze Splintholz – das ist die den Kern umgebende äußere Holzzone – völlig durchdrungen haben.**

Nach der Tränkung werden im Imprägnierwerk **in 3,5 m Entfernung vom Fußende** seit 1964 folgende Bezeichnungsnägel eingeschlagen:

- runder Nagel: Imprägnierwerk, Imprägnierjahr
- quadratischer Nagel: Imprägnierverfahren, Imprägniermittel
- dreieckiger Nagel: Holzart, Rohholzlieferer

Neben den Bezeichnungsnägeln für die Tränkung usw. finden wir Nägel, die uns Auskunft über einen **Nachschutz der Holzmasten** geben. Diese Nägel werden ca. 50 cm über der Erdaustrittstelle eingeschlagen.

6.1.2 Länge und Durchmesser der Masten

Holzmast
6 × 15
6 × 16
7 × 15
7 × 16
7 × 17
7 × 18
8 × 16
8 × 17
8 × 18
8 × 19
9 × 17
9 × 18
9 × 19
9 × 20
10 × 20
10 × 21
11 × 21
11 × 22

Die bei der DBP gebräuchlichen Holzmasten sind in nebenstehender Tabelle zusammengestellt. Die Bezeichnung eines Mastes gibt Auskunft über seine Länge und den Fußdurchmesser, so bedeutet z. B.

Holzmast 6 × 15:

Länge des Mastes 6 m,

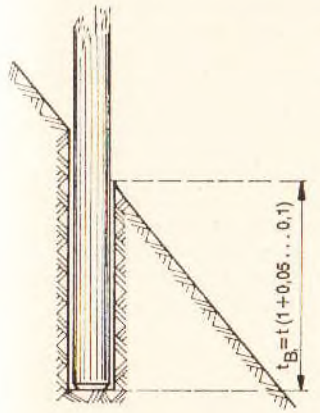
Fußdurchmesser 15 cm.

Als **Fußdurchmesser** wird der Durchmesser des Mastes im Abstand von 1,50 m vom Fußende bezeichnet. Dies Maß ist deshalb wichtig, weil der Mast in der Linie hier am stärksten beansprucht wird.

6.1.3 Eingrabtiefe für Masten

Die **Tiefe der Mastlöcher** (s.Tabelle) richtet sich u. a. nach der Mastlänge. Die Maße sind Erfahrungswerte, die bei Umbruchversuchen in rolligen und bindigen Böden ermittelt wurden. Für Masten an Böschungen sind zur angegebenen Eingrabtiefe (t) 5 bis 10 % zuzuschlagen. Die Eingrabtiefe an Böschungen (t_B) ergibt sich demnach aus

$$t_B = t\,(1 + 0{,}05 \ldots 0{,}1).$$



Mastloch an Grabenböschungen

Die Lochtiefe ist dabei vom unteren Lochrand zu messen (Abb.). Bei Triebsand (Fließsand), Schlick- oder Moorboden sind zur Erhöhung der Standsicherheit neben anderen Befestigungsmitteln größere Eingrabtiefen als die Tabellenwerte zu wählen (etwa ¼ bis ⅕ der Mastlänge). Bei Felsboden genügt dagegen eine Eingrabtiefe von etwa ⅐ der Mastlänge. Für Tragmasten und Masten mit Anker gibt die nachstehende Tabelle die Eingrabtiefen unter normalen Bedingungen an.

Eingrabtiefe für Tragmasten und für Masten mit Anker

Nenngröße des Mastes	Eingrabtiefe in m	Nenngröße des Mastes	Eingrabtiefe in m
6 × 15	1,20	9 × 17	1,40
6 × 16	1,30	9 × 18	1,50
7 × 15	1,30	9 × 19	1,60
7 × 16	1,40	9 × 20	1,65
7 × 17	1,45	10 × 20	1,70
7 × 18	1,50	10 × 21	1,75
8 × 16	1,35	11 × 21	1,80
8 × 17	1,45	11 × 22	1,85
8 × 18	1,50		
8 × 19	1,55		

Die Eingrabtiefe für Masten richtet sich somit nach
- Mastlänge,
- Fußdurchmesser des Mastes und
- Bodenbeschaffenheit.

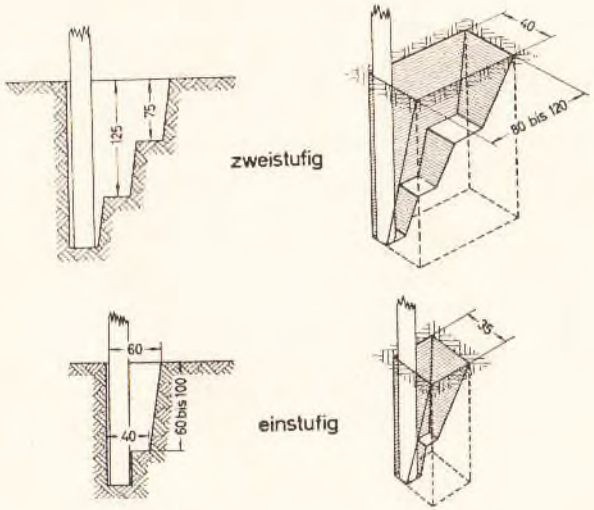
6.1.4 Masten aufstellen

Die Mastlöcher werden je nach Bodenbeschaffenheit gegraben, gebohrt oder gesprengt. Das Herstellen der Mastlöcher mit Spaten, Schaufel und Spitzhacke ist zeitraubend. Rationeller wird mit dem Erdbohrer gearbeitet, wenn der Boden dafür geeignet ist. In felsigem, sehr festem und eventuell in sehr feuchtem (Moor-)Boden kann es vorteilhaft

fernmeldelehrling.de

sein, die Mastlöcher auszusprengen. Im Moorboden bietet dies Verfahren den besonderen Vorteil, daß das Wasser aus dem Mastloch verdrängt wird. Zum Sprengen braucht man eine besondere Zulassung und polizeiliche Erlaubnis. Weil posteigene Kräfte im allgemeinen keine Sprengungen für Mastlöcher ausführen, wird dies Verfahren nicht näher beschrieben.

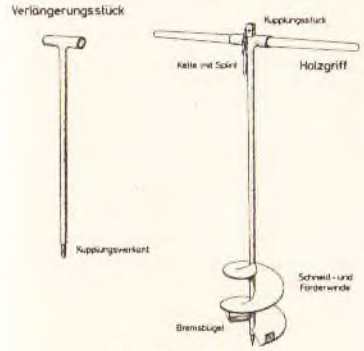
Wenn wegen der Bodenbeschaffenheit Erdbohrer für das Herstellen der Mastlöcher nicht verwendet werden können, werden die Mastlöcher mit Spaten, Schaufel und Spitzhacke gegraben. Bevor mit dem Graben begonnen wird, müssen die genauen Standorte der Masten festgelegt werden. Dies geschieht auf gerader Strecke mit Hilfe von Meßlatten oder Holzstangen. Zweckmäßigerweise werden auf gerader Strecke zuerst der erste und der letzte Mast aufgestellt. Die dazwischenliegenden Masten lassen sich dann sehr genau einfluchten. Die Rasennarbe ist vor dem Graben sorgfältig abzuheben und seitwärts zu lagern, ebenso Pflaster- oder andere Straßenbefestigungsstoffe (Kies, Schlacke). Dann ist das Mastloch rechteckig auszustechen. Weil die Masten fester stehen, wenn sie nach zwei Seiten gegen gewachsenen Boden anlehnen, ist eine Ecke des gegrabenen Loches rechtwinklig und senkrecht auszustechen (Abb.). Allgemein wird das Mastloch zweistufig angelegt. Bei besonderen Verhältnissen (felsiger und steiniger Boden, Platzmangel) kann auch das einstufige Mastloch ausreichen.



Ein- und zweistufiges Mastloch

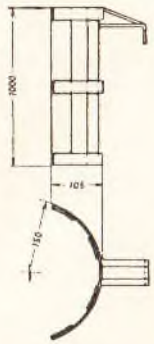
In Gegenden mit Triebsand und sehr lockerem Boden wird das Loch nicht in ganzer Tiefe ausgehoben. Wichtig ist, daß die Lochwände bei Triebsand und lockerem Boden zum Schutz gegen nachfallendes Erdreich durch Bretter abgesteift werden. Der Mast wird in diesen Fällen etwas länger gewählt, am Stammende zugespitzt und in den weichen Grund auf die erforderliche Tiefe eingedreht. Unter Umständen sind besondere Maßnahmen gegen das Schiefziehen und Absinken der Masten zu treffen (Querhölzer).

In leichten und mittelschweren Böden mit Steinen unter 50 mm Korngröße werden die Mastlöcher am wirtschaftlichsten mit dem Handerdbohrer (Abb.) hergestellt. Bei dieser Methode werden zylinderförmige Löcher ausgehoben, das sind Mastlöcher, die den geringsten Erdaushub und den kleinsten Zeitaufwand erfordern. Der Bohrer hat 300 mm Schaufel-Durchmesser. Im allgemeinen wird der Erdbohrer von zwei Arbeitern bedient. Eine etwa vorhandene Grasnarbe bzw. andere Straßenbefestigungsstoffe sind vorher abzuheben und besonders zu lagern. Dann kann unmittelbar der Erdbohrer angesetzt werden. Nach jeweils 20 cm Tiefe wird das Bohren unterbrochen und das Erdreich mit dem Bohrer herausgehoben. Das Verlängerungsstück wird erst aufgesetzt, wenn das erste Bohrteil nicht tiefer einzudrehen ist. Bohren und das Erdausheben ist so lange zu wiederholen, bis die gewünschte Einstelltiefe erreicht ist.



Handerdbohrer

Das Aufstellen der Masten bereitet keine Schwierigkeiten. An die glatte Seite des Lochs wird zum besseren Einführen des Mastfußes ein Brett gelehnt oder der Mastabgleiter (Abb.) eingehängt. Der Mast wird mit dem Fußende über das Loch gelegt. Danach heben die Arbeiter das Zopfende an und richten den Mast, auf das Loch zugehend, langsam auf. Wenn genügend Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, sind dabei irgendwelche Hilfsmittel nicht erforderlich. Bei längeren und bei zusammengesetzten Masten ist das Aufrichten zweckmäßig durch ein am Zopfende zu befestigendes Zugtau zu erleichtern. Um ein seitliches Ausweichen bei schweren Masten zu verhüten, sind zwei **Halteseile** erforderlich, mit denen der Mast geleitet werden kann.



Mastabgleiter

Während des Aufrichtens drückt ein Arbeiter das Fußende des Mastes nieder. Für das Niederdrücken des Mastes am Fußende sind bei langen und schweren Masten eiserne Aufrichtgabeln oder ähnlich gebaute Druckgabeln zu verwenden. Spaten dürfen dafür nicht benutzt werden. Ebenso darf das Fußende des Mastes nicht dadurch festgelegt werden, daß sich jemand darauf stellt. Nach dem Aufrichten wird der Mast so gedreht, daß die Bezeichnungsnägel zur Straße zeigen, die Firstkante also quer zur Linie steht. Der Mast ist dann durch Ausloten senkrecht zu stellen und in gerader Linie mit den übrigen Masten einzufluchten. Der Boden wird eingeworfen und gleichmäßig festgestampft. Das Stampfen hat besonders sorgfältig zu geschehen, damit der Boden gut fest und späteres Setzen vermieden wird. Es ist nicht zulässig, fehlendes Füllgut aus Straßenbaustoffen zu ergänzen oder diesen Baustoffen übrigbleibendes Füllgut beizufügen. Die Oberfläche um den Mast ist sogleich wieder in den alten Zustand zu versetzen. In befestigten Wegen ist die Wegeoberfläche nicht bis an den Mast heranzuziehen. Der Mast ist im Abstand von 25 bis 30 cm mit den im Straßenbau üblichen Randsteinen einzufassen. Als Werkzeuge eignen sich Holzstampfer oder bei gebohrten Löchern besser die der Mastrundung angepaßten Stampfer aus Stahl mit nierenförmiger Stampfplatte und 2,50 m langem, gekröpftem Rundstahlschaft.

fernmeldelehrling.de

6.1.5 Masten ausheben

Einfache Leitungsmaste werden nach Abnahme der Freileitungen so tief angegraben, daß sie durch Drehen gelockert werden können. Sie werden dann entweder von Hand oder mittels eines Mast-Hebegerätes ausgehoben.

Zusammengesetzte Maste müssen ausgegraben und zerlegt werden. Soweit Masten wiederverwendet werden, müssen die Bohrlöcher mit Hartholzpflöcken verschlossen werden.

Von Fäulnis befallene oder gekürzte Holzmaste dürfen weder als Leitungsmaste noch als Streben wiederverwendet werden.

Nach dem Abbau der Leitungsmaste sind die Mastlöcher wieder ordnungsgemäß zu verfüllen. Etwa fehlender Boden ist an anderer Stelle zu beschaffen, damit nach dem Feststampfen wieder eine einwandfreie, ebene Oberfläche erzielt werden kann.

6.1.6 Masten prüfen

Um Unfällen bei Arbeiten an oberirdischen Fernmeldelinien vorzubeugen, muß jeder Mast vor dem Besteigen auf seine Standsicherheit überprüft werden. Die Standsicherheit hängt von der Eingrabtiefe des Mastes ab, die sich anhand der vom Imprägnierwerk eingesetzten Bezeichnungsnägel feststellen läßt.

Die gefährdetste Stelle eines Mastes, die sogenannte Erd-Luftzone, erstreckt sich auf eine Länge von etwa 30 cm oberhalb und etwa 50 cm unterhalb des Erdbodens. Hier kann es leicht zu Fäulniserscheinungen kommen. Beklopft man den Mast in Bodennähe an drei bis vier Stellen mit dem Hammer und legt dabei sein Ohr dicht an die Mastfläche, so deutet ein heller Klang auf gesundes Holz, wogegen ein dumpfer Klang auf zerstörtes Holz hinweist.

In Zweifelsfällen muß der Mast 50 cm tief aufgegraben und mit dem Zuwachsbohrer untersucht werden. Neben Fäulnis kann der Mast auch von Insekten befallen werden. Fluglöcher von 5 bis 7 mm Durchmesser deuten auf diese Gefahren hin.

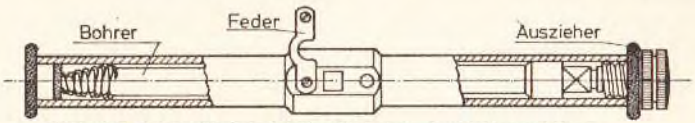
Hier sei nun die **Benutzung des Zuwachsbohrers** beschrieben. Er wird dazu benutzt, um durch Bohrproben ein Bild vom Zustand des Holzes im Innern der Masten und damit von der Standfestigkeit der Masten zu gewinnen.

Der Bohrer besteht aus einer Röhre mit zunehmendem Durchmesser und ist an dem engen Ende mit einer dreifachen kegelförmigen Bohrschnecke versehen, die in einen haarscharfen Kreisbohrer ausläuft. Dieser schneidet einen Kern aus dem zu untersuchenden Holz heraus, der mit dem Auszieher aus der Bohrröhre herausgeholt wird.

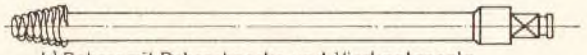
Die Bohrspitze ist sehr empfindlich und bricht leicht ab. Daher Vorsicht!

Der Bohrer wird rechtwinklig zum Mast angesetzt und mit kräftigem Druck so lange gedreht, bis das Gewinde in das Holz eingedrungen ist. Dann wird ohne Druck bis zur Mitte des Mastes weitergebohrt. Nun wird der Auszieher vorsichtig zwischen Innenrand des Bohrers und Kern bis zur ganzen Länge eingeführt, wobei seine gezähnte Seite (Länge 4,5 cm) gegen den Kern gerichtet ist. Dadurch wird der Kern festgeklemmt. Wir drehen den Bohrer dann ein wenig zurück, um den Bohrkern vom Mast zu lösen. Jetzt läßt sich der Bohrkern mit dem Auszieher langsam und vorsichtig herausziehen. Dabei wird ein

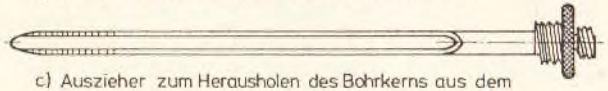
Stück Papier unter die Öffnung gehalten, damit der leicht zerbrechliche Bohrkern möglichst unversehrt aufgefangen werden kann. An seiner Beschaffenheit erkennen wir den Zustand des Mastes. Ein zusammenhängender fester Bohrkern kennzeichnet im



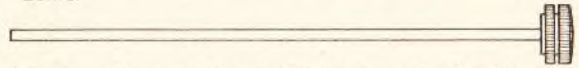
a) Knebel, gleichzeitig Schutzhülse für Bohrer, Auszieher und Dorn



b) Bohrer mit Bohrschnecke und Vierkantansatz

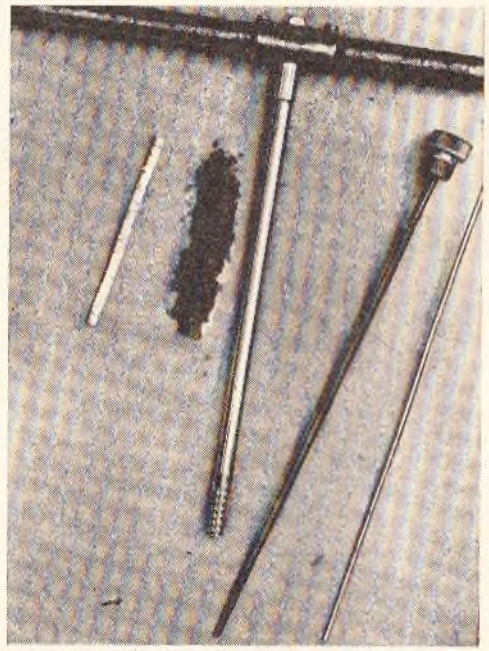


c) Auszieher zum Herausholen des Bohrkerns aus dem Bohrer



d) Dorn zum Herausstoßen des Bohrkerns aus dem Auszieher

Einzelteile des Zuwachsbohrers



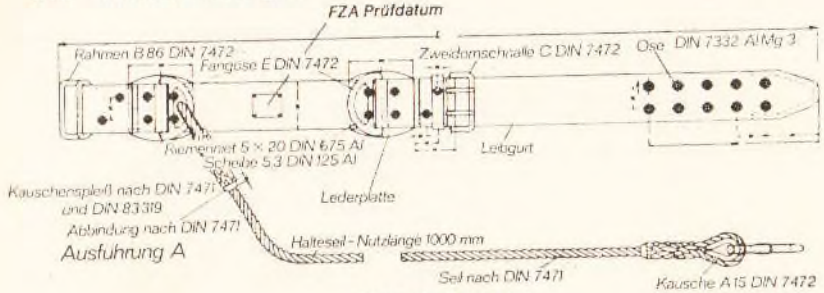
Zuwachsbohrer mit Bohrkernen

(oben links: Bohrkern eines gesunden Mastes
rechts daneben: Bohrkern eines faulen Mastes)

fernmeldelehrling.de

allgemeinen den gesunden Mast. Zerfällt er in kleine Stücke oder Holzmehl, oder ist er schwammig, so ist der Mast verfault oder durch Insektenfraß zerstört. Nach dieser Feststellung drehen wir den Bohrer aus dem Mast heraus. **Das Bohrloch verschließen wir mit einem Hartholzpflock,** der vorher in Karbolineum eingetaucht worden ist. Wir drehen ihn mit der Hand möglichst weit in das Bohrloch hinein und treiben ihn schließlich mit einem Hammer fest.

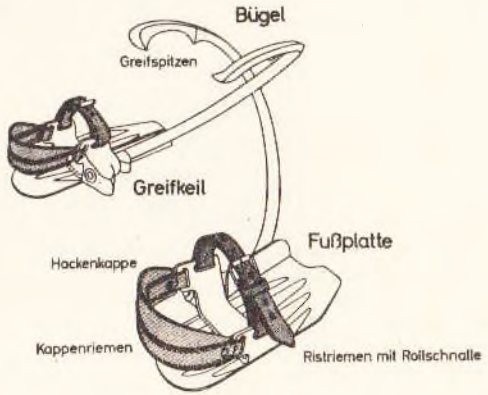
6.1.7 Masten besteigen



Sicherheitsgürtel

Vor dem Besteigen der Masten bindet sich der Arbeiter einen **Sicherheitsgürtel** um und legt **Steigeisen** an. Die Greifspitzen der Steigeisen drücken sich beim Steigen in das Holz hinein. Das Halteseil des Sicherheitsgürtels wird um den Mast gelegt. Es gibt dem Arbeiter beim Steigen den nötigen Halt und erlaubt ihm, oben mit beiden Händen frei zu arbeiten. Es ist darauf zu achten, daß der Sicherheitsschraubverschluß am Karabinerhaken bis zum letzten Gewindegang (Anschlag) festgeschraubt ist. Der FHandw muß wissen, daß am Sicherheitsgürtel ein Metallschild befestigt ist, auf dem das letzte Prüfdatum vom FZA eingeprägt ist. Nach Ablauf von drei Jahren ist der Sicherheitsgürtel zur erneuten Prüfung einzusenden.

Das Werkzeug wird in einer am Sicherheitsgürtel befestigten **Werkzeugtasche** mit auf den Mast genommen.

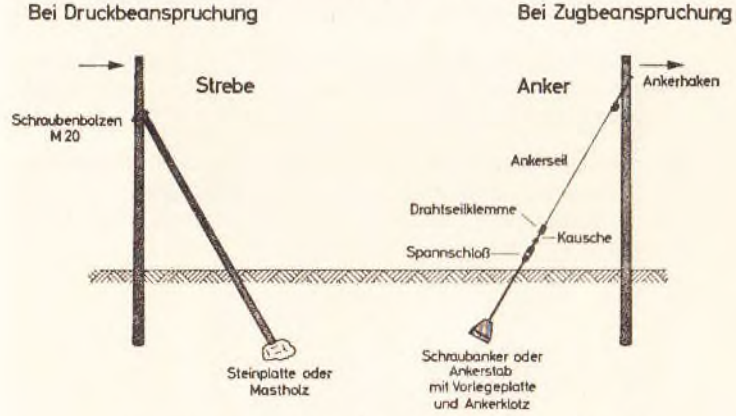


Steigeisen

6.2 Verstärkungsmittel

Beim Festlegen der Mastenstandorte ermitteln wir gleichzeitig die anzubringenden Verstärkungsmittel. Die einfachsten Verstärkungsmittel sind **Strebe und Anker.** Weicht eine Linie von der geraden Führung ab, so muß der im Winkelpunkt stehende Mast verstärkt werden. Ob eine Strebe oder ein Anker anzubringen ist oder etwa ein A-Mast aufgestellt werden muß, richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und dem Leitungszug. Eine **Strebe** wird **auf Druck** beansprucht, d. h., sie muß der Kraft, die sie zu zerdrücken oder zu zerknicken sucht, entgegenwirken. Daher wird eine Strebe immer in Richtung des Leitungszugs angebracht.

Beim **Anker** ist die Wirkung umgekehrt. Ein Anker wird **auf Zug** beansprucht, d. h., er muß dem Zerreißen Widerstand bieten. Ein Anker wird somit immer auf der dem Leitungszug abgewendeten Seite angebracht.



Verstärkungsmittel für Stützpunkte in Fernmeldelinien

Lassen die örtlichen Verhältnisse die Wahl zwischen Anker und Strebe zu, so ist die Strebe vorzuziehen, obwohl sie teurer ist als der Anker.

Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß das Holz praktisch druckfest und unabhängig von Temperaturschwankungen ist. Das Ankerseil dehnt sich dagegen bei Wärme aus, der Anker wird lose, und der Mast gibt dem Drahtzug nach. (Bei böigen, stoßweise auftretenden Winden dürfte sich dieses Nachgeben, diese Elastizität des Mastes, allerdings vorteilhaft auswirken).

Die beschriebenen Unterschiede zwischen Anker und Strebe in ihrer Wirkung und Bauweise sind schon bei der Auskundung zu berücksichtigen. **Eine Strebe wird angebracht:**

1. Zur Verstärkung einfacher Masten in Winkelpunkten.
2. Als **Windstrebe (Ankerstrebe)** zur seitlichen Linienverstärkung bei Linien, die Seitenwinden wechselnder Richtung besonders ausgesetzt sind.

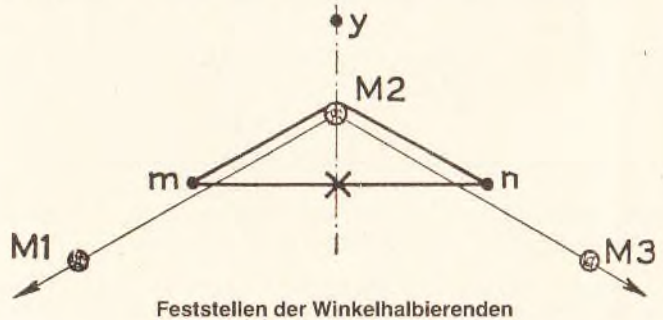
fernmeldelehrling.de

3. Bei Masten, die einseitigen Leitungszug aufnehmen müssen. Das sind KÜf, bei denen der Endmast wegen zu starker Belastung nicht mit einer gewöhnlichen Strebe auskommt.
4. Als **Linienstrebe bei Abspannmasten,** früher Linienfestpunkt genannt, um bei Drahtbrüchen und Mastumbrüchen den plötzlich auftretenden einseitigen Leitungszug aufzunehmen und dadurch ein reihenweise Umbrechen und Überweichen der folgenden Masten zu verhüten. Neben den beiden Linienstreben bekommt der Abspannmast noch eine Windstrebe als Sicherung gegen Seitenwinde.

Abspannmasten werden nur an geraden Strecken und nicht in Kurven errichtet. Sie sind in Abständen von ungefähr 1 km (20 Spannfelder von je 50 m) zu setzen. Bei weniger gefährdeten, untergeordneten Linien (Ortsanschlußlinien mit nur wenigen Leitungen) kann dieser Abstand bis auf 2 km (40 Spannfelder von je 50 m) vergrößert werden. Bei besonders gefährdeten Linien muß dieser Abstand auf 500 m, nötigenfalls sogar bis auf 250 m verringert werden. Abspannmasten können auch am Anfang und am Ende stärkerer Krümmungsstrecken errichtet werden.

Hat man sich bei der Auskundung in einem Winkelpunkt der Linie für eine Strebe als Verstärkungsmittel entschieden, dann muß vor dem Einbau die Richtung der Strebe gegen den Mast festgelegt werden.

Eine Strebe muß **in Winkelpunkten in Richtung der Mittelkraft der Drahtzüge** (resultierender Leitungszug) gesetzt werden. Das ist bei gleichen Mastenfeldern zu beiden Seiten genau die Mitte des Winkels oder die Winkelhalbierende (Abb.). Wir stellen folgendermaßen fest:



Feststellen der Winkelhalbierenden

Mit einem Bandmaß oder einer Leine messen wir vom Mast M 2 in Richtung der Masten M 1 und M 3 zwei gleiche , etwa 10 m lange Enden bis zu den Punkten m und n ab. Die Halbierung der geraden Verbindungslinie zwischen diesen Punkten ergibt den Punkt x. Die Verbindungslinie von M 2 über x hinaus ist dann die Winkelhalbierende oder die Mittellinie, auf die der Fußpunkt der Strebe gestellt werden muß.

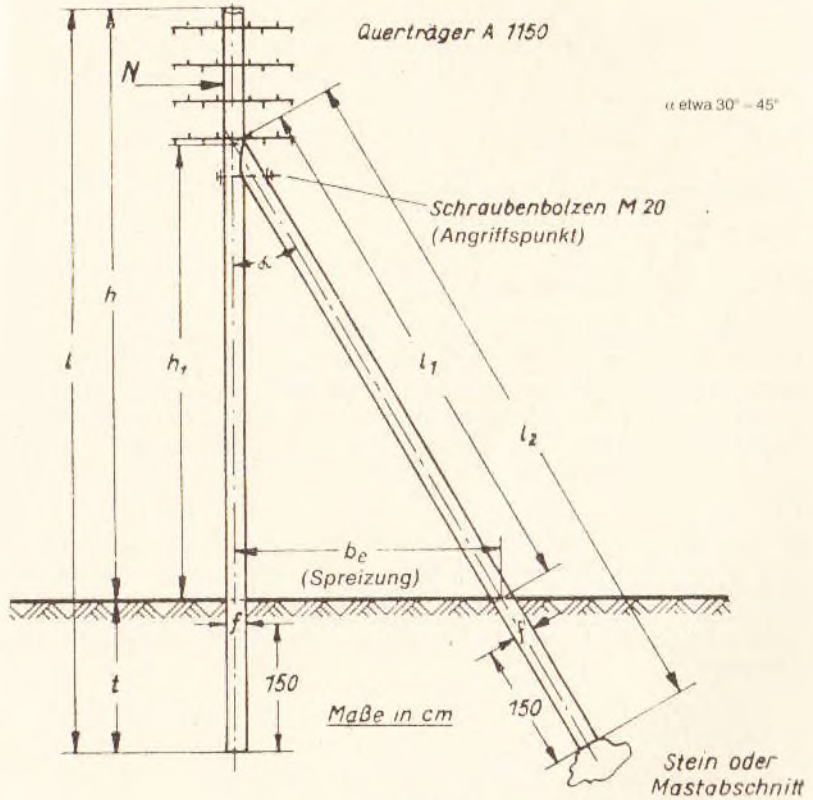
Muß ein Anker gesetzt werden, wird die Linie x – M 2 nach hinten verlängert. Die Verlängerung ist die Linie, auf die der Fußpunkt des Ankers gesetzt werden muß.

Wenn die Leitungsfelder vor und hinter dem Winkelmast verschieden lang sind oder der Winkelpunkt gleichzeitig ein Abzweigmast ist, muß die Strebe nach folgenden Grund-

sätzen angebracht werden: Zunächst gilt auch hier die Regel, daß die Strebe in Richtung der Mittelkraft und der Anker entgegengesetzt angebracht wird. Mit Hilfe der Tabellen in der FBO 5 lassen sich die Zugkräfte errechnen, die den Winkelpunkt belasten. Durch das Aufzeichnen eines **Kräfteparallelogramms** ist die Richtung der Mittelkraft und ihre Stärke zeichnerisch zu ermitteln.

Anker und Strebe sind möglichst hoch am Mast anzubringen. Ihre Wirkung ist am größten, wenn sie waagerecht verlaufen, also mit der Richtung des Leitungszugs eine gerade Linie bilden. Das ist aber nur an steilen Böschungen, Felsen, Wänden usw. möglich.

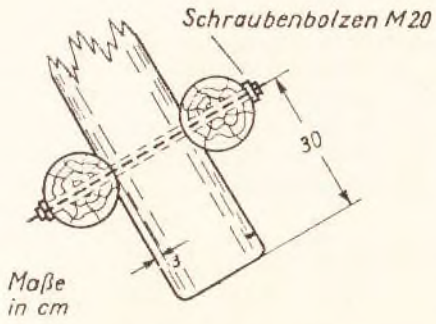
In den meisten Fällen bilden Anker und Strebe mit dem Mast einen spitzen Winkel. Dieser Winkel zwischen Anker bzw. Strebe und Mast soll etwa 30° bis 45° betragen. Er ist meistens von dem zur Verfügung stehenden Platz, also von den örtlichen Verhältnissen, abhängig. Steht der Fußpunkt zu weit vom Mast entfernt, wird die Strebe also zu lang, so besteht die Gefahr, daß sie bricht; **je länger die Strebe ist, um so größer ist die Knickgefahr.**



Mast mit Strebe

fernmeldelehrling.de

Durch wechselnde Windbelastungen werden einzelne Streben nicht nur auf Druck beansprucht, sondern auch auf das Herausziehen aus dem Erdboden. Streben dieser Art werden als **Ankerstreben oder Windstreben** bezeichnet. Der Fußpunkt ist gegen das Herausziehen aus dem Erdreich besonders gesichert (Abb.). Diese Streben sind ebenfalls auf der der vorherrschenden Windrichtung abgekehrten Seite anzubringen.



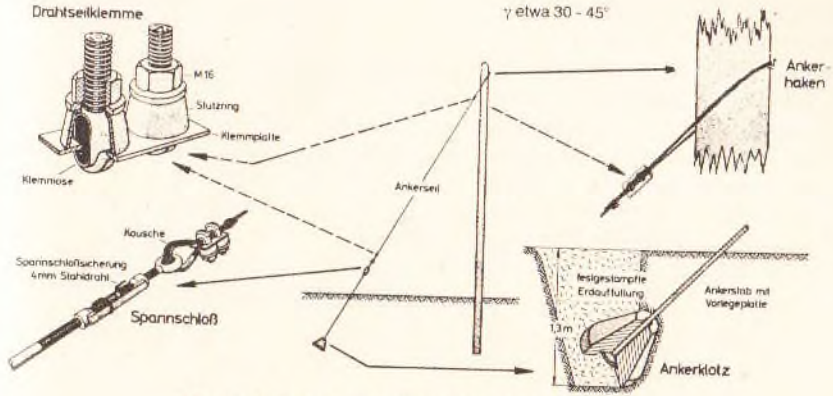
Fuß der Ankerstrebe

Ankerstreben sind Streben, die sowohl auf Druck als auch auf Zug beansprucht werden. Sie sind durch lange Mastabschnitte gegen das Herausziehen aus dem Erdboden gesichert. Die Querschwellen werden mit Schraubenbolzen M 20 etwa 30 cm vom Fußende der Strebe entfernt befestigt. Die Querschwellen sind je nach Belastung der Strebe 0,6 bis 1,2 m lang. Die **Eingrabtiefe der Ankerstreben** muß etwa ebenso groß sein wie die Eingrabtiefe der Leitungsmasten. Infolgedessen sind für Ankerstreben etwa 1 m längere Masten erforderlich.

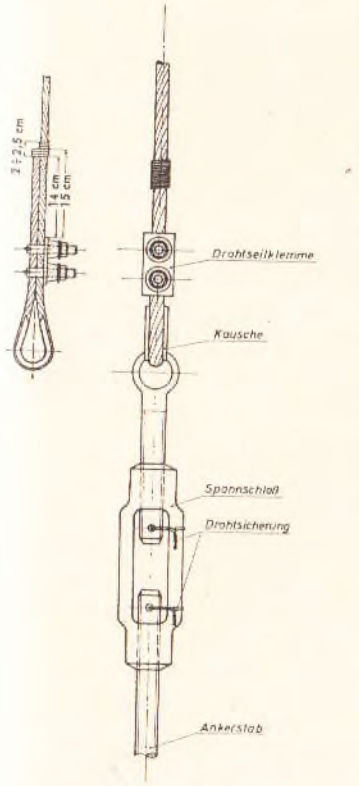
6.2.1 Anker anbringen

Es ist wichtig, daß der Anker im Boden einen festen Halt findet. Das Loch für den Anker wird deshalb so gegraben, daß sich der Ankerklotz in Zugrichtung gegen gewachsenen Boden lehnt. Die Tiefe ist wegen der einheitlichen Länge des Ankerstabs auf 1,30 m festgesetzt worden. Der Betonklotz mit dem 2,16 m langen Ankerstab mit Vorlegeplatte wird in den Erdboden eingebettet. Dabei wird für den Ankerstab nur ein schmaler Schlitz (Einschnitt) eingestochen (Abb.).

Beim Zufüllen wird der Boden lagenweise fest eingestampft. Auf das aus dem Boden herausragende Gewindeende des Ankerstabs schrauben wir jetzt ein Spannschloß. Dann legen wir das obere Ende des Ankerseils über den Ankerhaken um den Mast, der möglichst hoch, nötigenfalls zwischen den Querträgern angebracht wurde, und schließen es mit einer Seilklemme zur Schlaufe. Der **Ankerhaken** soll das Abrutschen des Seils verhindern.



Mast mit Anker, Einzelteile des Drahtseilankers



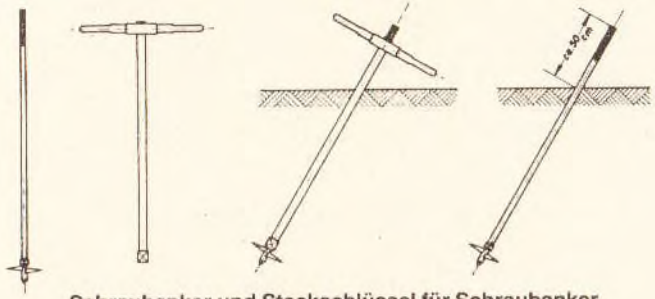
Spannschloß mit Drahtsicherung

Das untere Ende des Ankerseils stecken wir zusammen mit einer Kausche durch das Auge des Spannschlosses, legen es in die Vertiefung der Kausche und befestigen es mit einer **Drahtseilklemme**. Die Drahtseilklemme besteht aus einer schmiedeeisernen Klemmplatte mit zwei Öffnungen, durch die von unten her je eine **Klemmöse** gesteckt wird. Über die Schraubengewinde der Klemmösen wird ein **Stützring** geschoben, darauf eine **Scheibe** gelegt und eine **Mutter** aufgeschraubt. Beim Anziehen der Muttern wird das doppelt durch die Klemmösen gesteckte Drahtseil gegen die Klemmplatte gepreßt und so unverrückbar festgehalten. Damit das Drahtseil bei späteren Unterhaltungsarbeiten mühelos von der Drahtseilklemme gelöst werden kann, darf das Ende des Seils nicht als sog. „Bubikopf" um die Klemmöse gebogen werden. Es empfiehlt sich, das freie Ende des Drahtseils etwa 30 cm lang um die Kausche zu legen, dann die Drahtseilklemme anzubringen und bis auf einen Draht des Seils alle anderen so weit abzukneifen, daß das freie Drahtseilende noch ca. 15 cm aus der Drahtseilklemme herausragt. Der etwa 50–60 cm lange Einzeldraht wird dann am Ende des Seils umgebogen. Mit mehreren nebeneinanderliegenden Windungen wird nun das freie Seilende mit dem langen Einzeldraht am Ankerseil befestigt. Bei dieser Methode braucht man keinen besonderen Stahldraht,

fernmeldelehrling.de

um das freie Ende des Ankerseils so festzulegen, daß sich niemand an den scharfkantigen Drahtenden verletzten kann.

Neben dem Anker aus Ankerstab und Beton-Ankerklotz wird ein feuerverzinkter **Schraubanker** mit einer Gesamtlänge von 200 cm als Daueranker verwendet. Das Einschrauben des Ankers in den Erdboden erfolgt mit einem „Steckschlüssel mit Innenvierkant 22 x 22 mm für Schraubanker". Schraubanker sind für Felsböden oder feste Gesteinsböden nicht geeignet.

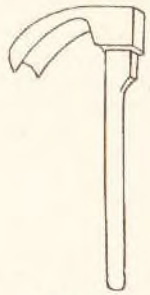


Schraubanker und Steckschlüssel für Schraubanker

Als Ankerseil verwenden wir **Stahldrahtseile.** Je nach aufzunehmender Zugkraft wird das Ankerseil I, II oder III eingebaut. Das Ankerseil I besteht aus 19 Einzeldrähten mit je 2,1 mm Durchmesser; es wird nur noch in starken Fernlinien verwendet. Das Ankerseil II besteht aus 7 Einzeldrähten mit je 3 mm Durchmesser. Am gebräuchlichsten ist das Ankerseil III mit 7 Einzeldrähten zu je 2,5 mm Durchmesser.

Das Ankerseil wird straff gespannt, indem wir das Spannschloß so drehen, daß sich Ankerstab und Spindel in das Spannschloß hineinschrauben. Um mit dem Spannschloß die beste Wirkung zu erzielen, ist darauf zu achten, daß Ankerstab und Gewindebolzen möglichst gleich lang in das Spannschloß eingedreht werden. Ein Lockern des Ankers durch Unbefugte wird verhindert, indem Spindel und Rundeisenstab durch je einen 2,5 mm dicken Stahldraht am Spannschloß festgebunden werden. Das Ankerseil soll straff gespannt sein, darf den Mast aber nicht schiefziehen.

6.2.2 Streben anbringen



Hohldechsel

An neuen Leitungsmasten dürfen als Streben nur neue Maste verwendet werden. Der Durchmesser der Strebe muß der Belastung und dem Durchmesser des zu stützenden Leitungsmastes entsprechen. Das obere Ende der Strebe wird mit dem Hohldechsel der Mastrundung angepaßt.

Die ausgearbeitete Stelle wird dann mit Karbolineum getränkt und durch einen durchgehenden Schraubenbolzen M 20 kurz unterhalb des Querträgers, der Hakenstütze oder des Holzhakens mit dem Mast verbunden. Die Bohrung durch den Strebenzopf und den Mast muß ebenfalls satt mit Karbolineum getränkt werden.

Die Erdlöcher für die Streben werden je nach Neigungswinkel zwischen 0,7 m und 1,10 m tief ausgehoben.

Die Spreizung an der Erdoberfläche kann aus der FBO 5 entsprechend der Mast-Nenngröße entnommen werden.

6.3 Blankdrahtlinien

Infolge fortschreitender Technik werden heute Blankdrahtlinien vorwiegend durch selbsttragende Installationskabel ersetzt. Nur wenn sich der vorgeschriebene Dämpfungswert nicht mehr einhalten läßt, kann der Bau von Blankdrahtlinien noch notwendig werden.

Im Fernmeldebaudienst wird als Leitungsdraht **Bronzedraht** verwendet. Bronze ist eine Legierung von 80 % Kupfer und 20 % Zinn. Bronzedraht besitzt eine größere Zugfestigkeit als Hartkupferdraht.

Als Fernmeldedrähte kommen in Betracht:

a) Bronzedraht mit 1,5 mm Nenndurchmesser (Abk. Bz II 1,5) und

b) Bronzedraht mit 2,0 mm Nenndurchmesser (Abk. Bz II 2).

Übersicht über die im Fernmeldebaudienst gebräuchlichen Drahtarten

a) Leitungsdrähte

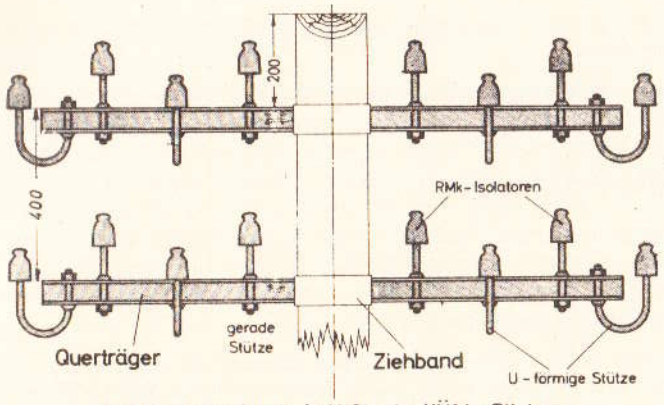
Bezeichnung	Nenndurchmesser mm	Zugfestigkeit etwa kp/mm²	Gewicht etwa kp/1000 m	Elektr. Widerst. für 1 km Doppelleitung bei 20 °C	Verwendungszweck
Bronzedraht Bz II 1,5	1,5	68	16	31,4	Ortsanschlußleitungen
Bz II 2	2	66	28	17,7	Fernleitungen

b) Bindedrähte (Werkstoff: Kupfer, geglüht)

Kurzzeichen	Gewicht etwa kp/km	Bedarf bei Leitungsdrähten (Einzelleitungen)		
		aus	Länge je Bindung m	Gewicht bei 100 Bindungen etwa kp
Cu 1,5	16	Bz II 2	0,9	1,5
		Bz II 1,5	0,85	1,4

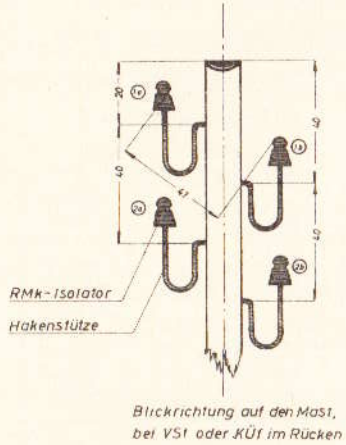
Blankdrahtleitungen können an Isolatoren auf Hakenstützen oder an Isolatoren auf Querträger an einem Masten geführt werden. Die Anordnung der Querträger und Stützen mit Isolatoren zeigt die folgende Abbildung.

fernmeldelehrling.de



Blick auf den Mast, bei VSt oder KÜf im Rücken

Anordnung der Querträger und Isolationsvorrichtungen



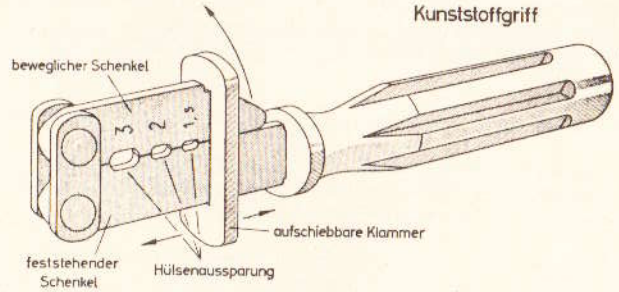
Blickrichtung auf den Mast, bei VSt oder KÜf im Rücken

Ausrüsten der Masten mit Hakenstützen

Die Leitungsdrähte werden durch Drahtverbindungshülsen miteinander verbunden; es sind Hülsen aus Kupfer. Die Drahtverbindungen werden mit größter Sorgfalt hergestellt, weil mangelhafte Verbindungsstellen häufig die Ursache von Kontaktfehlern (zeitweiligen Unterbrechungen) oder Widerstandsänderungen sind, die die Übertragungsgüte der Leitungen erheblich beeinträchtigen.

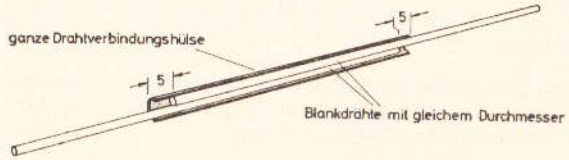
Die zu verbindenden Drahtenden sind deshalb metallisch blank zu machen. Sie werden dann von jeder Seite so tief in die Hülse gesteckt, daß sie etwa 5 mm vom entgegengesetzten Ende entfernt bleiben. Die Mitte der Hülse wird nun mit einer Kluppe (Abb.) festgehalten.

Mit einer zweiten Kluppe wird erst das eine und dann das andere Ende in einer Entfernung von 10 bis 15 mm vom Hülsenrand gefaßt und in beiden Fällen je zweimal in derselben Richtung herumgedreht (Abb.).

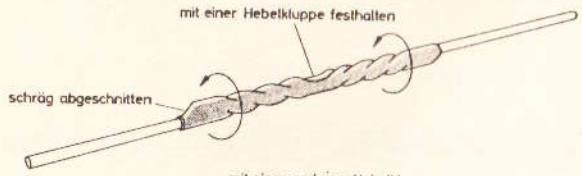


Hebelkluppe

Drahtverbindungshülse (im Schnitt) vor dem Verwürgen



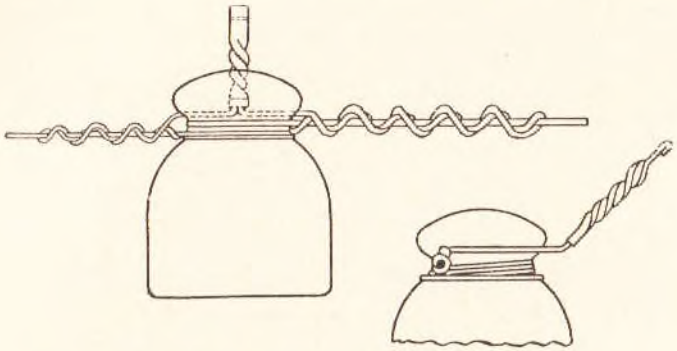
Drahtverbindungshülse nach dem Verwürgen



Verbindung von Blankdrähten durch Hülsenbund

Drähte unterschiedlicher Dicke können durch Drahtverbindungshülsen nicht so verbunden werden. Solche Drähte werden an Isolatoren abgespannt und dann miteinander verwürgt. Die Drähte sind je für sich am Isolator abzuspannen und ihre freien Enden mit einer halben Verbindungshülse zu verwürgen. Die halbe Drahtverbindungshülse ist so weit über die beiden, zuvor metallisch blank gemachten Drähte zu schieben, daß am freien Ende der Hülse ein leerer Raum von etwa 5 mm Länge verbleibt.

fernmeldelehrling.de



Verbindung verschieden dicker Drähte

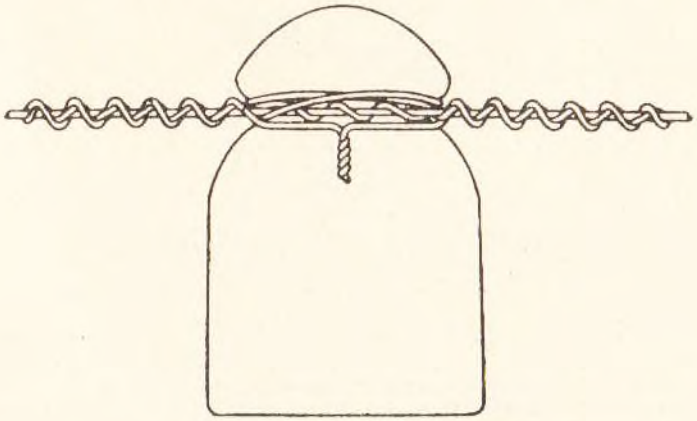
Hiernach ist die Hülse mit 2 Umdrehungen zu verwürgen. Das freie Ende der Hülse ist zusammenzudrücken und gegen das Eindringen von Regenwasser umzubiegen. Zum Schluß ist die Drahtverbindung schräg aufwärts und vom Mast wegzubiegen.

Das sorgfältige Regulieren des Durchhangs bzw. des Drahtzugs der Leitungen ist von großer Wichtigkeit, da hiervon die Störungsfreiheit der Fernmeldeeinrichtungen weitgehend abhängt.

Der Durchhang des Leitungsdrahts ist vom Abstand der Stützpunkte (Spannweite), vom Gewicht des Drahts, von der Spannung, die der Draht beim Aufhängen erhält, und von der Temperatur des Drahts abhängig.

Aus den Drahtzug- und Durchhangtafeln für Fernmeldeleitungen der FBO 7 sind der Drahtzug und der Durchhang bei den einzelnen Drahtsorten und -dicken und bei den verschiedenen Mastabständen und Temperaturen zu ersehen.

Der Fernmeldedraht wird im Halslager des Isolators abgespannt oder gebunden.



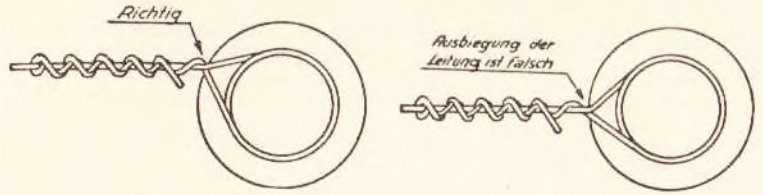
Binden eines Blankdrahts am Isolator

Zur Leitungsabspannung ist der seitlich an das Halslager gelegte Fernmeldedraht zweimal um den Hals des Isolators zu winden und in 6 Windungen und ebensoviel Gegenwindungen um den herangeführten Teil des Drahts zu wickeln. Bei Bz II 1,5 sind je 4 Windungen und Gegenwindungen ausreichend. Starke Durchbiegungen des in die Linie führenden Drahts müssen vermieden werden, weil zu scharf gebogene Drähte brechen können. Das überstehende Drahtende ist so lang zu bemessen, daß es zur Verbindung mit anderen Leitungen ausreicht.

Zum **Binden** der Blankdrähte sind Bindedrähte aus geglühtem Kupfer zu verwenden.

Zunächst ist der durchführende Blankdraht bei gerader Linienführung auf der dem Mast zugekehrten Seite des Isolators anzulegen. In Winkelpunkten ist er so zu führen, daß er sich unter dem Einfluß der Mittelkraft der Leitungszüge gegen den Isolator legt.

Der Bindedraht ist mit seiner Mitte in drei rechtsumlaufenden, engen Schlägen um den Teil des durchführenden Leitungsdrahts zu wickeln, mit dem dieser am Isolator anliegen wird. Hiernach ist das linke Ende des Bindedrahts im Halslager einmal fest um den Isolator herumzulegen und in 6 vom Isolator weg- und 6 rücklaufenden, auseinandergezogenen Schlägen (Gegenwindungen) fest um den von links kommenden Fernmeldedraht zu wickeln. Das rechte Ende des Bindedrahts wird ebenfalls um den Hals des Isolators einmal herumgelegt und in 6 Windungen und Gegenwindungen um den nach rechts durchlaufenden Leitungsdraht gewickelt. Hierbei soll der Abstand von Windung zu Windung etwa das 10fache der Drahtdicke betragen, z. B. bei Bz II 1,5 10 x 1,5 = 15 mm. Die Enden des Bindedrahts werden dann vor dem Isolator zusammengenommen und 2 cm lang miteinander verwürgt. Das Binden muß bis auf das Verwürgen der Bindedrahtenden von Hand geschehen.



Abspannung von Blankdrähten

Um ein Durchgleiten noch sicherer auszuschließen, können Blankdrähte Bz II 1,5 vor dem Regeln des Durchhangs und vor dem Binden zusätzlich um den Hals des Isolators gelegt werden (Kopfschlag). Das kommt in Betracht:

a) an Kreuzungen von Eisenbahnstrecken ohne elektrische Zugförderung, an Straßen und Wegen, die mit Kraftfahrzeugen befahren werden,

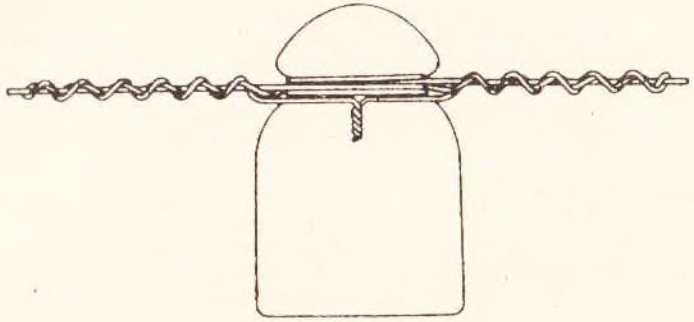
b) bei großen Höhenunterschieden der Stützpunkte,

c) an Masten in ausgeprägten Winkelpunkten und

d) an Linienfestpunkten, soweit sie mindestens 10 Leitungsfelder voneinander entfernt stehen.

Bei b bis d kann der Kopfschlag entfallen, wenn durch die örtlichen Verhältnisse das Durchgleiten des Leitungsdrahts bereits durch die einfache Bindung verhindert wird.

fernmeldelehrling.de



Binden eines im Halslager des Isolators festgelegten Blankdrahts Bz II 1,5 (Kopfschlag)

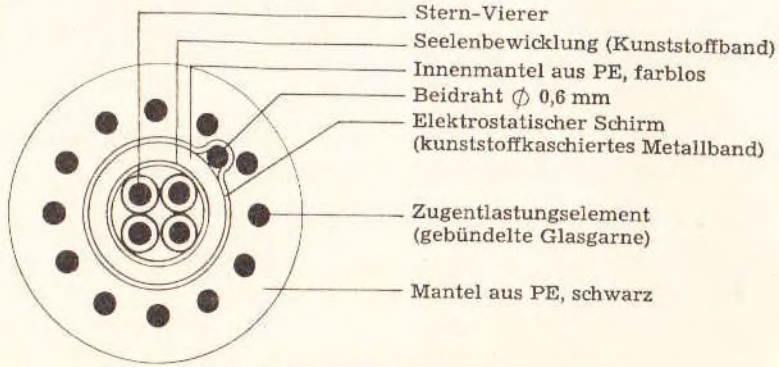
6.4 Oberirdische Kabelanlagen

Im Ortsanschlußliniennetz finden neben den Ortsanschlußkabeln auch oberirdische Kabelanlagen aus Installationskabeln mit Zugentlastung oder aus Tragseil-Luftkabeln in folgenden Fällen Verwendung:

- für den Ausbau in den Ausläufern des Ortsnetzes, insbesondere wenn die Bebauung noch nicht zu übersehen ist,
- in Gebieten, deren Fernsprechentwicklung noch nicht zu übersehen ist,
- anstelle von Erdkabeln bei schwierigen Geländeverhältnissen, bei felsigen Böden oder zur Überquerung von Wasserläufen,
- aus bautechnischen Gründen bei Zuführungen zu Endstellen,
- bei Über- und Unterkreuzungen von Starkstromfreileitungen bis 380 Volt (geringere Gefährdungsmöglichkeit bei Schadensfällen; geringerer Mindestabstand als bei blanken Drähten),
- bei starkem Baumbestand (Vermeiden von Ausästungen; geringere Störanfälligkeit),
- bei Zeitanschlüssen (größere Beweglichkeit in der Führung der Linie; leichter Auf- und Abbau).

6.5 Arten und Aufbau oberirdischer Kabel

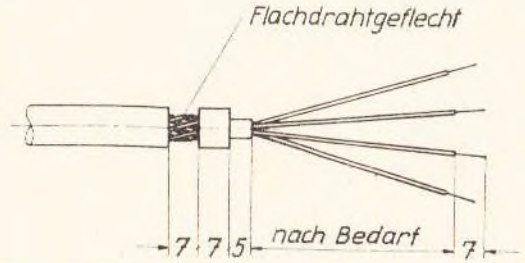
6.5.1 Installationskabel mit Zugentlastung



Querschnitt des Installationskabels J-2Y (St) (Zg) 2Y

Installationskabel mit Zugentlastung aus Glasgarnen sind stern- und bündelverseilt. Sie werden in vier Ausführungen mit 2, 4, 6 oder 10 DA beschafft. Die Kupferadern haben ebenso wie der zusätzlich vorhandene Beidraht einen Durchmesser von 0,6 mm. Der Beidraht ist zur Erdung des Schirms an die Erdklemme der Abschlußeinrichtung zu legen. Die Wanddicke des Mantels beträgt je nach DA-Zahl 1,9 bis 2,3 mm. Die Zugentlastungselemente sind in Form von längslaufenden Glasseidensträngen in den Mantel eingelagert. Durch die PE-Isolation ist eine Montage bis –20 °C möglich.

Bei den Kabeln des Typs I-2Y (Z) Y ist der 1,2 mm bzw. 1,4 mm dicke Außenmantel rutschfest auf ein Stahldrahtgeflecht aufgepreßt. Unter diesem Traggeflecht befindet sich als Schutz für die Kabelseele ein Innenmantel aus einer PVC-Hülle. Das Stahldrahtgeflecht bildet zugleich einen statischen Schirm. Beim Herrichten der Installationskabel mit Zugentlastung ist darauf zu achten, daß auf dem Flachdrahtgeflecht eine etwa 7 mm breite Manschette verbleibt, die das Aufspleißen der einzelnen Drähte der Zugentlastung verhindert.



Herrichten eines Installationskabels mit Zugentlastung des Typs I-2Y (Z) Y

Bei den Installationskabeln I-2Y (St) (Zg) 2Y ist die Zählweise und Adernkennzeichnung gleich wie bei Ortskabeln.

fernmeldelehrling.de

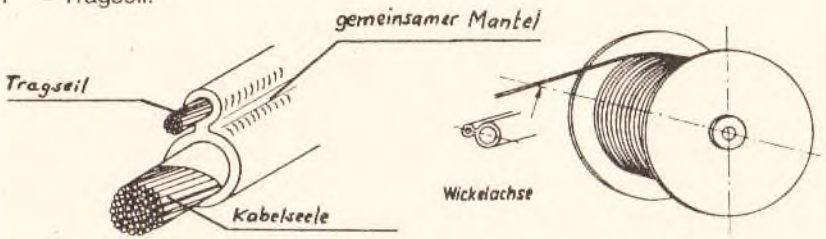
6.5.2 Tragseil-Luftkabel

Tragseil-Luftkabel haben einen unsymmetrischen Querschnittsaufbau. Das eigentliche Kabel ist mit dem Tragseil über einen Steg durch einen gemeinsamen Kunststoffmantel fest verbunden, der beide Teile in Form einer Acht umschließt. Eine getrennte Tragseil- und Kabelverlegung ist somit nicht erforderlich. Die Tragseil-Luftkabel haben einen Kupferleiter mit 0,6 mm Durchmesser.

Das **Tragseil-Luftkabel** wird 6-, 10-, 20-, 30-, 40- und 50-paarig in der Ausführung A-2Y2Y-T (Sternvierer in Bündelverseilung) beschafft.

Die Buchstaben der Kurzbezeichnungen (VDE-Kurzzeichen) bedeuten:

A = Außenkabel,
2Y = Isolierhülle aus Voll-PE,
2Y = Mantel aus Voll-PE und
T = Tragseil.



Tragseil-Luftkabel

6.6 Abschließen, Verbinden und Verzweigen oberirdischer Kabel

Als Abschluß- und Verzweigungseinrichtungen für Tragseil-Luftkabel können eingebaut werden:

- Verbindungs- und Abzweiggehäuse (VAGa),
- Verbindungs- und Verzweigungsdosen (VVD) und
- Verbindungs- und Abzweiggehäuse für Überspannungsschutz (VAGaÜ).

Diese Einrichtungen müssen immer zugentlastet bleiben, d. h., sie dürfen sich nicht innerhalb eines Leitungsfeldes befinden.

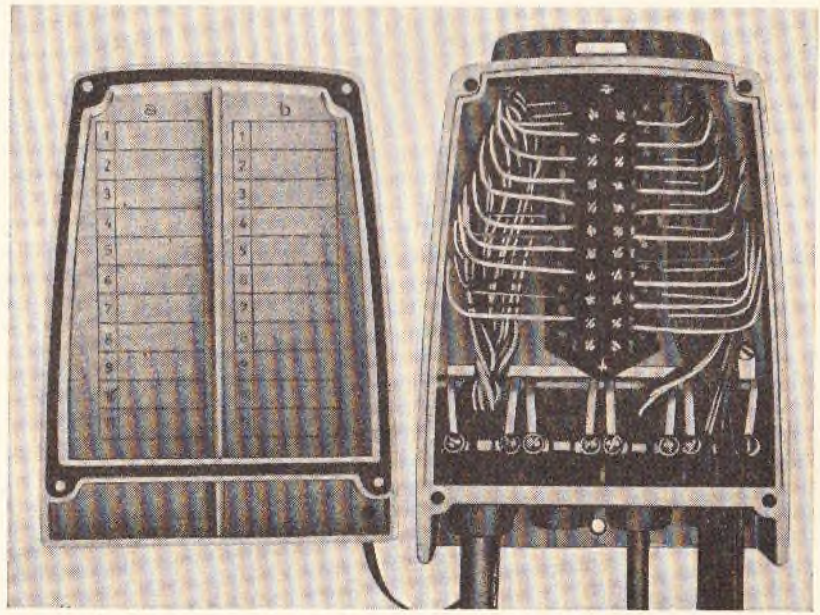
Es ist zu unterscheiden zwischen den Übergängen vom

- Erdkabel auf Luftkabel,
- Luftkabel auf Luftkabel bzw. Installationskabel mit Zugentlastung und
- Luftkabel auf Blankdrahtleitung.

Beim **Übergang vom Erdkabel auf Luftkabel** werden zum Verbinden der Adern **VAGa** eingesetzt. (Bei Kabeln bis zu 10 DA können auch EVza verwendet werden.) Das VAGa ist sowohl für die Einführung von Bleikabeln als auch für Kunststoffkabel geeignet. Die Verbindungen der Adern liegen als Spitzspleiß innerhalb der Haube. Für das Herstellen der Einführung in das VAGa und für die Spleißstelle muß das Kabel mit einer ausreichend bemessenen Länge (1 bis 2 m) vom Tragseil getrennt werden. Beim Auslegen des Kabels ist bereits auf diese Mehrlänge Rücksicht zu nehmen. Es gibt das VAGa in zwei Bestellgrößen in Abhängigkeit der einzuführenden Kabel. Eine Montage- und Bedienungsanleitung ist jeder Lieferung beigefügt.

Zum Verbinden zweier Kabelenden oder zum Verzweigen auf weitere Abgänge kann ein **Übergang von Luftkabel auf Luftkabel bzw. Installationskabel mit Zugentlastung** notwendig sein. Auch für diesen Zweck können **VAGa** eingesetzt werden. Beim Übergang von Luftkabeln bis zu 10 DA auf Luftkabel oder beim Übergang auf Installationskabel ist der Einbau von **VVD** oft zweckmäßiger.

Wenn beim **Übergang von Luftkabel auf Blankdrähte** ein Sicherungsschutz erforderlich ist, dann sind bei Kabeln bis zu 10 DA die neuen **EVz 78** einzusetzen. Ist ein solcher Schutz nicht notwendig, sind **VVD** zu verwenden. Weil in oberirdischen Linien nicht mehr als 10 Blankdrahtleitungen geführt werden dürfen, reichen EVz 78 bzw. VVD für den Übergang Luftkabel auf Blankdraht aus.



VVDa 10

fernmeldelehrling.de

Als Abschluß- und Verzweigungseinrichtungen für Installationskabel können eingebaut werden:

- Verbindungs- und Verteilerdose (VVD),
- Verbindungs- und Verteilerdose für Überspannungsschutz (VVD Ü).

Gehäuseunterteil und Deckel sind aus besonders festem und der Klemmenkörper aus gut isolierendem Kunststoff hergestellt. Nach dem Abnehmen der jeweils mit 4 Schrauben befestigten Deckel sind die Kontaktklemmen sowie die Erdungsschellen zugänglich. In den Erdungsschellen wird das Flachdrahtgeflecht des zugentlasteten Installationskabels festgeklemmt. Der Beidraht des Installationskabels mit Zugentlastung aus Glasgarnen wird an die Erdklemme gelegt. Durch besondere Dichtungsmittel soll das Eindringen von Feuchtigkeit in das Innengehäuse vermieden werden. VVDa werden in verschiedenen Größen für eine Aufnahme bis zu 2,6 oder 10 DA beschafft. Sie lassen sich sowohl an Masten als auch an Wänden befestigen.

6.6.1 Stützpunkte ausrüsten

Beim Bau von Tragseil-Luftkabeln und Installationskabeln mit Zugentlastung sind für das Aufhängen und Abspannen **Befestigungshaken** zu verwenden. Dabei wird unterschieden, ob die Haken in Holz einzuschrauben sind oder in Mauerwerk befestigt werden müssen. Haken mit Holzgewinde sollen nur zum Tragen der Leitungen eingeschraubt werden. Auf starken Zug, wie er bei Abspannungen auftritt, sind diese Haken nicht zu beanspruchen. Es besteht die Gefahr, daß sie aus dem Holz herausziehen. In diesen Fällen werden Abspannhaken mit Metallgewinde eingebaut. Die Holzmasten sind zu durchbohren, um den Gewindebolzen durchzustecken. Große Unterlegscheiben nehmen die Zugkräfte auf und verhindern das Herausziehen des Abspannhakens.

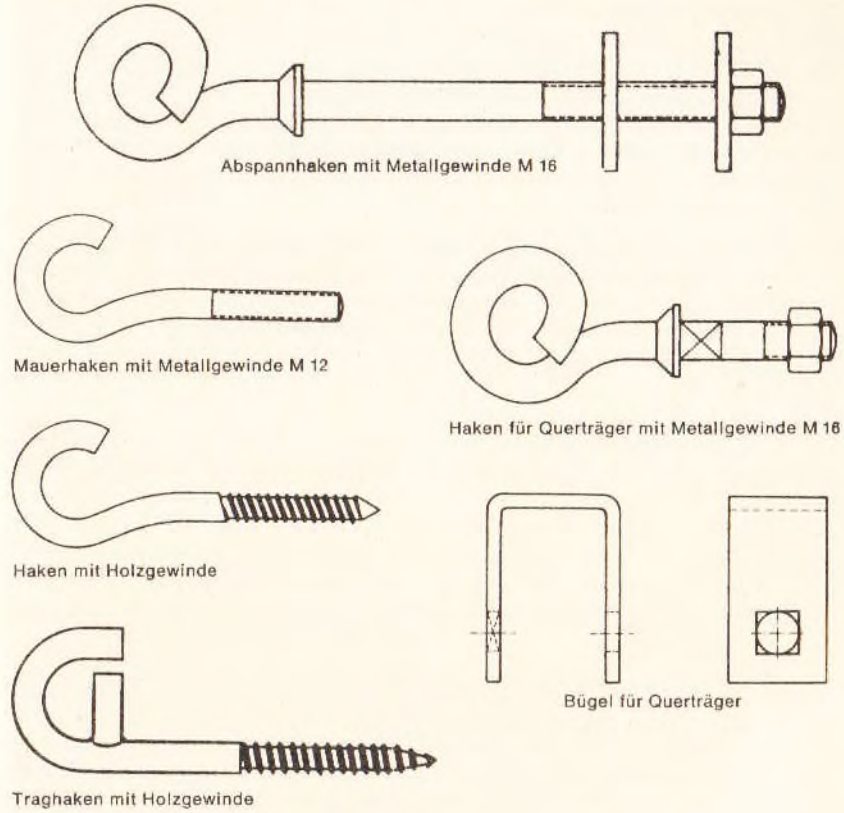
Abspannhaken sind einzusetzen

a) an Abspannpunkten, an denen Haken auf Zug beansprucht werden (z. B. Endpunkte, Winkelpunkte, Abzweigpunkte),

b) in gerader Linie beim Kreuzen von
   - befahrenen Wegen,
   - Bahnanlagen ohne elektrische Zugförderung,
   - Starkstromfreileitungen bis 380 V.

Zur Befestigung von Kabeln an Querträgern ist der Haken für Querträger zu verwenden. Er kann entweder in ein freies Loch für Isolatorstützen eingesetzt werden oder an x-beliebiger Stelle des Querträgers, wenn er durch den zugehörigen Bügel für Querträger gesteckt wird.

Die Befestigungshaken sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Befestigungshaken

Neben den Trag-, Abspann- und Mauerhaken wird auch der Querträger 550 in folgenden Fällen verwendet:

- zum Tragen und Abspannen von Installationskabel und Tragseil-Luftkabel,
- anstelle von mehr als zwei Abspannhaken,
- an jedem Endmast.

Die Trag- und Abspannhaken sowie die Querträger werden in einem Abstand von etwa 20 cm unter dem Zopfende angebracht.

6.6.2 Installationskabel aufbringen

Hier soll auf die Besonderheiten eingegangen werden, die beim Bau einer oberirdischen Linie mit Installationskabel zu beachten sind.

fernmeldelehrling.de

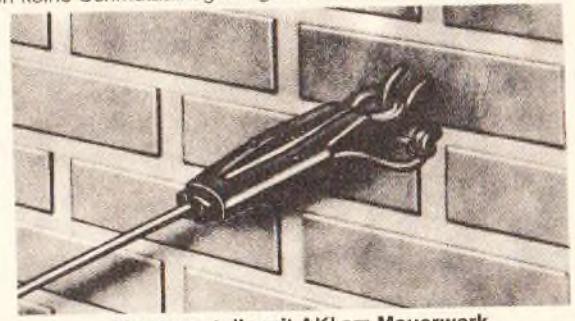
Das Installationskabel mit Zugentlastung wird als 2-, 4-, 6- und 10-paariges Kabel geliefert. Die Lieferlängen für das 2paarige Kabel betragen allgemein 250 m (in Ringen), für die höherpaarigen Kabel 500 m (auf Trommeln). Um die höchstzulässige Zugkraft nicht zu überschreiten, sind die Spannweite und der Durchhang des Installationskabels, die in unmittelbarem Zusammenhang stehen, vorgeschrieben. Dabei spielt selbstverständlich auch die Temperatur eine wichtige Rolle. Installationskabel kann bei Temperaturen von −20 °C bis +50 °C ausgelegt werden.

Installationskabel mit Zugentlastung dürfen bis zu der im Freileitungsbau üblichen Regelspannweite von 50 m aufgehängt werden. Für den Durchhang gilt: Er ist auf 1 % der Spannweite zu bemessen, wobei für diesen Wert eine Temperatur von −5 °C zugrunde gelegt wird. Dieser Wert vergrößert sich für je 10 °C Temperaturerhöhungen um 0,1 %.

Beispiel:
Spannweite 40 m; Auslegungstemperatur 15 °C.
Bei −5 °C beträgt der Durchhang 1 %; bei +15 °C, das sind 2 x 10 °C Temperaturerhöhung, kommen 2 x 0,1 = 0,2 % hinzu. Der Durchhang beträgt also 1,2 % der Spannweite: 40 x 1,2 = 48 cm.

Das Installationskabel mit Zugentlastung dehnt sich nach dem Einbau noch aus. Dadurch wird der Durchhang größer. Bei Kreuzungen mit vorgeschriebenem Mindestabstand (Starkstromkreuzungen, Straßenkreuzungen) sind daher etwa 14 Tage nach dem Einbau die Durchhänge zu prüfen und ggf. nachzuregulieren.

Vor dem Auslegen des Installationskabels werden an den Stützpunkten die Befestigungshaken angebracht, in die die Abspannklemmen eingehängt werden. Die Art der Befestigungshaken und ihre Anwendung ist schon kurz beschrieben worden. Es ist noch anzumerken, daß die Abspannhaken mit Metallgewinde und der Haken für Querträger hinsichtlich ihrer Belastbarkeit so bemessen sind, daß in ihnen jeweils 2 Installationskabel abgespannt werden können. In Haken mit Holzgewinde und in Mauerhaken mit Metallgewinde darf jeweils nur ein Kabel abgespannt werden. Beim Einhängen der Abspannklemmen ist darauf zu achten, daß der Gehäuserücken der Abspannklemme zum Tragmast zeigen soll, damit das Kabel leicht in die Klemmbacken eingeführt werden kann. An den Endpunkten des Installationskabels an Mauern, Winkel- und Endmasten werden die Gehäuserücken der Abspannklemmen nach oben gelegt, damit sich auf den Klemmbacken keine Schmutzablagerungen festsetzen können, die das spätere Lösen erschweren.

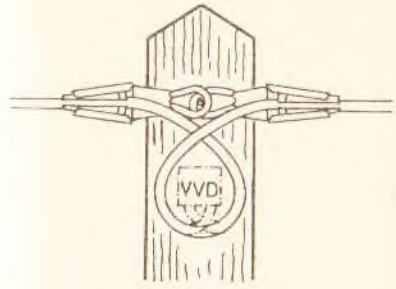


Abspannstelle mit AKI am Mauerwerk

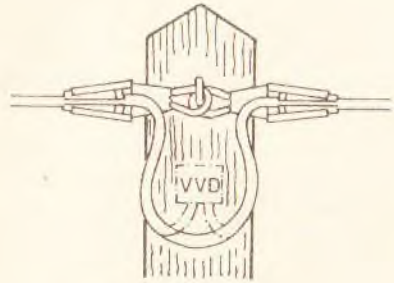
Jetzt muß das Installationskabel aufgehängt werden. Dabei geht man zweckmäßigerweise so vor, daß zunächst das Kabel am Boden neben den Masten ausgelegt, dann hochgebracht, reguliert und in die Abspannklemmen eingelegt wird. Beim Auslegen des Kabels am Erdboden ist darauf zu achten, daß keine Schleifen oder Verdrehungen oder Beschädigungen (z. B. durch Überfahren mit Fahrzeugen) entstehen. Nun wird das Installationskabel am ersten oder letzten Mast hochgebracht und in die Abspannklemme eingeklemmt. Ein 2paariges Kabel kann am nächsten Mast sogleich nach dem Regulieren des Durchhangs in die zum Endmast zeigende Abspannklemme eingelegt werden. Bei höherpaarigen Kabeln ist der einseitige Leitungszug zu groß, so daß hier zunächst das Kabel in seiner ganzen Länge mit großem Durchhang (bis zu etwa 3/4 Masthöhe) in die Befestigungshaken eingelegt wird. Zum Schutz des Kabels gegen Beschädigungen sollen die Abspannklemmen dabei zum Mast hin auf den geraden Teil des Hakens geschoben werden, und der gebogene Teil des Hakens soll mit einem Putzlappen umwickelt sein. Bei jedem zweiten Mast wird nun zum Regulieren des Durchhangs ein Flaschenzug eingesetzt, der an beiden Seiten mit Abspannklemmen das Kabel packt. Die überschüssige Länge, die nach dem Regulieren des Durchhangs zwischen den beiden Enden des Flaschenzugs verbleibt, ist als Schleife am Mast zu belassen. Bevor der Flaschenzug entfernt wird, ist das straff gezogene Kabel in die am Befestigungshaken eingehängten Abspannklemmen zu legen. Auf diese Weise werden die Tragmasten beim Anziehen des Installationskabels keinem einseitigen Zug ausgesetzt. Man kann im Bedarfsfall den einseitigen Zug auch durch Notanker abfangen, die der Zugkraft entgegenwirken.

6.6.3 Installationskabel abschließen

Verbindungs-, Verzweigungs- und Überführungsstellen müssen immer an den Stützpunkten angebracht werden. Freitragende Verbindungsstellen innerhalb von Spannfeldern dürfen nicht eingebaut werden. Sie sind zusätzliche Fehlerquellen, und ihre Instandsetzung ist nur mit großem Aufwand möglich. Zur Verbindung von Installationskabeln werden VVDa eingebaut. An Überführungsstellen sind entweder EVza 72 oder EVza 78 einzusetzen.

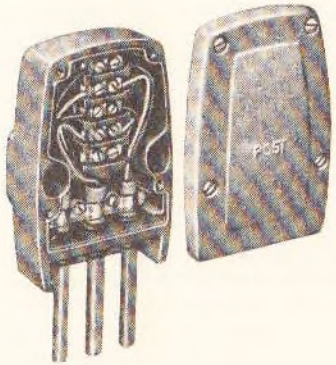


Plusbogen



Omegabogen

fernmeldelehrling.de



VVDa 2

6.6.4 Tragseil-Luftkabel aufbringen

Als Stützpunkte für das Luftkabel werden Holzmasten der bekannten Abmessungen gewählt. Wir unterscheiden Tragmasten und Abspannmasten. An Tragmasten wird das Luftkabel nur unterstützt (getragen), **an Abspannmasten wird das Tragseil festgelegt** (abgespannt). Wenn in dieser Beschreibung des Luftkabelbaus von Abspannmasten die Rede ist, dann handelt es sich **nicht** um Linienfestpunkte, sondern um Masten, an denen das Tragseil des Luftkabels abgespannt ist. Zur Zeit gibt es dieselbe Bezeichnung für zwei verschiedene Begriffe.

Nach ihrer Verwendung an Trag- oder Abspannmasten unterscheiden wir als Befestigungshaken **Traghaken und Abspannhaken.** Sie dienen zum Einhängen der **Trag- oder Abspannarmaturen.** Als **Traghaken** können verwendet werden:

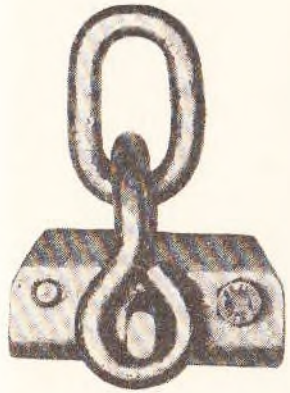
a) Haken mit Holzgewinde, wenn sichergestellt ist, daß das Kabel nicht an den Mast herangedrückt und dadurch beschädigt werden kann, und

b) Traghaken mit Holzgewinde in allen anderen Fällen.

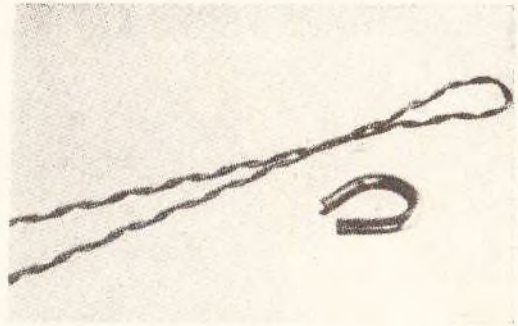
Traghaken und Haken mit Holzgewinde sind quer zur Linienführung am Mast anzubringen.

Bei den Abspannmasten werden die Tragseile an Abspannhaken festgelegt. Die Abspannhaken werden mit ihren Bolzen in ein Bohrloch durch den Mast hindurchgesteckt und durch Muttern fest angeschraubt. In die Haken werden die Trag- und Abspannarmaturen eingehängt.

Als **Tragarmatur** zum Aufhängen des Tragseil-Luftkabels am **Tragmast** dient die **Hängeklemme mit Pendelöse.** An **Abspannmasten** müssen **Abspannarmaturen** eingebaut werden, die aus einer **Abspannspirale für Tragseile mit einer Kausche** bestehen.



Hängeklemme mit Pendelöse



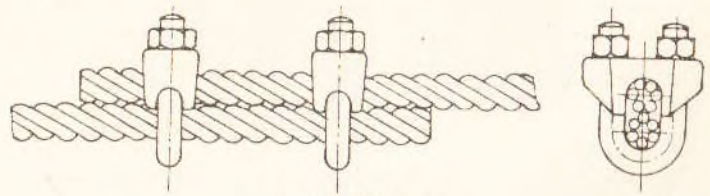
Abspannspirale

Die Abspannspiralen für Tragseile gibt es in 3 Größen, den Durchmessern der Tragseile entsprechend.

Die Zugehörigkeit der verschiedenen Größen der Abspannspiralen geht aus der nachstehenden Tabelle hervor.

Tragseil-Luftkabel	Tragseil Anzahl der Stahldrähte	Abspannspirale (Farbmarkierung)
6 x 2 x 0,6 10 x 2 x 0,6	**7 x 1,0 mm** ∅	schwarz
20 x 2 x 0,6 30 x 2 x 0,6	**14 x 1,0 mm** ∅	blau
40 x 2 x 0,6 50 x 2 x 0,6	**19 x 1,0 mm** ∅	rot

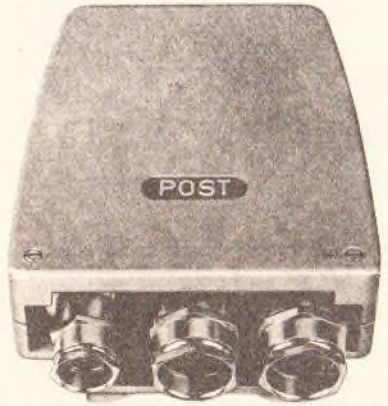
Schließlich benötigen wir noch Fernmeldezeug für das Verbinden, das Verzweigen und den Anschluß des Luftkabels sowie für die Übergänge von Blei- auf Kunststoffkabel. Zum Verbinden der Tragseile werden einfach zwei Drahtseilklemmen verwandt, die so eingesetzt werden, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.



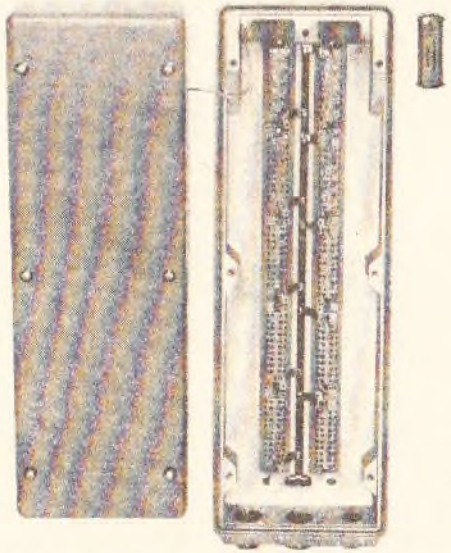
Drahtseilklemme

fernmeldelehrling.de

Für das Kabel selbst ist das **Verbindungs- und Abzweiggehäuse (VAGa)** zu 20 bis 50 DA entwickelt worden. Wenn an Übergangs- oder Verbindungs- und Abzweigstellen Überspannungsschutz durch ÜsAg erforderlich ist, werden **Verbindungs- und Abzweiggehäuse für Überspannungsschutz (VAGaÜ)** zu 20 bis 50 DA benötigt. In dem VAGa werden die Adern durch Adernverbindungshülsen (AVH) miteinander verbunden.



Verbindungs- und Abzweiggehäuse VAGa
(Werkfoto der Firma Schiederwerk)



Verbindungs- und Abzweiggehäuse mit Überspannungsschutz VAGaÜ
(Werkfoto der Firma Schiederwerk)

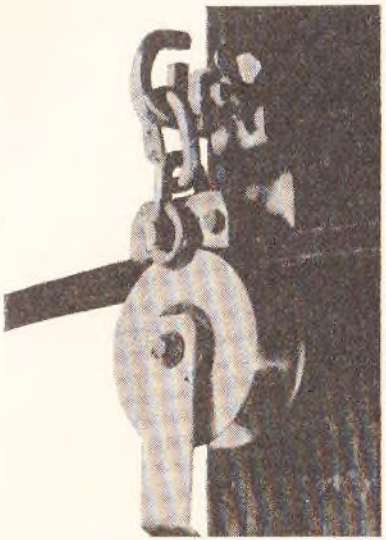
Der mittlere Abstand der Stützpunkte soll auch bei einer Luftkabellinie ca. 50 m betragen. Bei dieser Spannweite ist die Montage des Luftkabels mit möglichst geringem Aufwand möglich. Auch größere Spannweiten sind beim Tragseil-Luftkabel ohne Schwierigkeiten zu überbrücken, hier kommt es nur auf die Einhaltung des erforderlichen Durchhangs und des höchstzulässigen Seilzugs an. Eine Zusammenstellung der Durchhangs- und Seilzugswerte für alle eingeführten Typen von Tragseil-Luftkabeln enthält die FBO 6 „Oberirdische Kabelanlagen". Sprechstellenzuführungen sollen aus Installationskabel mit Zugentlastung hergestellt werden. Nur wenn das Tragseil-Luftkabel mit 6 oder 10 DA ohne Aufteilung bis an das Gebäude geführt werden kann, ist ein vorheriger Übergang auf Installationskabel nicht vorzusehen. Bei Luftkabeln über 10 DA hält die Befestigung im Mauerwerk den auftretenden Belastungen nicht stand. In diesem Falle ist Erdkabel auszulegen.

Der Kabeltyp A-2Y2Y-T kann wegen seines PE-Mantels praktisch bei allen in unseren Breiten vorkommenden Temperaturen ausgelegt werden (von −20 bis +50 °C).

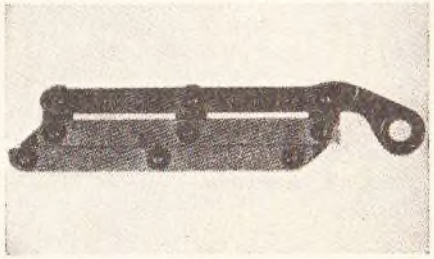
Bevor mit dem Bau des Luftkabels begonnen wird, muß festgelegt sein, an welchen Stützpunkten das Kabel abgespannt werden soll. Das muß dann geschehen, wenn einseitige Zugkräfte (Endpunkte), seitliche Zugkräfte (Winkelpunkte und Abgänge) oder besondere Belastungen (Höhenunterschiede, Linienfestpunkte) auftreten können. An Endmasten werden Abspannhaken mit Metallgewinde oder Haken für Querträger angebracht. Mit Abspannhaken können 2 Tragseil-Luftkabel bis 10 DA oder 1 Tragseil-Luftkabel mit 20 und mehr DA am Stützpunkt abgespannt werden. Wenn an einem Stützpunkt mehrere Tragseil-Luftkabel oder Installationskabel mit Zugentlastung abzuspannen sind, dann verwenden wir Querträger 550 mit der erforderlichen Anzahl von Haken. Bei Winkelmasten – das sind Stützpunkte, bei denen die Leitungsführung um mehr als 10° von der Geraden abweicht – ist das Tragseil-Luftkabel an einem Querträger zu befestigen, der mit 2 Haken auszurüsten ist. Ebenso werden Masten ausgerüstet, wenn Tragseil-Luftkabel nach zwei Seiten abzuspannen sind (Linienfestpunkt, bei Höhenunterschieden). Die übrigen Stützpunkte sind mit Traghaken auszurüsten. Bei neu zu erstellenden Linien können zur Arbeitserleichterung die Abspann- und Traghaken bereits eingebaut werden, bevor die Masten aufgestellt sind.

Nachdem die Befestigungsvorrichtungen angebracht sind, werden die Verlegerollen eingehängt. Die Verlegerolle mit lösbarem Schenkel (Abb.) wird über den Traghaken gehängt. Das Aufbringen des Luftkabels wird durch den lösbaren Schenkel erleichtert, weil das Kabel seitlich neben der Linie ausgezogen werden kann und erst dann in die Verlegerolle eingelegt zu werden braucht. An Abspannmasten (Endmasten, Winkelmasten usw.) sind die Verlegerollen seitlich am Mast mit Drahtschlaufen zu befestigen. Bei einer Einbaulänge von 1000 m werden etwa 25 Verlegerollen benötigt. Die gesamte Fertigungslänge (bis zu 1000 m) ist möglichst in einem Zug auszulegen. Die aufzubockende Kabeltrommel, von der das Kabel in Leitungsrichtung gesehen von oben ablaufen soll, muß u. U. gebremst werden können, wenn der Seilzug bei großen Spannweiten zu stark wird. Der Kabelanfang wird in einen Ziehstrumpf gelegt. Als Zugseil verwendet man ein Hanfseil (10 bis 15 mm Durchmesser). Anstelle des Ziehstrumpfes kann eine Abspannspirale auf dem Tragseil befestigt werden.

fernmeldelehrling.de



Verlegerolle



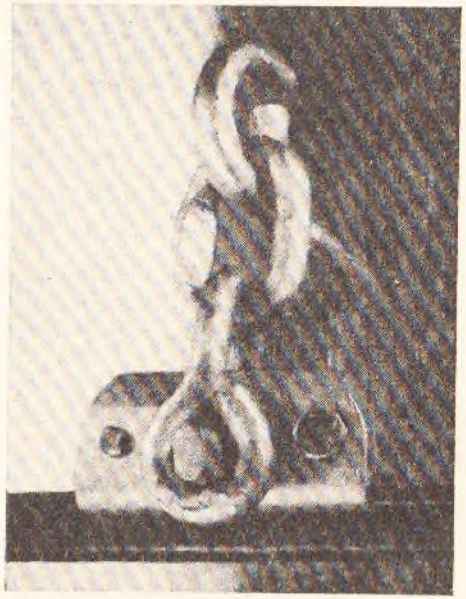
Montageklemme

Nach dem Auslegen des Kabels über die Verlegerollen wird der Durchhang von Abspannfeld zu Abspannfeld reguliert. Dazu wird das Kabel an einem Ende mit der Abspannarmatur (Abspannspirale und Kausche) festgelegt. Mit einer Beißzange werden vorher Kabel und Tragseil in der Mitte des Steges getrennt (etwa 1 bis 2 m lang). Sobald die Abspannspirale das Tragseil umfaßt, ist die Kunststoffhülle vom Tragseil zu entfernen. Nachdem die Abspannarmatur mit der Kausche in den Abspannhaken eingehängt ist, muß das Luftkabel bis zum nächsten Abspannpunkt mit Hilfe eines Flaschenzugs so weit herangeholt werden, bis der richtige Durchhang nach FBO 6 erreicht ist. Er beträgt z. B. bei einer Spannweite von 50 m und einer Temperatur von +20 °C für das 10paarige Luftkabel 48 cm. Der Durchhang wird zweckmäßigerweise unter Anwendung der Durchhanglehre oder einer Meßlatte geprüft. Bei höherpaarigen Luftkabeln kann die Feinregulierung des Durchhangs mit einem zwischen Abspannspirale und Abspannhaken einzusetzenden Spannschloß erfolgen. Das Luftkabel muß mit Hilfe eines Flaschenzugs gespannt werden. Es wird hierbei mit der Montageklemme (Abb.) am Tragseil gefaßt. Ist der richtige Durchhang erreicht, ist das Luftkabel wie am anderen Ende mit einer Abspannarmatur festzulegen. An den Zwischen-Abspannpunkten dürfen das Tragseil und das Kunststoffkabel nicht geschnitten werden. Zum Anbringen der Spirale an den Zwischen-Abspannpunkten wird das Tragseil in einer Länge von 1 bis 2 m vom Kabel getrennt.

Zwischen den Abspannhaken des ankommenden und des weiterführenden Feldes ist das Luftkabel zugentlastet zu führen und in der Mitte (etwa auf Mastdicke) nicht vom Tragseil zu trennen. Jeweils am Ende des aufgetrennten Steges ist ein Wickelbund aus PVC-Band und isoliertem Draht anzubringen. Der Steg kann dann nicht weiter einreißen. Damit das Kabel zwischen den Wickelbunden und den Abspannhaken nicht in zu großen Bogen nach unten hängt, ist es in der Nähe der Haken über die Spirale hinweg mit PVC-Band an den abgespannten Tragseilenden festzulegen. Außerdem ist das mittlere Kabelende, bei dem Tragseil und Kabel nicht getrennt wurden, in Mastmitte mit einer handelsüblichen Schelle zu befestigen.

Nachdem das Kabel abgespannt wurde, muß es an den Tragmasten in die Tragarmaturen eingehängt werden. Dazu werden die Hängeklemmen mit Pendelöse in die Befestigungshaken eingehängt und die Verlegerollen abgenommen. Das Tragseil wird nicht vom Luftkabel getrennt. Die Klemmbacken der Hängeklemme umfassen das Tragseil und werden dann mit einem Schraubenschlüssel angezogen.

Bei starkem Wind könnte das Luftkabel in Schwingungen geraten. Um das zu verhindern, ist es in den Leitungsfeldern so zu verdrallen, daß auf je 10 bis 12 m Länge eine Umdrehung entfällt. Die Verdrallung soll an jedem 2. Mast beim Einhängen des Tragseils in die Hängeklemme durchgeführt werden. Das bedeutet, daß bei jedem zweiten Mast etwa 8 bis 9 volle Umdrehungen des Luftkabels auszuführen sind, bevor es festgeklemmt wird.



Aufhängen des Tragseil-Luftkabels am Mast

6.6.5 Tragseil-Luftkabel abschließen

Als Abschluß- und Verzweigungseinrichtungen für Tragseil-Luftkabel können, wie bereits beschrieben, VAGa, VVD und VAGaÜ eingebaut werden.

Bei den Luftkabeln der Form A-2Y2Y-T sind die Drähte der Tragseile stark verzinkt und die Hohlräume zwischen den Drähten mit plastischer Masse vollgepreßt.

Das Tragseil ist am Anfang und Ende der Baustrecke zu erden sowie bei bereits geerdeten Verbindungs- und Verzweigungsstellen unmittelbar an dem am Mast hochgeführten Rundstahl zu verbinden; dabei muß die plastische Masse entfernt werden.

fernmeldelehrling.de

6.7 Erdungen und Sicherungsschutz an oberirdischen Linien

Jeder Abgangs- und Endmast (KÜf) erhält eine Erdung aus 8 mm Rundstahl. Diese Erdung dient als Blitzschutzerdung und überragt die Mastspitze um 15 cm.

Bei oberirdischen Kabelanlagen werden die Schirme, die Stahldrahtgeflechte usw. außer bei der Endeinrichtung alle 500 m und am Mast vor der Endstelle geerdet. Verzweigt sich die oberirdische Kabellinie zu mehreren Endstellen, so wird die Erdung am letzten Mast v o r jeder Endstelle durchgeführt. Die Erdung am Mast vor der Endstelle entfällt, wenn sich der Abzweig auf e i n e Feldlänge beschränkt. An Verzweigungs- und Verbindungsstellen werden der Schirm, das Stahldrahtgeflecht und das Stahlseil usw. durchverbunden, jedoch nur dann geerdet, wenn an diesen Stellen bereits Erder vorhanden sind. An Anschlußpunkten mit Überspannungsschutz durch ÜsAg werden die Schirme usw. an den Schutzeinrichtungen geerdet, so daß die Erdung am Mast vor der Endstelle entfällt.

Oberirdische Fernmeldelinien sind besonders an den Übergangsstellen zum unterirdischen Fernmeldeliniennetz blitzgefährdet. Sie sind nach möglichen Blitzeinwirkungen zwischen drei Gefährdungsstufen zu unterscheiden:

- Linien mit geringer Blitzgefährdung,
- Linien mit erhöhter Blitzgefährdung,
- Linien mit besonders hohen Blitzgefährdungen.

Ein Überspannungsschutz ist bei Fernmeldefreileitungen mit erhöhter Blitzgefährdung und mit besonders hoher Blitzgefährdung für folgende Fälle vorzusehen:

- An den besonders gefährdeten Übergangsstellen vom oberirdischen zum unterirdischen Fernmeldenetz durch Einbau der VVD Ü 72 oder des EVz 78.
- Bei oberirdischer Führung eines Installationskabels mit Zugentlastung oder eines Luftkabels im Anschluß an eine Blankdrahtleitung ist an der Übergangsstelle Blankdraht-Installationskabel bzw. Luftkabel je nach Anzahl der zu schützenden Leitungen Überspannungsschutz mit Hilfe der VVD Ü 72 oder des EVz 78 vorzusehen.
- Bei unterirdischer Sprechstellenzuführung mit Installationskabel im Anschluß an Blankdrahtleitungen ist am Übergang Blankdraht-Installationskabel je nach Anzahl der zu schützenden Leitungen Überspannungsschutz mit Hilfe der VVD Ü 72 oder des EVz 78 vorzusehen. In blitzgefährdeten Gebieten ist außerdem eine VVD Ü 72 beim Teilnehmer einzubauen.

Zur Lernerfolgssicherung

- **Welche Holzarten werden zum Bau von Stützpunkten für Fernmeldefreileitungen verwendet?**
- **Was sagt ein dreieckiger Bezeichnungsnagel aus?**
- **In welcher Höhe ist an einem Fernmeldemast der runde Nagel angebracht?**
- **Nennen Sie einen Grundschutz für Holzmasten.**
- **Weshalb werden Holzmasten imprägniert?**
- **Was bedeutet für einen Holzmast die Bezeichnung 7 x 17?**
- **Wodurch wird die Eingrabtiefe für Masten bestimmt?**
- **Nennen Sie Verstärkungsmittel, die auf Druck und auf Zug beansprucht werden können.**
- **Welcher Mast erhält eine Rundstahlerdung?**
- **Beschreiben Sie den Aufbau der Installationskabel mit Zugentlastung.**
- **An welchem Mast muß der Beidraht des Installationskabels geerdet werden?**
- **Nennen Sie zwei Fälle, in denen der Einbau von Überspannungsschutz erforderlich ist.**
- **Wie lautet die Faustformel zur Ermittlung der Eingrabtiefe für Fernmeldemasten?**

fernmeldelehrling.de

- Nach welchen Gesichtspunkten wird der Standort der Masten ausgewählt?
- Nennen Sie Fernmeldebaugeräte zum Herstellen von Mastlöchern.
- Nennen Sie die zum Aufrichten und Einsetzen eines Fernmeldemastes notwendigen Arbeitsgänge.
- Worauf ist nach dem Aufrichten eines Mastes ganz besonders zu achten?
- Wie kann die Standsicherheit der Masten überprüft werden?
- Welchen Hinweis geben uns die Bezeichnungsnägel in bezug auf die Standsicherheit eines Mastes?
- Beschreiben Sie die Anwendung des Zuwachsbohrers.
- Nach welchen Gesichtspunkten beurteilt man den Bohrkern?
- Womit wird nach der Untersuchung das mit dem Zuwachsbohrer gefertigte Loch wieder verschlossen?
- Worauf ist vor der Benutzung des Sicherheitsgürtels und der Steigeisen besonders zu achten?
- Wie tief werden die Strebenlöcher ausgehoben?
- In welchem Winkel sollen Anker und Strebe zum Leitungsmast angebracht werden?
- Zu welcher Arbeit wird der Hohldechsel benötigt?
- Wie wird eine Strebe mit einem Mast verbunden?
- Wo können Haken mit Holzgewinde eingesetzt werden?

- Wie lautet die Kurzbezeichnung für ein Installationskabel mit Zugentlastung?
- Wie lautet die Kurzbezeichnung für Tragseil-Luftkabel?
- Um Schwingungen des Tragseil-Luftkabels zu verhindern, muß das Kabel in den Leitungsfeldern verdrallt werden. An welchen Masten wird diese Verdrallung vorgenommen?
- Welchen Zweck hat die Farbkennzeichnung auf der Abspannspirale für ein Tragseil-Luftkabel?
- Nennen Sie eine Abschlußeinrichtung für Tragseil-Luftkabel, die mit einem Sicherungsschutz ausgerüstet werden kann.
- Wieviel Tragseil-Luftkabel können an einem Abspannhaken abgespannt werden?
- Nennen Sie eine Verbindungsmöglichkeit für Installationskabel mit Zugentlastung.
- Wie groß ist die Regelspannweite bei einem Installationskabel mit Zugentlastung?
- Wieviel Doppeladern kann ein Installationskabel mit Zugentlastung aufweisen?

fernmeldelehrling.de

7 Kabelkanalanlagen

7.1 Aufbau der Kabelkanalanlagen

Die Kabelkanalanlage ist ein in den Straßenkörper verlegtes Röhrensystem aus sogenannten Kabelkanalformsteinen oder Kunststoff-Kabelkanalrohren. 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.**

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.

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 für die 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.

7.1.1 Kabelschächte

Die Schächte werden benötigt, um Kabelteillängen einziehen, Spleißstellen herstellen und Kabelmuffen 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.

Die Größe der Schächte, die allen arbeitstechnischen Anforderungen entsprechen muß, hängt u. a. von der Anzahl der einmündenden Kanalzüge ab.

Die Kabelschächte bestehen aus

- **dem Schachtkörper** (Boden und Wände),
- **der Schachtdecke mit Kabelschachthals** und
- **der Kabelschachtabdeckung.**

Nach der Bauweise werden sie unterteilt in

- **KSch aus Ortbeton** und
- **KSch aus Stahlbeton-Fertigbauteilen.**

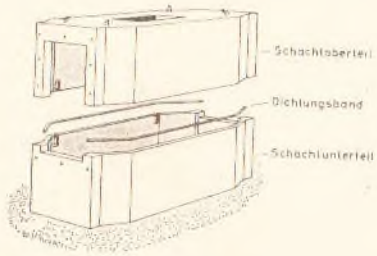
In den letzten Jahren haben einschlägige Herstellerfirmen in Zusammenarbeit mit dem FTZ neue Formen von Stahlbeton-Fertigschächten entwickelt, um den Einbau der Schächte zu vereinfachen und die Montagezeit soweit wie möglich herabzusetzen.

Es handelt sich hierbei um folgende **Norm-Kabelschächte aus Stahlbeton-Fertigteilen:**

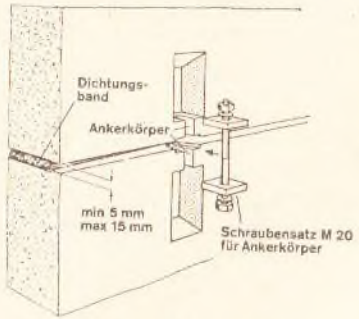
Kurzbezeichnung der Norm-KSch und Abzweigkästen	Konstruktionsmerkmale
75 K1	Kompaktschacht mit ungeteilter Wanne
75 K2	Kompaktschacht mit längsgeteilter Wanne
75 L2	Schacht mit längsgeteiltem Schachtkörper
56 R1	Rahmenschächte mit lichter Länge gleich oder kleiner 1,40 m

Den **KSch 75 K1** gibt es in fünf verschiedenen Längen zwischen 2,50 m bis 7,20 m, den Breiten 1,20 m bis 2,20 m und den Tiefen 1,80 m bis 3,00 m.

Schachtunterteil und Schachtoberteil bestehen aus wasserundurchlässigem Stahlbeton. Die Teile werden durch Spannelemente und Dichtungsbänder aus Elastomere druckwasserhaltend miteinander verbunden.



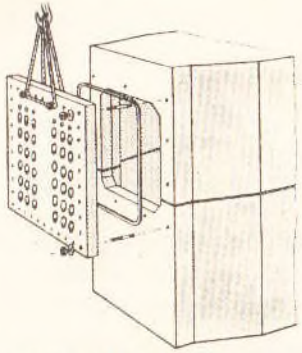
Konstruktive Teile des Normkabelschachtes 75 K1



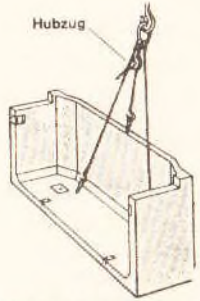
Verbindung der Schachtteile

Die Öffnungen in den Schachtstirnwänden werden mit **Kabelkanaleinführungsplatten** aus bewehrtem PUR (Polyurethan) verschlossen (Abb.). Die Platten werden mittels Rundschnurdichtung aus Elastomere und Stiftschrauben druckwasserhaltend mit dem Schacht verbunden.

fernmeldelehrling.de



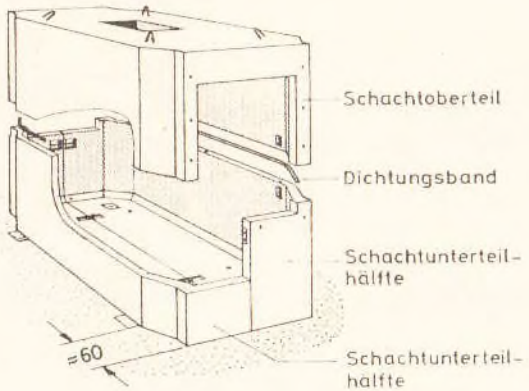
Kabelkanaleinführungsplatten



Einbau einer Schachtunterteilhälfte unter Verwendung eines Hubzuges

Den **KSch 75 K2** gibt es mit denselben Maßen wie den KSch 75 K1. Der Unterschied besteht allerdings darin, daß das Schachtunterteil zusätzlich in der Länge geteilt ist. Die beiden Schachtunterhälften werden mit einem Kran in die KSch-Grube (Abb.) hinabgelassen und dicht zusammengedrückt. In die Längsfuge wird eine Rundschnurdichtung eingelegt und beide Teile werden durch Spannelemente (Schraubensatz M 20) gleichmäßig miteinander verspannt.

Die Öffnungen in den Schachtstirnwänden werden ebenfalls mit Kabelkanaleinführungsplatten aus bewehrtem PUR (Polyurethan) verschlossen.



Konstruktive Teile des Normkabelschachtes 75 K2

Den KSch 75 L 2 gibt es in den Längen 3,9 m bis 7,2 m in den Breiten 1,2 m bis 2,2 m und in den Tiefen 1,8 m bis 3,0 m.

Der Aufbau der Teile des Schachtkörpers und der Schachtdecke ist gleich wie beim KSch 75 K1.

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 **zwei Belastungsgruppen** einteilen:

a) **KSch in Gehwegen,** mindestens 2 m von der Fahrbahnkante entfernt, **Verkehrslast: Brückenklasse 12** und

   KSch in Gehwegen, weniger als 2 m von der Fahrbahnkante entfernt, **Verkehrslast nach Brückenklasse 12, Schachtwände jedoch nach Brückenklasse 60** sowie

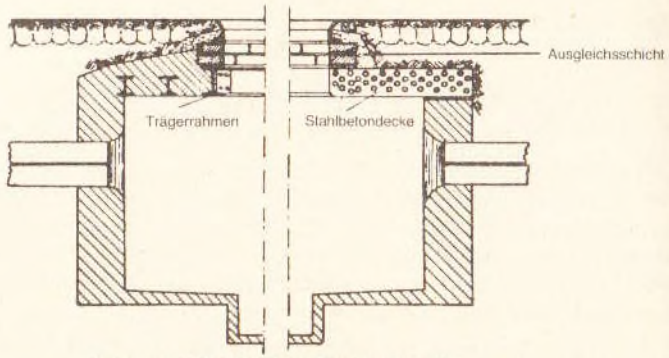
b) **KSch in Fahrbahnen, Verkehrslast nach Brückenklasse 60.**

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.

Die Decke der KSch kann nach der Bauweise des Schachtkörpers und der Lage des Schachtes aus **Betondielen, Profilstahlträgern** oder **Stahlbeton als Fertigdecke** bestehen. Von der Profilträgerdecke wird heute kein Gebrauch mehr 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 x 70 oder 70 x 140 cm. In der folgenden Abbildung sind zwei Kabelschachthälften im Schnitt dargestellt; die linke Hälfte ist mit einer Decke aus Profilstahlträgern und die rechte Hälfte mit einer Stahlbeton-Fertigdecke gezeichnet worden.

fernmeldelehrling.de



Gehweg-KSch im Schnitt dargestellt
links: Trägerrahmendecke;
rechts: Stahlbetondecke

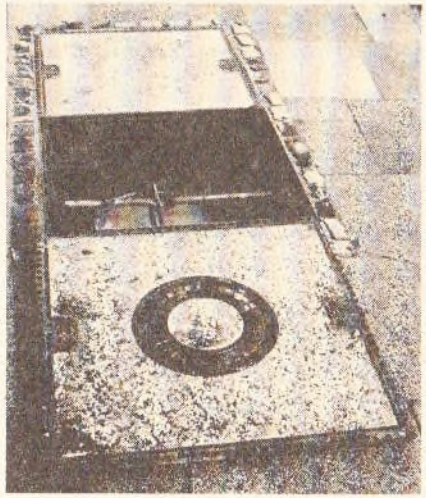
Die Kabelschachtabdeckung besteht aus dem Rahmen und einem oder zwei Deckeln. Die Deckel sind mit **Aushebeöffnungen** und zur Entlüftung der KSch mit **Entlüftungsschlitzen** versehen. Wir kennen

a) einteilige Kabelschachtabdeckungen **mit Entlüftung** und

b) zweiteilige Kabelschachtabdeckungen **mit Entlüftung.**

Kabelschachtabdeckungen werden nach den schon genannten zwei 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.



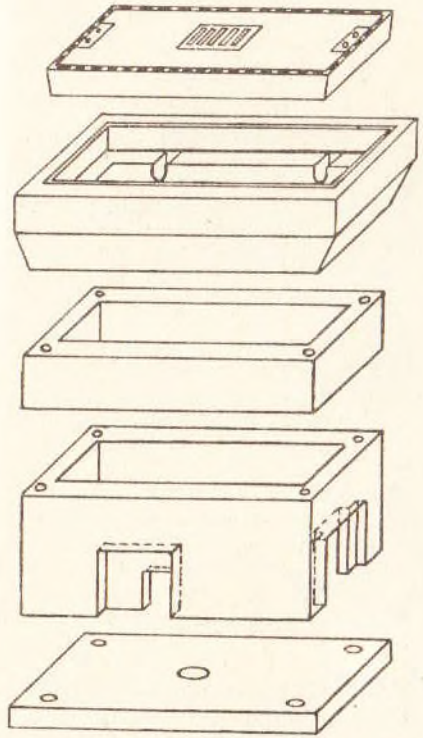
Kabelschachtabdeckung, zweiteilig mit Entlüftung

7.1.2 Abzweigkästen (AzK)

Die AzK werden im allgemeinen im **Kabelkanal für Verzweigungskabel** eingeordnet, damit sie die Kabelmuffen 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.) **zusammengesetzt, und zwar:**

- **dem Deckel,**
- **dem Deckelrahmen,**
- **dem Zwischenrahmen,**
- **dem Kastenrahmen und**
- **der Bodenplatte.**



Deckel mit Stahlrahmen und Entlüftungsrost

Deckelrahmen

Zwischenrahmen

Kastenrahmen

Bodenplatte

Einzelteile des Abzweigkastens

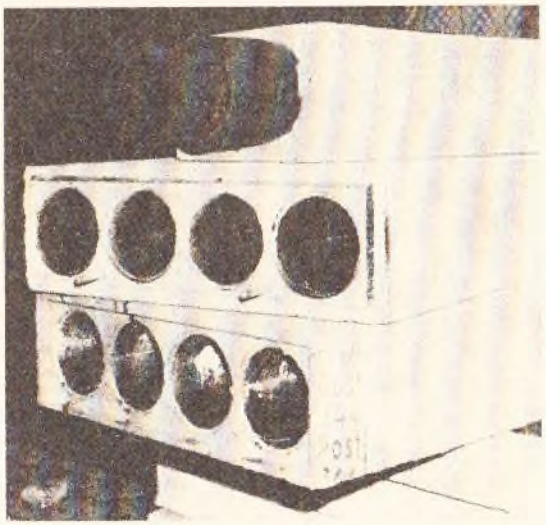
fernmeldelehrling.de

Die Deckel und Deckelrahmen sind mit Flachstahl oder mit einer Graugußzarge eingefaßt; der Entlüftungsrost im Deckel ist aus Grauguß gefertigt. **Die AzK werden für Gehwege** (Belastung: Brückenklasse 12) **hergestellt.** Die lichte Weite beträgt 650 x 400 x 590 mm.

7.1.3 Kabelkanäle

Kabelkanäle werden mit ein- bis vierzügigen Kabelkanalformsteinen (KKF) oder in zunehmendem Maße auch mit Kabelkanalrohren aus Kunststoff (KKR) hergestellt. Bestehende Kabelkanalanlagen können aus (ein- bis vierzügige) KKF gebaut sein.

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



Kabelkanalformsteine
oben: Übergangsformstein, 2zügig;
Mitte: Falzseite mit eingesteckten Dornen, 4zügig;
unten: Nutseite, 4zügig

Damit beschädigte KKF bzw. KKR ohne Betriebsstörungen ausgewechselt werden können, sind **längsgeteilte,** aus Ober- und Unterteil bestehende **KKF** bzw. **Kabelkanalhalbrohre (KKHR)** entwickelt worden.

Für den Übergang zwischen Kabelkanalformsteinen und Kunststoffrohren wurden Übergangskabelkanalformsteine geschaffen (Abb.). Sie bestehen aus normalen Kabelkanalformsteinen, in die an einem Ende je Kanalzug ein kurzes Kunststoffrohr fest eingesetzt ist. Neuerdings werden für den gleichen Zweck **geteilte Kabelkanalformsteine** hergestellt, die an einem Ende konisch erweitert sind, um das PVC-Rohr aufnehmen zu können.

Die Kunststoffrohre, die als Rohrzüge verlegt werden, sind aus dem Werkstoff Hart-Polyvinylchlorid (Hart-PVC) oder Hart-Polyäthylen (Hart-PE) gefertigt. Hart-PVC-Rohre mit einem Außendurchmesser von 110 mm und einer Wanddicke von 3,2 mm werden in Längen von 6 m und 12 m 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 aufgeklebten Muffe versehen, in die das nächste Rohr eingeschoben 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.

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 Wegoberfläche 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.

fernmeldelehrling.de

Die Breite des Kabelkanalgrabens richtet sich nach

- der **Art des Kabelkanals** (KKF oder KKR),
- der **örtlichen Lage im Straßenkörper** (Gehweg oder Fahrbahn),
- der **Beschaffenheit des Bodens** (evtl. Grabenverhau),
- der **Anzahl und Größe hindernder Fremdanlagen** und
- dem **erforderlichen Arbeitsraum** neben dem Verband des Kabelkanals.

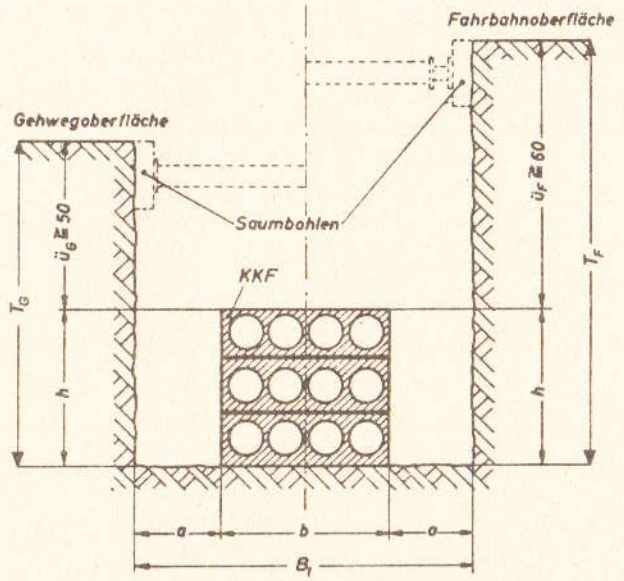
Die Maße für die verschiedenen Kabelkanalquerschnitte sind den Tabellen der FBO 10 zu entnehmen.

Die Tiefe der Gräben für Kabelkanäle aus KKF in Regelbauweise ergibt sich aus der

- Überdeckung (Gehweg oder Fahrbahn),
- Anzahl übereinander auszulegender Formsteinlagen und
- Dicke ggf. unter den KKF vorzusehender Auflager.

Mindestüberdeckung in	
Gehwegen, Parkflächen, Grünanlagen, Vorgärten, Privatgrundstücken und Einfahrten zu Grundstücken m	Fahrbahnen, Bushaltebuchten, Fahrbahnen auf Privatgrundstücken m
0,50	0,60

Mindestüberdeckung von KKF



B_l = lichte Breite des Kabelkanalgrabens
$\ddot{U}_g$ = Formsteinüberdeckung in Gehwegen
$\ddot{U}_F$ = Formsteinüberdeckung in Fahrbahnen
h = Höhe des Formsteinpaketes
b = Breite des Formsteinpaketes
a = Arbeitsraum (hier: 25 cm)

Unverbauter oder mit Saumbohlen versehener Kabelkanalgraben für KKF

Die Tiefe der Gräben für Kabelkanäle aus KKR (Hart-PVC) in Regelbauweise ergibt sich aus der

- Überdeckung (Gehweg oder Fahrbahn),
- Anzahl übereinander auszulegender Rohrlagen,
- Dicke ggf. unter den KKR vorzusehender Auflager.

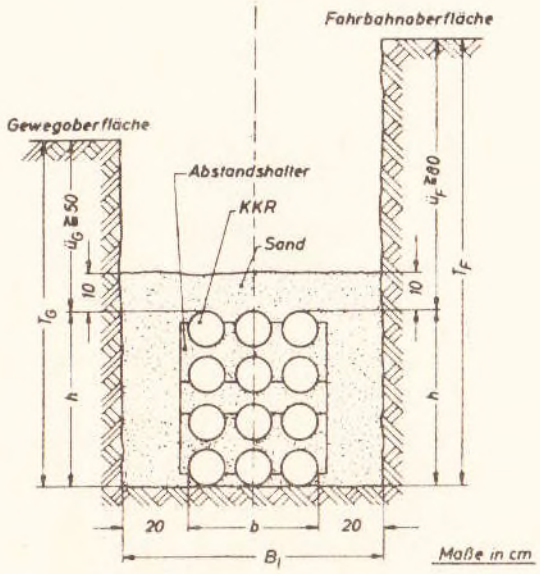
Mindestüberdeckung in	
Gehwegen, Parkflächen, Grünanlagen, Vorgärten, Privatgrundstücken und Einfahrten zu Grundstücken m	Fahrbahnen, Bushaltebuchten, Fahrbahnen auf Privatgrundstücken m
0,50	0,80

Mindestüberdeckung von KKR

fernmeldelehrling.de

Die **Breite** der Gräben hängt ab von

- der Breite des Rohrbündels,
- der Tiefe des Grabens und
- den Bodenverhältnissen (ob Verbau erforderlich ist).



B_l = lichte Breite des KK-Grabens
$\ddot{U}_G$ = Rohrüberdeckung in Gehwegen
$\ddot{U}_F$ = Rohrüberdeckung in Fahrbahnen
h = Höhe des KKR-Bündels
b = Breite des KKR-Bündels

Unverbauter Kabelkanalgraben für Rohrkanäle (KKR)

Kabelkanäle aus KKF lassen – sowohl horizontal wie vertikal – nur eine gerade Linienführung zwischen den Kabelschächten zu.

Kabelkanäle aus KKR haben den Vorteil, daß sie bei sinnvoller Ausnutzung der Biegbarkeit der Rohre den örtlichen Gegebenheiten angepaßt werden können und auch unter schwierigen Bedingungen (Umgehen von Fremdanlagen) weitgehend optimal geplant und gebaut werden können.

Die Rohrkrümmungen werden durch Kaltbiegen an der Baustelle erzielt. Bei starken Krümmungen wird entsprechend nachstehender Übersicht der Einbau vorgeformter Rohrbogen erforderlich.

Rohr Art	Rohr Nennweite mm	Biegeradius m	Herstellungsverfahren für die gekrümmte Rohrstrecke
KKR	50	≧3	Kaltbiegen auf der Baustelle
		<3 bis 2,3	
		1	Auslegen werkseitig vorgeformter Rohrbogen
KKR und KSR	100	≧10	Kaltbiegen auf der Baustelle
		<10 bis 5	
		5,16 bis 2,5	Auslegen werkseitig vorgeformter Rohrbogen

Herstellungsverfahren für gekrümmte Rohrstrecken in Abhängigkeit von der Nennweite des Rohres und dem Biegeradius

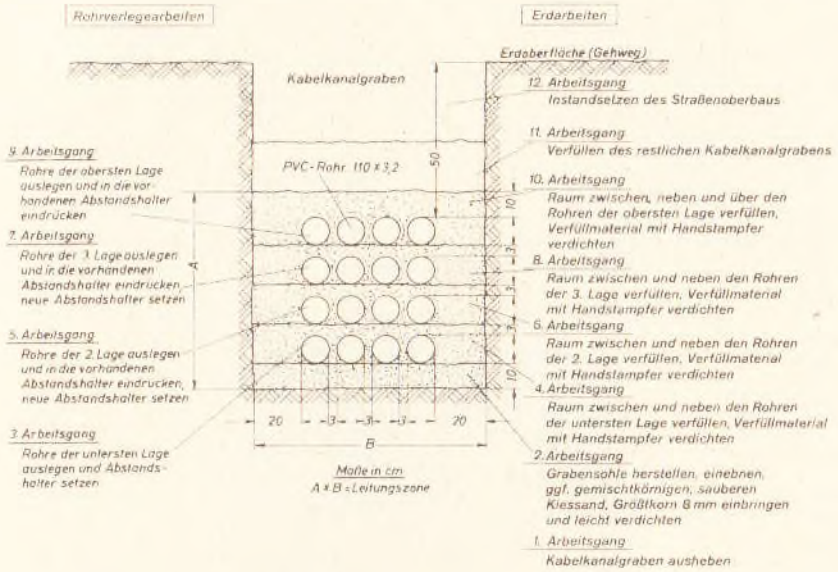
Kaltbiegen eines Kabelkanalrohres Nennweite 100 nach dem Kaltbiegeverfahren

7.1.4 Kabelkanalrohre auslegen

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

fernmeldelehrling.de

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.



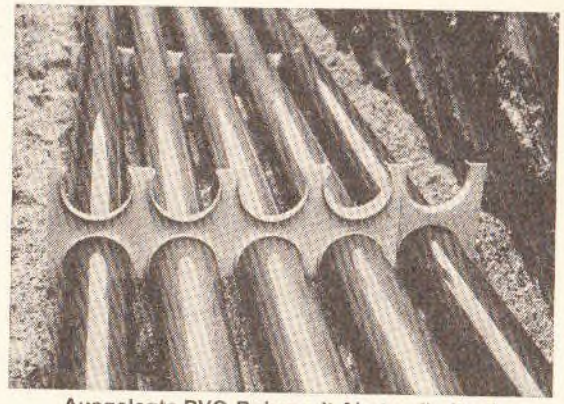
Bau eines Kabelkanals aus Rohren (Beispiel)

Die Sohlenbreite richtet sich nach der Anzahl und der Weite der nebeneinander auszulegenden Rohre, dem erforderlichen Raum zwischen den Rohren und dem Arbeitsraum neben den äußeren Rohren. Die Maße sind aus der Abb. zu erkennen.

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

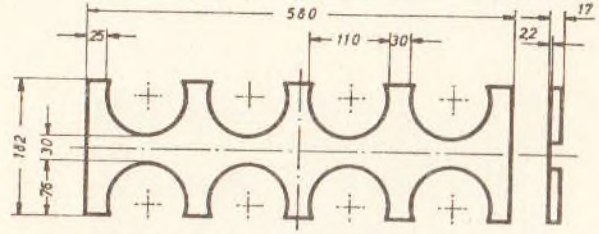
Die Grabensohle muß für eine einwandfreie Rohrverlegung eben und leicht verdichtet sein.

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.).

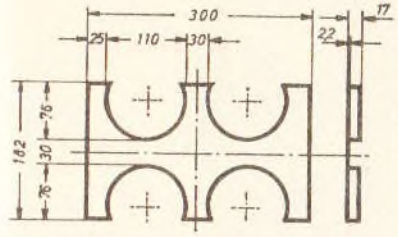


Ausgelegte PVC-Rohre mit Abstandhalter*)

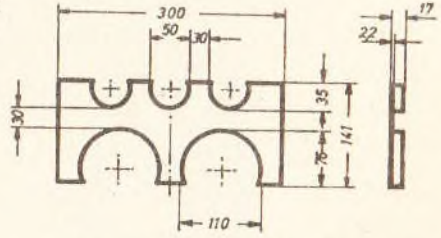
Es gibt verschiedene Abstandhalterformen. Sie reichen aus, um alle Rohrverbände miteinander zu verbinden. Sollen über den Rohren mit 110 mm Außendurchmesser für Hauptkabel Rohre mit nur 50 mm Durchmesser für Verzweigungskabel angeordnet werden, so ist der Abstandhalter 50/3 + 110/2 zu verwenden.



Abstandhalter für 8 Rohre 110 × 3,2



Abstandhalter für 4 Rohre 110 × 3,2



Abstandhalter für 3 Rohre 50 × 1,8 und 2 Rohre 110 × 3,2

Regelausführungen der Abstandhalter aus Hart-PVC

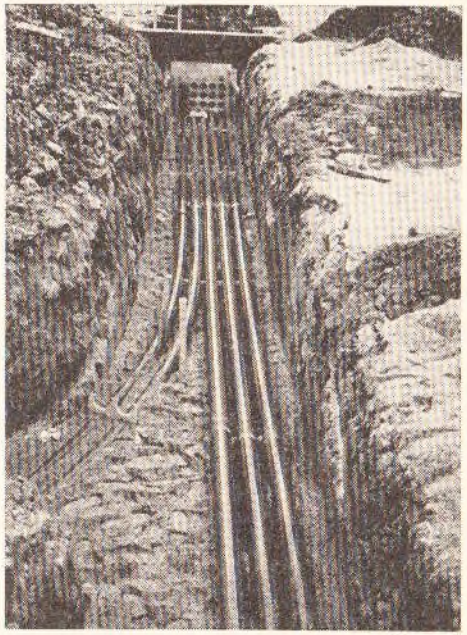
*) Die Abbildungen wurden uns freundlicherweise von Herrn G. Ebbeler, Darmstadt, zur Verfügung gestellt und gehören zu seinem Aufsatz in der Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, Heft 18/1966 „Kabelkanalanlagen aus erdverlegten Hart-PVC-Rohren".

fernmeldelehrling.de

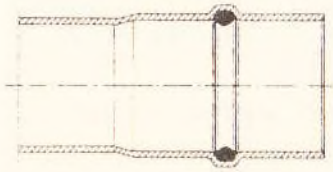
Nach dem Verlegen der untersten Rohrlage und Setzen der Abstandhalter müssen die Zwischenräume mit Sand (Körnung bis 7 mm) verfüllt und mit einem geeigneten Holzstampfer sorgfältig verdichtet werden. In Sonderfällen wird der Sand mit Zement im Verhältnis 20 : 1 verfestigt.

Wie weit der Graben vor Verlegen der nächsten Rohrlage zu verfüllen ist, geht aus der Abb. „Bau eines Kabelkanals . . . " 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 (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.) zwischen 6 und 10 m auslegen. Die Verbindung der Rohre geschah bisher unter Verwendung von lösungsmittelhaltigen Klebstoffen. Diese Verbindungsart erfordert ein sehr sorgfältiges Arbeiten der Montagekräfte und ist abhängig von äußeren Einflüssen (z. B. Außentemperatur). Da sich inzwischen herausgestellt hat, daß diese Klebverbindungsstellen oft nicht die notwendige Dichtigkeit aufwiesen, wurde hiervon abgegangen und eine Verbindungstechnik mit **gummigedichteten Steckmuffen** eingeführt. Es wurde eine werksseitig am Rohr angeformte Steckmuffe mit eingeformtem Dichtring (Abb.) und zum Verbinden von Rohrteilstücken ohne angeformte Muffe eine Doppelsteckmuffe mit 2 eingeformten Dichtringen (Abb.) entwickelt. Darüber hinaus gibt es auch Kabelschutzrohrbogen aus PVC-hart mit angeformter Steckmuffe und eingeformtem Dichtring. Die genaue Herstellung von Rohrverbindungen ist in einer Arbeitsanweisung beschrieben, die hier nicht im einzelnen erläutert werden kann.



Kabelkanal mit geraden und gebogenen Rohren aus Hart-PVC*)



PVC-Rohr mit angeformter Steckmuffe und eingeformtem Dichtring

Doppelsteckmuffe mit 2 eingeformten Dichtringen

fernmeldelehrling.de

Zur Lernerfolgssicherung

- Aus welchen wesentlichen Bauteilen besteht ein Kabelschacht?
- Aus welchen Bauteilen können Kabelkanäle hergestellt werden?
- Aus welchem Werkstoff werden Kabelkanalrohre hergestellt?
- Welche Belastungsklasse muß für eine Schachtabdeckung gewählt werden, wenn der KSch in einen weniger als 2 m von der Fahrbahnkante entfernten Gehweg eingebaut wird?
- Nach welchen Faktoren ist die Tiefe eines Kanalgrabens für KKR zu ermitteln?
- Welche Mindestüberdeckung muß beim Verlegen von KKR in Fahrbahnen eingehalten werden?
- Aus welchen Bauteilen kann eine bestehende Kabelschachtanlage aufgebaut sein?
- Welche Nennweiten für KKR kennen Sie?
- Begründen Sie, weshalb bei Kabelkanälen aus KKR eine gekrümmte Trassenführung möglich ist.

8 Zieharbeiten in Kabelkanalanlagen

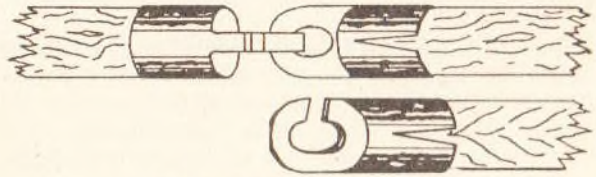
8.1 Einziehen und Ausziehen von Röhrenkabeln

Das Einziehen von Röhrenkabeln kann nur in einer gut vorbereiteten Gemeinschaftsarbeit aller Beteiligten erfolgen. Schon geringe Unachtsamkeiten können Beschädigungen des Kabels oder gar schwere Unfälle zur Folge haben.

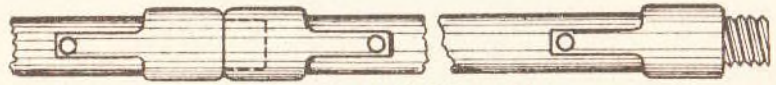
Zu Beginn des Einziehvorganges muß zunächst das **Kabelzugseil** mit Hilfe des **Einschiebegerätes** durch die Kabelkanalöffnung gezogen werden.

Es werden vorwiegend Einschiebegestänge aus Holz oder Metall – auch kurz **Schiebegestänge** genannt – von 0,5 m, 1 m oder 1,25 m Länge verwendet, die an den Enden beim Einschieben in den Kanalzug ineinandergehakt oder miteinander verschraubt werden.

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.

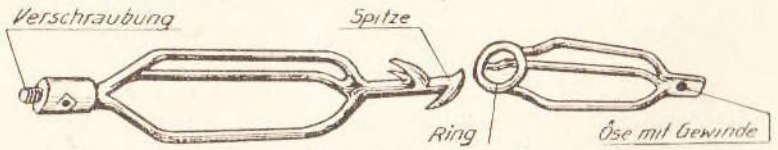


Schiebegestänge mit Hakenöse



Verschraubbares Schiebegestänge

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

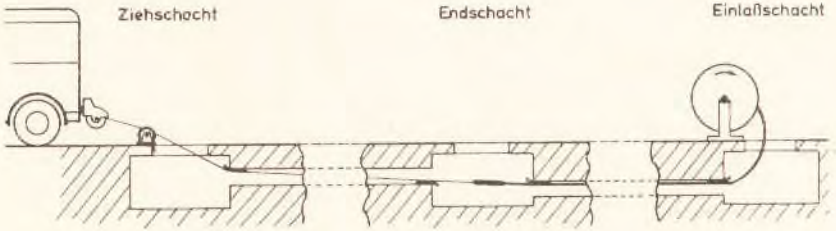


Kupplungsstück

fernmeldelehrling.de

Neben dem Einschiebegestänge finden heute beim Einziehen des Zugseils immer mehr 14 mm breite und 3 mm starke **Stahlbänder** Verwendung, die in Längen von 20 bis 100 m lieferbar sind. Sie können mit einem 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. In manchen Fällen können Einschiebestäbe oder Stahlbänder zum Einziehen von Windenseilen nicht verwandt werden, weil entweder der Abstand zwischen den Kabelschächten zu groß ist oder der Trassenverlauf eine oder mehrere Kurven hat (PVC-Rohre). Daher wurden Geräte entwickelt, mit denen ein Hilfsseil mit Hilfe von Druckluft – sogenanntes **Durchschießverfahren** – durch die Kabelkanalrohre hindurchgetrieben wird.

Niederpaarige Kabel können auf kürzeren Strecken von Hand oder mit Hilfe einer Handwinde eingezogen werden. In der Regel erfolgt das Einziehen jedoch mittels einer fahrbaren Kabelziehwinde mit Motorantrieb. Um hier die Röhrenkabel vor zu großer Zugbeanspruchung und damit auch vor Beschädigung zu schützen, ist ein **Dynamometer** als Kabelschutzvorrichtung vorhanden. Die jeweils für den Kabeltyp zulässige Zugkraft wird am Dynamometer eingestellt. Wird die zulässige Zugkraft überschritten, schaltet die Winde sofort automatisch ab und wird stillgesetzt. Zur Kontrolle der während des Ziehvorgangs aufgetretenen Zugkräfte dient ein **Schreibwerk. Es registriert** die **aufgetretenen Zugbelastungen und die eingezogenen Kabellängen in genau geometrischer Abhängigkeit auf Diagrammpapier.** Das Diagramm kann als Dokument verwendet werden. Die Winde kann mit Druckknopfsteuerung im Fahrzeug oder über Fernschaltung mit Gummikabel oder auch drahtlos von der Kabeltrasse aus geschaltet werden. Hierbei ist auch Wechselsprechverkehr angebracht. Die Fernschaltung ist besonders vorteilhaft und wichtig bei unübersichtlichen Trassen der Kabelkanäle, z. B. Züge um Ecken.



Anordnen der Kabelkraftwinde im Bereich des dem Kabelendschacht folgenden Kabelschachtes

Der Kabelziehstrumpf verbindet das Zugseil mit dem Kabel. Die Kabelenden sind besonders schonend zu behandeln. Beim Ein- und Ausziehen ist darauf zu achten, daß die Kabelverschlußkappen nicht beschädigt werden. Dies gilt

auch für den besonderen Korrosionsschutz der Kabelenden von Aluminiummantel- und Stahlwellmantel-Kabeln. Die Unversehrtheit der Kabelverschlüsse ist vor und unmittelbar nach dem Einziehen zu prüfen.

Wenn das einzuziehende Kabel nicht bereits vom Werk mit einer Ziehöse ausgerüstet ist, wird das Zugseil durch einen Ziehstrumpf mit dem Kabel verbunden. Der Ziehstrumpf ist so weit über das Kabel zu schieben, daß zwischen der Spitze des Ziehstrumpfes und dem Kabelanfang etwa 10 cm frei bleiben.

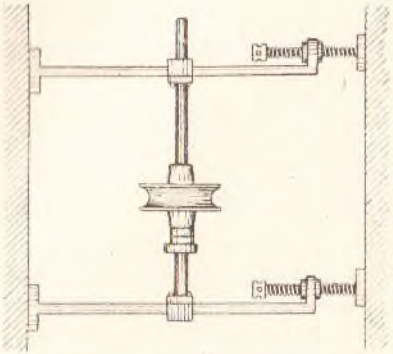
Kabellängen mit Stahlwellmantel sowie unbewehrte Röhrenkabellängen mit Blei-, Aluminium- oder Kunststoffmantel und einem Durchmesser unter dem Mantel von mehr als 30 mm erfordern eine unmittelbare Beteiligung der Kupferleiter an der Zugbelastung, damit die Kabel bis zur Höhe des jeweils festgelegten Zugbelastungswertes beansprucht werden können. Die hierunter fallenden Kabellängen werden deshalb bereits im Herstellerwerk mit einem zugfesten Verschluß versehen, durch den eine kraftschlüssige Verbindung der Leiterenden mit dem Kabelmantel hergestellt wird. Die so vorbereiteten Kabellängen sind am Kabelanfang durch eine gelbe Ringmarkierung gekennzeichnet. Diese Ringmarkierung befindet sich an der Stelle, an der etwa die für die Spleißung ausnutzbare Kabellänge beginnt. Kabel mit großem Durchmesser sind außerdem am zugbelasteten Ende mit einer Ziehöse versehen, so daß zum Einziehen kein Ziehstrumpf mehr benötigt wird.

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

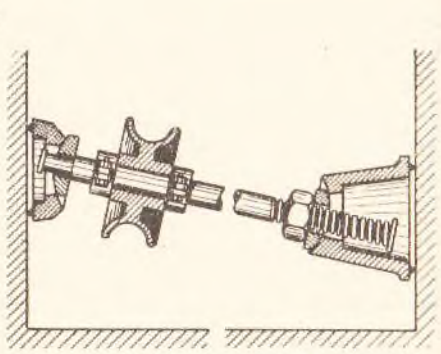
Packrolle mit Winkelfuß

Gleitrollen mit starrer Welle oder Gleitrollen mit Spannstock werden in KSch nur dann zum Umlenken der Kabel eingebaut, wenn die benutzten Züge im Kabelschacht nicht in der gleichen Richtung und Höhe weiterverlaufen, sondern versetzt oder im Winkel weiterführen.

fernmeldelehrling.de



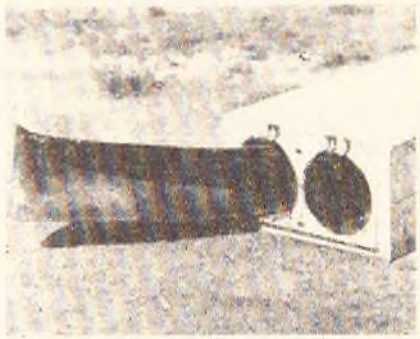
Gleitrolle mit starrer Welle



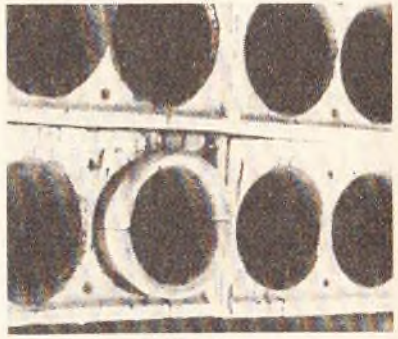
Gleitrolle mit Spannstock

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 **Kabelschutzbogen** (Abb.). Die **Kanaltülle** (Abb.) schützt die Kante der Kanalöffnung vor dem Einsägen des Zugseils, wenn es nicht genau in Richtung des Kanalzugs verläuft.



Kabelschutzbogen



Kanaltülle

Um die Kabel vor unzulässigen mechanischen Beanspruchungen zu schützen, sind an den Abbiegungen die Rollen oder Schleifbogen so anzubringen, daß der für den betreffenden Kabeltyp festgelegte zulässige Biegeradius nicht unterschritten wird.

Als kleinste Biegeradien beim Ziehen der Kabel sind zulässig:

- für Kabel mit Bleimantel und Polyäthylenmantel (PE-Mantel) das **10fache** des **Kabelaußendurchmessers,**

- für Kabel mit gewelltem Aluminiummantel oder Stahlwellmantel das **7,5fache** des **Kabelaußendurchmessers.**

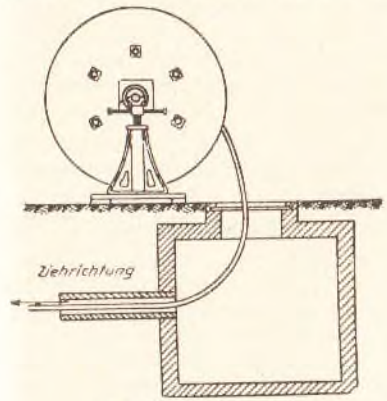
Bei Kabellängen mit Druckluftfüllung ist der einwandfreie Zustand des Mantels vor dem Einziehen durch Messen des Luftüberdruckes an dem am Kabelende befindlichen Ventil zu überprüfen. Zum Messen genügt ein einfacher Reifendruckmesser. Der gemessene Wert darf nicht kleiner sein als 0,3 bar Überdruck; wird ein geringerer Wert oder überhaupt kein Überdruck festgestellt, so darf die Länge nicht eingezogen werden. Nach den Zieharbeiten ist bei Kabeln mit Druckluftfüllung nochmals der Überdruck zu prüfen. Werden hier Abweichungen gegenüber dem Druck vor Einzug des Kabels festgestellt, so läßt dies auf eine Beschädigung des Kabelmantels schließen.

8.1.1 Kabel in KK-Anlagen ein- und ausziehen

Vor dem Einsteigen in den KSch – das nur mit einer Leiter geschehen darf – müssen die Schmutzfänger entfernt und die **Kanalanlage mit dem Gasspürgerät auf Gasfreiheit (vgl. hierzu auch UVVFt) geprüft werden. Die Prüfung mit dem Gasspürgerät hat sofort nach Öffnen des KSch zu erfolgen.**

Das Einschiebegerät 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, werden die Kanallehre (Stahl- oder Holzzylinder von 30 cm Länge), die Kanalbürste und das Zugseil der inzwischen aufgestellten Kabelkraftwinde am Ende des Einführseils angehängt und mit der Zugseilwinde durch den Kanal gezogen. Falls ein Ziehdraht vorhanden ist und der Kanal bereits vorher geprüft und gereinigt wurde, kann das Zugseil der Kabelkraftwinde unmittelbar am Ziehdraht befestigt und bis zum KSch der Kabeltrommel von Hand durch den Kanal gezogen werden.

Sind die Kabeltrommel und fahrbare Kabelkraftwinde eingetroffen, werden sie nach Angabe des Bauführers aufgestellt. Wenn es aber der Verkehr zuläßt, wird die Kabeltrommel nicht erst vom Kabeltrommeltransport- und Verlegewagen abgeladen und besonders aufgebockt, sondern das Fahrzeug wird so neben den Kabelschacht dirigiert, 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 der Abbildung dargestellt. Hier wird die Trommel jedoch vom Fahrzeug abgerollt und mit Kabeltrommelwinden aufgebockt. Die Schalbretter der Trommel werden im allgemeinen bereits beim Kabellager abgenommen.



Einführen des Kabels in den Kanalzug

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

fernmeldelehrling.de

In den Kabelschächten sind – falls erforderlich – die Gleitrollen und Kabelschutzbogen 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, Kabelschutzbogen 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 Kabelschacht, neben dem Standort der Winde, muß die Packrolle mit Winkelfuß zwecks schonender Führung des Zugseils aufgestellt werden; in den Kanalzug dieses Schachtes ist eine Kanaltülle einzusetzen. Im Kabelschacht neben dem Standort der Kabeltrommel wird zweckmäßig ein Kabelschutzbogen in den Kanalzug eingeschoben.

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 Einreiben 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.

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

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

Vor dem Ausziehen der Röhrenkabel aus dem Kabelkanal ist genau zu prüfen, ob das richtige Kabel gefunden wurde. Ist das sichergestellt, trennt man die Kabelmuffen 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 Kabelschutzbögen vorzusehen. Läßt der Verkehr eine so ausgedehnte Baustelle nicht zu, so kann das Kabel mit dem Nachziehstrumpf streckenweise herausgezogen und aufgetrommelt werden.

8.1.2 Kabelkanalzüge abdichten

Die Kabelkanalanlage ist im allgemeinen nicht vor Gas- und Wassereinbruch geschützt. 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. In Gebäude eingeführte Kabelkanalzüge sind **sämtlich an beiden Zugenden zuverlässig abzudichten,** und zwar gegen Gas- und Wassereinbruch.
2. Im übrigen sind **sämtliche einmündenden Kabelkanalzüge in allen Kabelschächten mit gradzahliger Schachtnummer** (Endziffern 0, 2, 4, 6, 8) abzudichten. Außerdem solche Kabelkanalzüge, die **einseitig im Boden enden,** und zwar ist die Abdichtung am Zugende im Boden vorzunehmen.

Neue Einführungen in Gebäude sind immer als Erdkabeleinführungen herzustellen.

Zum Abdichten der Kanalzüge dienten bisher zweiteilige Abdichtschalen. Sie wurden aus Stahlblech oder aus Kunststoff gefertigt. Durch eine Schraube wurden die beiden Teile miteinander verbunden. Für unbesetzte Öffnungen wurden **Vollschalen** und für besetzte Öffnungen **Schalen mit entsprechenden Durchlaßöffnungen** verwandt.

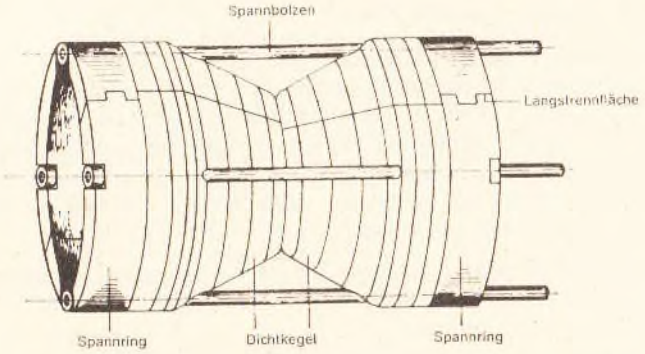
Für den gleichen Zweck wurden **Abdichtringe (AdR)** entwickelt (Abb.) und neuerdings **Abdichtschrumpfhülsen** (Abb.). Hierbei entfällt die umständliche Verwendung von Abdichtmasse und Abdichtkitt. Außerdem können die AdR nicht nur für Kabel bis zu einem Außendurchmesser von 70 mm, sondern auch bis zu einem Außendurchmesser von 85 mm eingesetzt werden. Sie umfassen somit fast alle Kabeltypen. Der AdR besteht aus je 2 teilbaren Kunststoff-Spannringen, 2 trichterförmigen Kautschukdichtkegeln und 4 Stahlspannbolzen.

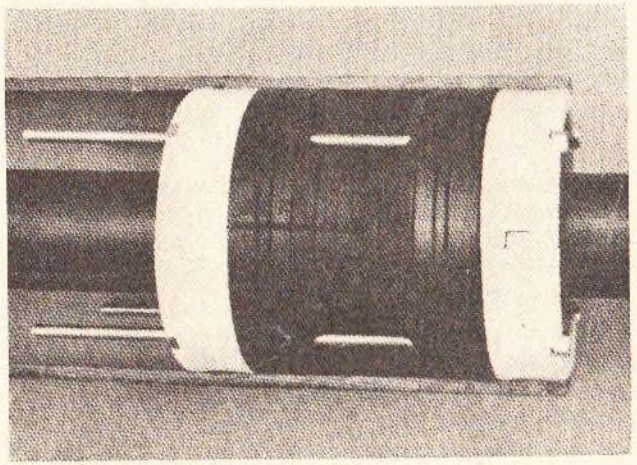
Die Dichtwirkung übernehmen die beiden gegenläufig angeordneten, in Längsrichtung geschnittenen Dichtkegel. In diese eingearbeitet befinden sich in bestimmten Abständen mehrere rundlaufende, mit Durchmesserangaben versehene Rillen, in denen der Dichtkegel entsprechend dem Durchmesser des abzudichtenden Kabels durchtrennt wird. Die beiden an den Stirnseiten des AdR angeordneten, durch die Spannbolzen zusammengehaltenen Spannringe drücken beim Anziehen der Spannbolzen die Dichtkegel gleichzeitig gegen Kabel und Innenwand des Kabelkanalzugs, wobei die Abdichtwirkung zustande kommt.

Die AdR gibt es in 2 Größen, die sich farblich unterscheiden; die AdR I sind gelb und die AdR II grau eingefärbt.

Nach einer Erprobungszeit wurde nunmehr ein neues Abdichtverfahren zum Abdichten belegter Kabelkanalzüge anstelle der vorstehend beschriebenen

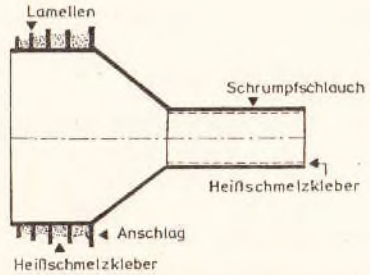
fernmeldelehrling.de





Abdichtring
oben: schematisch dargestellt;
unten: Rohrzug abgedichtet

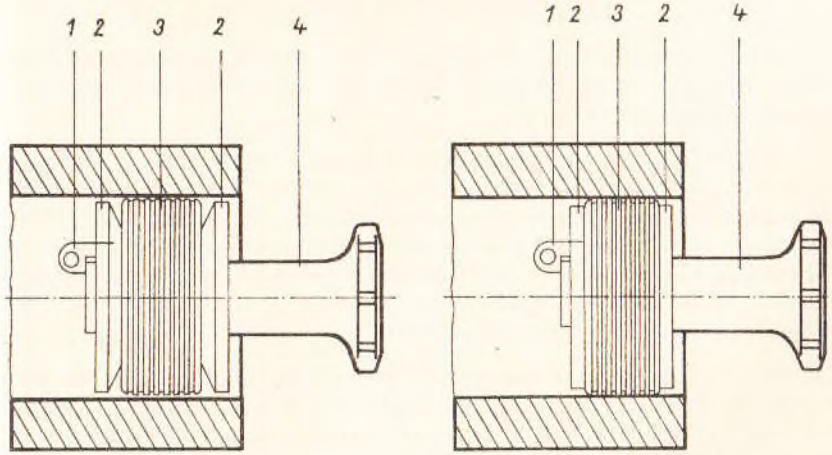
Abdichtringe eingeführt. Hierbei handelt es sich um warmverformbare **Abdichtschrumpfhülsen (AdSH)** (Abb.) und geschlitzte **Abdichtschrumpfhülsen (AdSHs),** die nach einer genau zu beachtenden Montageanweisung zu verarbeiten sind. Diese warmverformbaren Abdichtelemente bestehen aus vernetzten und damit unschmelzbaren, modifizierten Polyolefinen. Die eine Seite der AdSH ist ein steifes Kunststoffrohr, das auf der Außenseite warmverformbare Ringe trägt. Die andere Seite besteht aus einem wärmeschrumpfenden Schlauch. Die Zwischenräume zwischen den warmverformbaren Ringen, die Innenseite des Schlauches und die Überlappungszone der AdSHs sind mit einem thermoplastischen Kleber beschichtet.



Abdichtschrumpfhülse

Für unbelegte Züge von Kabelkanälen und Kabelkanal-Hauseinführungen werden sogenannte Abdichtstopfen aus Kunststoff (Abb.) 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 und so an den Innendurchmesser des Kanalzuges angepaßt werden kann. An der Öse der Gewindehülse (1) kann erforderlichenfalls ein im Kabelkanalzug vorhandenes Hilfsseil befestigt werden.

Neben dem Abdichtstopfen wurden **Verschlußbecher aus Weich-PE** entwickelt. Sie werden jedoch nur zum Verschließen von Kabelkanalrohren während der Bauzeit der Kabelkanalanlage benutzt, um das Eindringen von Fremdkörpern (Sand, Steine usw.) in die Rohre zu verhindern.



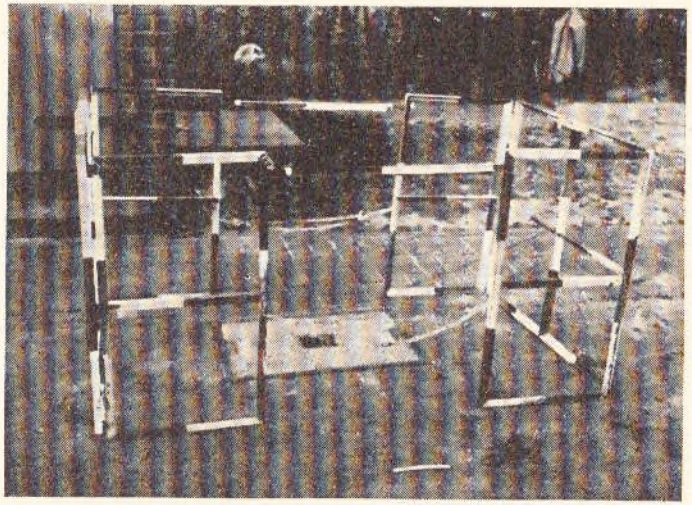
Abdichtstopfen aus Kunststoff

fernmeldelehrling.de

8.2 Montagestellen vorbereiten und sichern

8.2.1 AzK und KSch öffnen und sichern

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.) besteht aus zwei zusammenklappbaren Hälften, ist rot-weiß lackiert und umschließt die Kabelschachtöffnung vollständig.



Einheits-Absperrgerät für KSch und AzK

Baustellen müssen mit vorschriftmäßigen Warn- und Hinweiszeichen gesichert werden. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel, wie eine Arbeitsstelle innerorts gesichert werden muß.

Vor dem Öffnen eines KSch oder AzK ist zunächst an den Entlüftungsschlitzen eine erste Gasprüfung vorzunehmen. Danach ist nach Öffnen des KSch auch die Kabelkanalanlage bis zu den benachbarten Schächten zu prüfen. Die Messungen mit einem Gasspür-, Gasmeß- oder Gaswarngerät sind sowohl im Arbeitsschacht als auch in den benachbarten Schächten vorzunehmen. Werden keine Gase festgestellt, so können die Nachbarschächte vor Arbeitsbeginn wieder geschlossen werden.

Die KSch werden mit dem **passenden Deckelhebegerät** geöffnet. **Da die Gefahr der Funkenbildung und der Explosion besteht, wenn sich Gas in der Kanalanlage angesammelt hat, dürfen zum Lösen der Deckel nur schwere Holzstücke oder funkenfreie Werkzeuge aus Nichteisenmetallen** (Platthacke, Schraubenzieher, Hammer und Flachmeißel), **niemals jedoch Eisenteile benutzt werden.** Sind die Deckel eingefroren, können sie mit

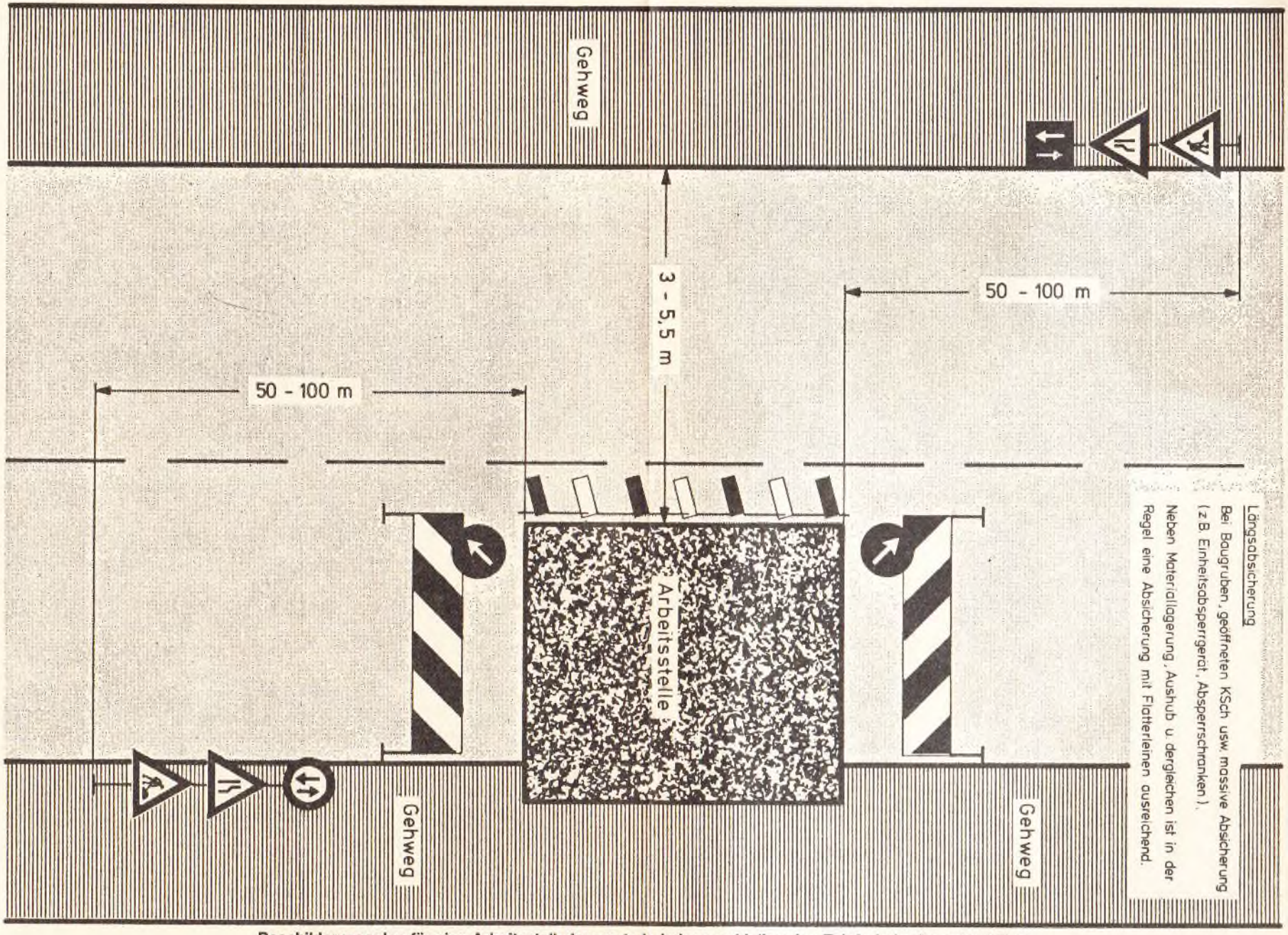
fernmeldelehrling.de

ür KSch oder
usätzlich das
errgerät (Abb.)
3 lackiert und

chen gesichert
itsstelle inner-

tungsschlitzen
les KSch auch
zu prüfen. Die
sind sowohl im
vorzunehmen.
rschächte vor

öffnet. **Da die**
n sich Gas in
r Deckel nur
isenmetallen
emals jedoch
önnen sie mit



Beschilderungsplan für eine Arbeitsstelle innerorts bei einer verbleibenden Fahrbahnbreite unter 5,5 m

fernmeldelehrling.de

heißem Wasser oder besser noch mit einem besonderen Dampfauftaugerät gelöst werden; **unter keinen Umständen darf hierzu eine offene Flamme benutzt werden.**

Nach dem Öffnen des KSch ist das Kabellöterzelt, bestehend aus Zeltgestell und Zeltplane, aufzustellen. Hiermit soll die Spleißstelle während der Spleiß- und Lötarbeiten geschützt werden. Die Firststange des Zeltgestelles ist an einer Trageschiene oder an einem Kabelhalter im KSch zu befestigen. Die unteren Längsbahnen des Zeltes sind nach außen zu klappen und zu beschweren.

8.2.2 Propangasgeräte anschließen und betreiben

Beim Umgang mit Propanflaschen und Propangeräten sind die **„Hinweise für die Verwendung von Propan im Fernmeldewesen"** sorgfältig zu beachten. **Propangeräte dürfen nie ohne Aufsicht brennen. Propanöfen und Propan-Heizstrahler dürfen in KSch und Zelten nur mit Oberteil und Dunstabzugsschlauch verwendet werden.** Zur Beleuchtung der Kabelschächte und anderer in Dunkelheit liegender Löt-Arbeitsstellen benutzen wir entweder die elektrische Kabelschachtleuchte oder eine Propan-Leuchte.

Propan-Leuchte und Propan-Heizstrahler können an einer 5-kg- oder 11-kg-Flasche angeschlossen und betrieben werden.

Bei Dienststellen der DBP dürfen nur Flaschen mit einem Füllgewicht bis zu 425 g gefüllt werden. Die Vorgesetzten haben zu bestimmen, wer in ihrem Aufsichtsbereich die Füllungen vornimmt.

Reihenfolge der Arbeitsgänge beim Füllen der Kleinstflaschen:

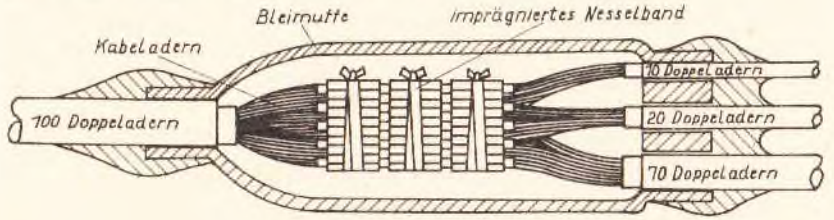
1. leere Flasche unter Verwendung des Umfüllstutzens an die Vorratsflasche gasdicht anschließen;
2. Vorratsflasche auf den Kopf stellen, so daß sich die zu füllende Flasche darunter befindet;
3. Ventil der Kleinstflasche öffnen;
4. Ventil der Vorratsflasche öffnen;
5. Entlüfterventil an der Kleinstflasche öffnen, damit das flüssige Propan in die Flasche fließen kann, während das Luftpolster durch das Entlüftungsloch entweicht;
6. sobald Propan (weißer Strahl) aus dem Entlüftungsloch austritt, zuerst Ventil der Vorratsflasche und im Anschluß daran Ventile der Kleinstflasche schließen;
7. Entlüfterventil erst schließen, wenn nur noch Gas austritt, damit ein Überfüllen vermieden wird;
8. nach jeder Füllung ist die Dichtheit der Ventile durch Eintauchen in Wasser zu überprüfen.

8.3 Kabelmontagearbeiten ausführen

8.3.1 Verbindungs- und Abzweigstellen herstellen

Die Herstellung von Verbindungs- und Abzweigstellen in Montagegruben erfolgt nach den bereits im Abschnitt „Kabelmontage" beschriebenen Arbeitsgängen. Ergänzend ist hierzu noch zu vermerken:

In einer Abzweigspleißstelle (Abb.) werden mehrere verschiedenpaarige Kabel miteinander verspleißt. Ist ein Kabel in mehrere Kabel aufzuteilen, sind die abzuzweigenden Adernpaare entsprechend dem Spleißplan – er schreibt die Aufteilung der Adern vor – übersichtlich zu trennen, damit bei späterer Fehlerermittlung keine Schwierigkeiten auftreten.



Lötstelle mit dreifacher Verzweigung

Muß eine umfangreiche Spleißstelle gefertigt werden und können die Adern bis zur Fertigung der Spleißstelle nicht ohne Arbeitsunterbrechung durchverbunden werden, so müssen die Spleißstellen während der Arbeitsunterbrechung zunächst mit trockenem, breitem Nesselband umwickelt und dann mit einer gut verstreichbaren Dichtungsbinde verschlossen werden.

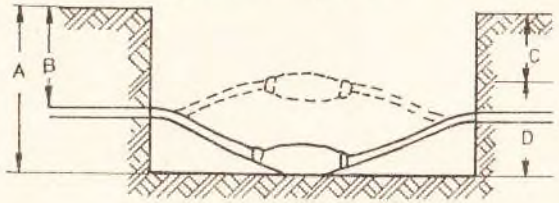
Erdkabellötstellen wurden früher nach ihrer Fertigung mit einem besonderen Schutzkasten umgeben, der mit Füllmasse ausgegossen im Erdreich gelagert wurde. In den letzten Jahren ist mit Erfolg versucht worden, die Erdkabellötstellen nur mit einer Kunststoffbinde (Coroplastbinde) als Korrosionsschutz zu 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 Kabelmuffen polstert man mit 20 mm breiten Korrosionsschutzbinden auf. Dadurch werden Faltenbildungen an den Übergangsstellen vermieden.

Das Wiederherstellen des Korrosionsschutzes an Kabeln mit Stahlwellmantel geschieht heute mit **Schrumpfschläuchen.** Die bisherige Technik mit Füllmasse SP, vaselinegetränkter Korrosionsschutzbinde und selbstklebendem Kunststoffband aus PVC soll nicht mehr angewandt werden. Die neue

fernmeldelehrling.de

Technik ist wirtschaftlicher. Der Korrosionsschutzschlauch bedeckt den gesamten Bereich von der PE-Schutzhülle über die Lötplombe bis zum Muffenhals. Die Lötstelle erhält dadurch auch eine erhebliche zusätzliche Festigkeit. Für die Montage sind folgende Hinweise zu beachten. Über jedes Kabelende ist vor dem Verbinden der Kabeladern ein Schutzschlauch zu schieben. Nach den Lötarbeiten und dem Entfernen des Flammschutzwickels sind neben der PE-Schutzhülle der Muffenhals und der Metallmantel sorgfältig zu reinigen. Die PE-Schutzhülle ist so weit abzusetzen, daß 5 mm Polyment hervorragen. Der gesamte zu schützende Bereich ist mit einer weichen Flamme leicht zu wärmen. Der Schrumpfschlauch ist nun möglichst weit über die Lötplombe an den Muffenhals heranzuschieben. Dabei muß mindestens 50 mm von dem Schrumpfschlauch die PE-Schutzhülle überdeckt werden. Geschrumpft wird mit einer weichen Flamme (gelbe Spitze), und zwar grundsätzlich vom Kabel aus in Richtung Muffe. Nach abgeschlossenem Schrumpfvorgang ist die Lötstelle nochmals auf etwa 60 °C nachzuwärmen. Bei bestehenden Kabelanlagen und nachträglicher Herstellung des Korrosionsschutzes ist eine Schrumpfmanschette sinngemäß herzurichten.

Zum **Schutz der Erdkabellötstellen gegen Bleimantelbrüche** infolge Bodensenkungen muß die Lötstelle 30 cm aus der Kabeltrasse ausgebogen und auf gewachsenem Boden gelagert werden. Ist kein gewachsener Boden vorhanden, muß die Bodenschüttung unter der Lötmuffe besonders sorgfältig verdichtet werden und mit Betonabdeckplatten oder Ziegeln abschließen. Darüber ist eine 10 cm hohe, steinfreie, verdichtete Erdschicht bis in die Höhe der ehemaligen Grabensohle aufzubringen. Erst auf dieser Erdschicht wird die Lötmuffe 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.

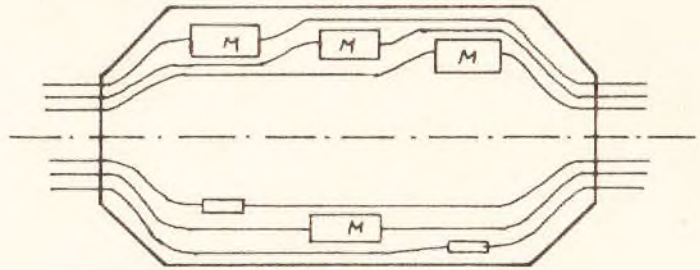


A = Baugrubentiefe
B = Verlegetiefe des Kabels
C = Montagelage
D = Ruhelage

Lagerung von Kabelgarnituren im Erdreich

Bei neuen Kabelanlagen bis 100 DA soll die Kabelgarnitur nicht mehr wie oben beschrieben aus der Kabelachse herausgebogen, sondern die Montagegrube tiefer ausgehoben werden. Bei einer Verlegetiefe von 0,60 m des Kabels beträgt dann die Baugrubentiefe (Verlegetiefe + 0,2 m) 0,8 m. Nach Beendigung der Kabelmontagearbeiten wird das Kabel mit der Kabelgarnitur innerhalb

der Baugrube auf deren Sohle heruntergedrückt. Es ist darauf zu achten, daß keine unzulässigen Beanspruchungen auf die Kabelgarnitur einwirken. Aus der Prinzipdarstellung (Abb.) kann die Anordnung der Kabelgarnitur in der Montagegrube bei Verzweigerkabeln ≦ 100 DA ersehen werden.



Lagerung von Kabelgarnituren in KSch

Die Abbildung zeigt die **Lagerung der Kabel und Muffen in KSch.** Um die Kabel von den Kabelkanalzugmündungen in die Montagelage und später in die Ruhelage bringen zu können, müssen sie in horizontaler und vertikaler Richtung ausgebogen werden. Dabei sind die maximal zulässigen Biegeradien zu beachten. Die Muffen sind im KSch so an der Wand zu lagern, daß sie möglichst unmittelbar zwischen 2 Kabelhaltern liegen. Mehrere Kabelgarnituren sind im KSch versetzt anzuordnen.

In Abzweigkästen sind die Muffen zwischen den Kabeltragebändern zu lagern.

8.3.2 Kabelanschnittstellen herstellen

Die Arbeitsgänge beim Öffnen und Wiederverschließen für die VASM, VASK und VATSK sind in den betreffenden Montageanweisungen genau beschrieben.

Bei Bleimuffen ist vor dem Öffnen eine metallische Überbrückung des Kabelmantels herzustellen. Bei Abzweigstellen ist darauf zu achten, daß die Adernverteilung übersichtlich und kreuzungsfrei nach dem Netzplan vorgenommen wird.

Zum Aufsuchen bestimmter Adern kann folgende Tabelle benutzt werden.

fernmeldelehrling.de

Paarzahl	Anzahl der Grundbündel 10paarig	
	Lage 1	Lage 2
10	1	–
20	2	–
30	3	–
40	4	–
50	5	–
70	1	6
80	2	6
100	3	7
120	4	8

Paarzahl	Anzahl der Hauptbündel 50paarig*			Anzahl der Hauptbündel 100paarig		
	Lage 1	Lage 2	Lage 3	Lage 1	Lage 2	Lage 3
150	3	–				
200	4	–				
250	5	–				
300	1	5				
400	2	6				
500	3	7				
600	(4)	(8)		1	5	
700	(4)	(10)		1	6	
800	(1)	(5)	(10)	2	6	
1000				3	7	
1200				4	8	
1500				1	5	9
2000				2	7	11

* ( ) = Aufbau bei Kabeln mit 0,8 mm Leiterdurchmesser

Aufbau der Kabelseelen aus 10paarigen Grund- und 50- und 100paarigen Hauptbündeln

Vor dem Spleißvorgang muß sich der Kabellöter durch eine Vorprüfung vergewissern, daß die richtigen Kabeladern miteinander verbunden werden.

Zur Lernerfolgssicherung

- **Wie wird eine Muffe in einem KSch gelagert?**
- **Welches FBZ ist zum vorübergehenden Verschließen einer Spleißstelle erforderlich?**
- **Warum werden die Kabeladern bei einer Anschnittstelle vorgeprüft?**
- **Womit wird der Korrosionsschutz bei Verbindungsstellen der Kabeltype A-PWE2Y wiederhergestellt?**
- **Nach welchen Angaben wird eine Abzweigspleißstelle gefertigt?**
- **Mit welchem Fernmeldebaugerät muß ein geöffneter KSch gesichert werden?**
- **In welchem Abstand von Arbeitsstellen sind innerorts die Warnzeichen aufzustellen?**
- **Welcher Arbeitsgang ist vor dem Öffnen eines KSch zu vollziehen?**
- **Welches Fernmeldebaugerät ist zur Lockerung einer festgefrorenen KSch-Abdeckung zu verwenden?**
- **Wie ist ein Kabellöterzelt zu sichern?**
- **Beschreiben Sie die Arbeitsgänge beim Füllen einer 425-g-Propangasflasche.**
- **Nennen Sie zwei Verfahren zum Einbringen des Kabelzugseiles in das Kabelkanalrohr.**
- **Welche Geräte stehen zum Einziehen von Röhrenkabel zur Verfügung?**

fernmeldelehrling.de

- **Nennen Sie drei Geräte, mit denen Kabelkanalanlage, Kabel und Zugseil beim Ein- und Ausziehen geschützt werden können.**
- **Welcher Biegeradius darf bei Bleimantelkabel beim Einziehen von Kabeln nicht unterschritten werden?**
- **Warum werden Röhrenkabel teilweise mit Druckluftfüllung eingezogen?**
- **Wie hoch muß die Sandauflage beim Auslegen von KKR in der ersten Lage sein?**
- **Wieviel Sand ist als letzte Schicht über den KKR einzubringen?**
- **In welchem Abstand werden Abstandhalter für KKR gesetzt?**
- **Wie werden Hart-PVC-Rohre gegeneinander festgelegt?**
- **Wie werden KKR miteinander verbunden?**
- **Von wo aus wird die Mindestüberdeckung bei KKR gemessen?**
- **Nennen Sie Geräte, die Kabelmäntel beim Einziehen vor Beschädigungen schützen können.**
- **Warum sollen beim Aufstellen einer Kabeltrommel Lederhandschuhe getragen werden?**
- **Warum werden Kabelkanalzüge abgedichtet?**
- **Welche Möglichkeit gibt es, um belegte und unbelegte Kabelkanalzüge abzudichten?**
- **Wie darf ein KSch nur betreten werden?**

9 Erdkabelanlagen

9.1 Ausheben von Kabelgräben

In der Regel werden heute die Erdkabel von Tiefbauunternehmen verlegt. Mit den Arbeiten kann begonnen werden, wenn 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 Raumverteilungsplan im Gehweg und außerhalb der Ortschaften im unbefestigten Teil oder in Böschungen entlang den öffentlichen Straßen einzuordnen.**

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 Tiefe des Kabelgrabens richtet sich nach
- **der Art des Geländes,**
- **der Kabelart und**
- **besonderen örtlichen Bedingungen.**

Die **Regeltiefe** des Kabelgrabens beträgt:

Art des Geländes	**Regeltiefe** des Kabelgrabens für	
	Orts-kabel	**Fernkabel** u. Ortskabel im Beilauf
Gehwege und neben Fahrbahnen	**60 cm**	**80 cm**
Fahrbahnen	**80 cm**	**80 cm**
Privatgelände	**100 cm**	**100 cm**

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

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

Die Breite des Kabelgrabens hängt ab
- **von der Zahl der auszulegenden Kabel und**
- **von der Grabentiefe.**

fernmeldelehrling.de

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.

Anzahl der auszulegenden Kabel Stück	Erdkabelgraben						
	Sohlenbreite	Regelbreite bei einer Grabentiefe bis 0,7 m		bis 0,9 m		über 0,9 m	
		ohne Grabenverbau m	mit Grabenverbau m	ohne Grabenverbau m	mit Grabenverbau m	ohne Grabenverbau m	mit Grabenverbau m
1 bis 2	0,15 bis 0,25	0,30	0,60	0,30	0,60	0,35	0,65
3	0,30	0,30	0,60	0,35	0,65	0,40	0,70
4	0,35	0,35	0,65	0,35	0,65	0,40	0,70
5	0,40	0,40	0,70	0,40	0,70	0,40	0,70
6	0,45	0,45	0,75	0,45	0,75	0,45	0,75
für jedes weitere Kabel	0,05 m mehr						

Regelbreiten für unverbaute und verbaute Erdkabelgräben

Die Sohlenbreite richtet sich nach der Anzahl der auszulegenden Kabel und nach der Grabenbreite.

Die ausgehobenen Erdmassen sind so zu lagern, daß an einer Grabenseite ein Streifen von etwa 60 cm frei bleibt. Lose und vorspringende Steine sind aus der Grabensohle zu entfernen. Sollte steiniger oder felsiger Untergrund vorgefunden werden, so ist auf die Sohle eine 5 cm dicke Schicht steinfreie Erde aufzubringen, abzugleichen und festzustampfen.

Hindernisse im Graben müssen vorsichtig freigelegt werden. Starke Baumwurzeln sind schonend zu behandeln und dürfen nicht gekappt werden, wenn die Möglichkeit besteht, das Kabel unter ihnen durchzuziehen. Behindern vorgefundene fremde Anlagen, wie Gas-, Wasser-, Kanalrohre, Starkstromkabel usw., den Fortgang der Arbeiten und die Verlegung des Kabels, so 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.**

9.2 Auslegen von Erdkabeln

Die Verlegung der Erdkabel richtet sich vorwiegend nach der Beschaffenheit des Kabelgrabens. Wir unterscheiden folgende Verlegearten für Erdkabel:

- von Hand, von der aufgestellten Kabeltrommel,
- von Hand, vom fahrenden Verlegefahrzeug,

- vom Grabenrand aus,
- mit der Kabelkraftwinde,
- mit dem Kabelverlegepflug.

Ist der Graben frei von Hindernissen, so fährt man mit dem Kabeltransport- und Verlegewagen 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 Kabeltrommeltransport- und Verlegewagen mit der Trommel am Anfang des Grabens aufgestellt. Sollte für die Kabeltrommeltransport- und Verlegewagen 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 Setzstock geschwenkt werden, um Unfälle zu verhüten.**

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

Es ist manchmal zweckmäßig, die Kabeltrommel zwischen zwei Teilstrecken auf einem Kabeltrommeltransport- und Verlegewagen aufzustellen und das Kabel zunächst in die mit Hindernissen versehene Strecke einzufädeln, sodann auf der anderen freien Strecke mit dem Fahrzeug 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 auszulegen, daß sich das Kabel beim Einführen seines Endes in den Graben nicht verdreht. Diese Art der Verlegung ist aber möglichst nicht für Kabel des Ferndienstes anzuwenden, da hierbei Adernverlagerungen und damit elektrische Wertänderungen eintreten können.

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

fernmeldelehrling.de

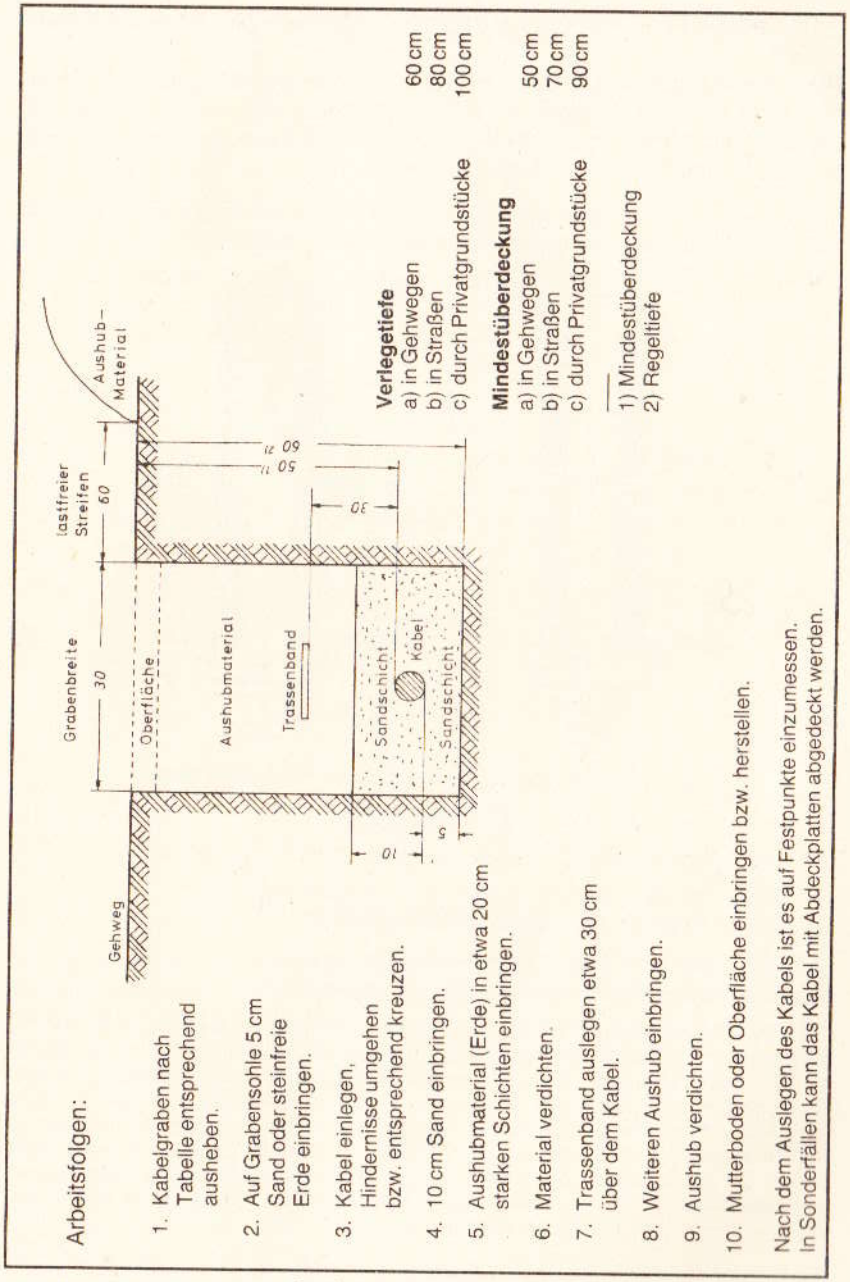
das Kabel ausgeübt wird. Hierbei ist größte Aufmerksamkeit erforderlich, da infolge der fehlenden selbsttätigen Auslösevorrichtung das Kabel leicht zu sehr gezerrt oder gerissen werden kann. Stromlose Adern oder Mantelrisse unterhalb der Bewehrung können die Folge sein. Beim Auslegen von Fernkabeln sind besondere Vorschriften zu beachten.

Für Kabel mit Kunststoffaußenhülle (Kurzzeichen = Y oder 2Y) gelten beim Auslegen dieser Kabel die gleichen Vorschriften wie beim Einziehen in Kabelkanäle.

Die **Biegeradien** sind auch beim Auslegen von Erdkabeln zu beachten. 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.

Beim Auslegen von Erdkabeln in Gebieten mit Gefährdung durch atmosphärische Entladung kann das Auslegen von **Schirmleitern** zum Schutz des Erdkabels notwendig werden. Dieser besteht in der Regel aus 8 mm verzinktem Rundstahl, der etwa 10 cm über dem Kabel auf einer Schicht steinfreier Erde oder Sand verlegt wird. Werden Kabel durch Abdeckmaterial besonders geschützt, wird der Schirmleiter unmittelbar **neben** der Abdeckung ausgelegt.

Leitende Verbindungen zwischen Schirmleiter und Kabelmänteln sind unzulässig.



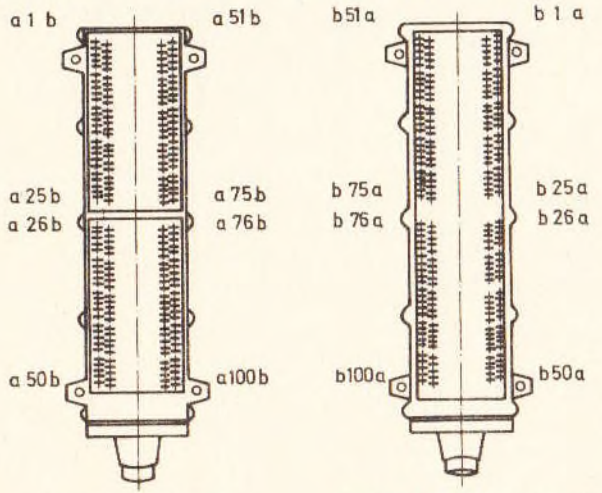
Auslegen von Erdkabeln

fernmeldelehrling.de

9.3 Kabel in Verzweigungseinrichtungen abschließen

Die Ortsanschlußkabel werden in Verzweigungseinrichtungen mit Endverschlüssen (EVs) abgeschlossen. Auf der Rückseite dieser EVs befindet sich der mit einem Deckel abzuschließende Abschlußraum und auf der Vorderseite das durch eine Kappe geschützte Schaltfeld.

In der jedem EVs beigefügten Montage- und Bedienungsanweisung ist der Arbeitsablauf für das Montieren des Kabels genau beschrieben.



Blick auf das Schaltfeld — Blick in den Aufteilungsraum

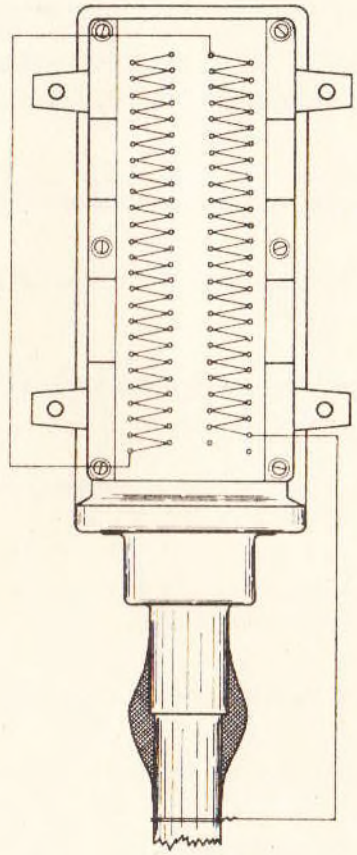
Endverschluß 72

Vor dem Anlegen ist die Zählweise der Kabeladern zu beachten.

- Für die vom Hauptverteiler kommenden **Hauptkabel** gilt:
  „VSt im Rücken, Zählung im Uhrzeigersinn"
- Für die in das Netz führenden **Verzweigerkabel** gilt:
  „Blick in das Kabel, Zählung im Uhrzeigersinn"

Die rechte Doppelreihe Lötstifte beginnt mit dem Paar 1 und endet beim EVs zu 100 DA mit dem Paar 50 (Abb.). Die linke Doppelreihe Lötstifte beginnt beim EVs zu 100 DA mit dem Paar 51 und endet unten mit dem Paar 100. Dabei ist in jeder Doppelreihe jeweils der rechte Lötstift für die a-Adern und der linke Lötstift für die b-Adern bestimmt. Vor dem Anlöten der Adern sind die Adernenden abzuisolieren. Die Adern selbst müssen mit so viel Vorrat ausgerüstet werden, daß sie nach dem Anlöten aller Doppeladern von beiden Seiten zur Mitte hin hochgebogen werden können. Damit die hochgebogenen Kabeladern einen Halt bekommen, sind sie über die ganze Länge verteilt dreimal mit abgebrühtem Nesselband zusammenzubinden.

Die Überprüfung der angelegten Kabeladern erfolgt nach der Kabeladernprüfschaltung.



Geerdeter Endverschluß

Die Kabelverzweiger werden nach den bereitgestellten Plänen entsprechend den vorgegebenen Platznummern mit EVs bestückt. Die Endverschlüsse werden an den in den KVz befindlichen Trageschienen mit Hakenschrauben befestigt.

fernmeldelehrling.de

Zur Lernerfolgssicherung

- Wieviel Sand ist auf die Grabensohle aufzuschütten, damit diese entsprechend den Vorschriften glatt und steinfrei ist?
- Nennen Sie die Regeltiefe eines Kabelgrabens für ein Ok in einem Gehweg.
- Nennen Sie die Regelbreite eines Kabelgrabens für ein Ok durch Privatgelände.
- In welchen Teil des öffentlichen Verkehrsweges sollen Erdkabel vorzugsweise verlegt werden?
- Wie breit muß der vorschriftsmäßige Arbeitsraum zwischen Kabelgraben und Aushubablagerung sein?
- Nennen Sie zwei Bauweisen für das Verlegen von Erdkabeln.
- Geben Sie den zulässigen Umlenkradius für Stahlwellmantel-Kabel an.
- Wieviel steinfreie Erde oder Sand muß beim Verfüllen des Kabelgrabens über dem Kabel eingebracht werden?
- Was wird als Warnschutz bei der Verlegung von Erdkabeln verwendet?
- In welchem Abstand soll der Warnschutz eingebaut werden?
- Nennen Sie die wesentlichen Teile eines EVs.
- Nennen Sie die Zählweise der EVs in Verzweigungseinrichtungen.
- Wie ist die Zählweise der „ankommenden" Kabel geregelt?

- Wie ist die Zählweise der „abgehenden" Kabel geregelt?
- An welchen EVs werden die Verzweigungskabel in einem KVz abgeschlossen?
- Wo befindet sich im Schaltfeld der Stift 50 in einem EVs zu 100 DA?
- Wo befindet sich im Abschlußraum der Stift 1 in einem EVs zu 100 DA?

fernmeldelehrling.de

10 Fernmeldelinien

10.1 Oberirdische F-Linien

Die oberirdische Linie ist die Vereinigung einer oder mehrerer Freileitungen an gemeinsamen Stützpunkten mit allen Einrichtungen zum Führen der Leitungen.

Sie wird im Ortsanschlußliniennetz verwendet. Neue Ortsanschlußlinien werden in Gebieten mit halboffener und offener Bauweise errichtet. Dazu zählen vornehmlich Kleinsiedlungen, Wochenendhausgebiete und abgelegene Gehöfte, außerdem aber auch Dorf-, Gewerbe- und Industriegebiete, wenn die einzelnen Betriebe oder Verwaltungen nicht mehr als 5 Anschlußleitungen im Endausbau benötigen.

Zu den Fernmeldefreileitungen zählen:
- Blankdrahtleitungen,
- Installationskabel mit Zugentlastung und
- Tragseil-Luftkabel.

Als Stützpunkt für Freileitungen dient vor allem der Holzmast. Ferner können im Verlauf einer Fernmeldelinie Mauerhaken an Bauwerken angebracht sein, die ebenfalls als Stützpunkte angesehen werden. Diese Stützpunkte müssen im Stützpunktnachweis erfaßt und angegeben werden.

Ein Stützpunkt wird durch lotrechte und waagrechte Belastungen beansprucht. Die lotrechte Belastung, die sich aus dem Gewicht der Freileitung usw. sowie dem Eigengewicht des Mastes zusammensetzt, wird vom Mast ohne weiteres aufgenommen. Dagegen werden die Masten durch die waagrecht wirkenden Kräfte, zu denen der Winddruck auf die oberirdische Linie und die Zugkräfte der Freileitungen an den Winkelpunkten und Endmasten gehören, erheblich beansprucht.

Nach dem jeweiligen Verwendungszweck der Masten werden unterschieden:

- **Tragmaste,** die lediglich zum Tragen der Fernmeldefreileitungen dienen und nur in gerader Strecke verwendet werden;
- **Winkelmaste,** die bestimmt sind, die Leitungszüge in Winkelpunkten aufzunehmen;
- **Abspannmaste,** mit denen Festpunkte in der Linie eingerichtet werden;
- **Endmaste,** die zur Aufnahme des gesamten einseitigen Leitungszuges dienen.

10.2 Unterirdische F-Linien

Im Gliederungsschema des drahtgebundenen Ortsliniennetzes finden wir oberirdisch und unterirdisch geführte Ortsanschlußlinien.

Mit zunehmender Bebauung und Anschlußdichte wird die Errichtung und Unterhaltung der Fernmeldefreileitungen unwirtschaftlich. Die Fernmeldeleitungen werden dann in der Regel in Erdkabeln geführt. Wegen der höheren Kosten werden nur in Ausnahmefällen Kabelkanalanlagen gebaut, in die dann Röhrenkabel eingezogen werden. Kabelkanalanlagen sind im Prinzip immer unwirtschaftlich.

Gründe, die den Bau einer Kabelkanalanlage rechtfertigen können:

- Mit einer Kabelkanalanlage wird eine gute Trassensicherung erzielt.
- Mehr als 6 Kabel können kaum im Boden nebeneinander ausgelegt werden, und das Übereinanderlegen von Kabeln würde ohnehin besondere Vorkehrungen erfordern.
- Man kann schnell und ohne betriebliche Schwierigkeiten Bereiche mit wechselndem Leitungsbedarf befriedigen.
- Man kann Anliegern und der Öffentlichkeit in Innenstädten, Fußgängerzonen und sonstigen Ballungszonen nicht fortlaufend Aufbrüche, Sperrungen usw. zumuten.

fernmeldelehrling.de

Zur Lernerfolgssicherung

- **Nennen Sie verschiedene Verwendungszwecke für Fernmeldemasten.**
- **Was versteht man unter einem Stützpunkt für oberirdische Linien?**
- **Nennen Sie verschiedene Arten von Fernmeldefreileitungen.**
- **Welche besonderen Gründe rechtfertigen den Bau einer Kabelkanalanlage?**
- **Aus welchen Gründen werden oberirdische Fernmeldelinien verkabelt?**

11 Maßnahmen zum Bau von Fernmeldelinien

11.1 Planung

Jede Erweiterung oder Veränderung in einem Ortsnetz erfordert eine Planung. Zuständig hierfür ist die Dienststelle „Planungsstelle für Linientechnik" (PIL). Die Vorschriften für die Ortsnetzplanung finden wir in der Fernmeldebauordnung 1 (FBO).

Die Ortsnetzerweiterungen werden im Rahmen eines Bauvorhabens (Bvh) abgewickelt. Für ein Bauvorhaben, dessen Kosten 5000 DM im Einzelfall nicht überschreiten, wird eine Bauübersicht (BÜ) aufgestellt. Bei einer Bausumme von mehr als 5000 DM wird ein Bauanschlag (BA) aufgestellt.

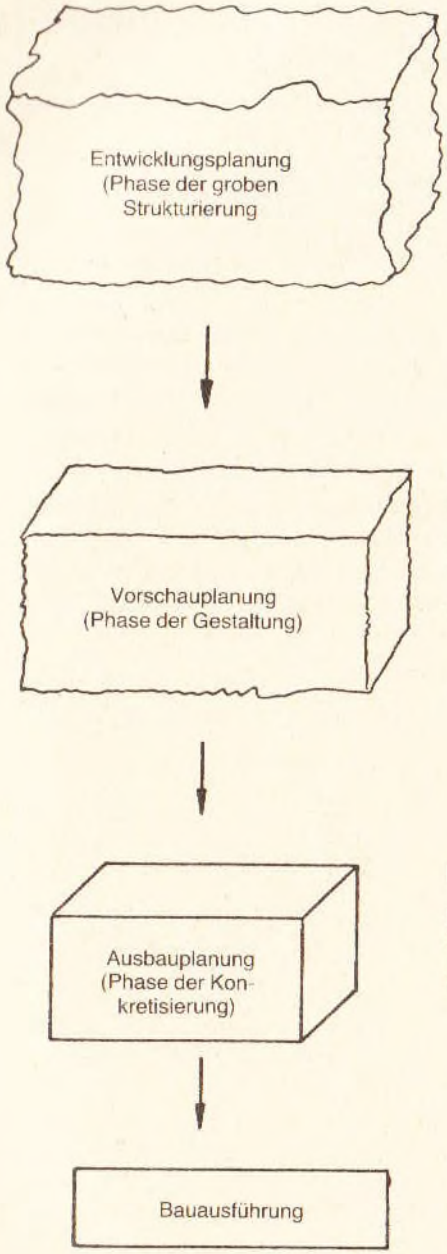
Zuständig für die Veranlassung einer BÜ ist der BBz,

- wenn im Verzweigungskabelnetz Vorratsadern in unmittelbarer Nähe des zu versorgenden Grundstückes vorhanden sind und
- die Zuführung zu einem Grundstück an eine in unmittelbarer Nähe vorhandene oder vorgesehene Ortsanschlußlinie aus örtlichen oder wirtschaftlichen Gründen ausgeführt werden muß (Ausbauwunsch).

In allen übrigen Fällen ist die DSt PIL zuständig.

Die Skizze zeigt informatorisch die Planungsphasen für eine spätere Netzerweiterung.

fernmeldelehrling.de



Planungsphasen

11.2 Auskundung

Die Auskundung hat die Aufgabe, die Linienführung für geplante Bauvorhaben festzulegen, die erforderlichen Unterlagen für die Wegesicherung, den Bauanschlag und die Bauausführung zu beschaffen und örtliche Besonderheiten zu ermitteln, die beim Bau der geplanten Anlagen zu berücksichtigen sind. Die Auskundung wird stets an Ort und Stelle vorgenommen.

Auszukunden sind

- die Führung der geplanten Fernmeldelinie,
- Einzelheiten der Bauweise,
- die Beschaffenheit des Geländes, des Bodens und der Wegeoberfläche.

Bei der Auskundung sind alle Angaben zu ermitteln und die Unterlagen für die Bestellung des benötigten Fernmeldebauzeugs sowie für die Bauausführung zu ergänzen.

Fernmeldelinien sollen so geführt werden, daß sie keine Gefahr für den Verkehr bilden und möglichst wenig durch den Verkehr gefährdet werden, daß sie betriebssicher sind und die Herstellungs- und Unterhaltungskosten möglichst niedrig liegen.

In der Regel ist der kürzeste Weg zu wählen.

Von der kürzesten Wegestrecke kann abgewichen werden, wenn z. B. bei einer anderen Linienführung

- die Fernmeldelinie wirtschaftlicher unterhalten werden kann,
- vermieden wird, daß die Fernmeldelinie bei späteren Straßenbauarbeiten verlegt werden muß,
- größere Sicherheit für den dauerden Bestand der Fernmeldeanlage erreicht wird,
- Einflußbereiche von Starkstromanlagen oder Gebiete besonderer Blitzgefährdung umgangen werden,
- das Aufbrechen und Wiederherstellen hochwertiger Wegeoberflächen wegfällt,
- Kabel wirtschaftlich zusammengefaßt werden können.

11.3 Wegesicherung

Die Wegesicherung hat die Aufgabe, die rechtlichen Grundlagen für die Ausführung der geplanten Fernmeldelinie zu schaffen und ihre Linienführung endgültig festzulegen. Für Verkehrswege wird die Wegesicherung durch das Planfeststellungsverfahren nach dem TWG bewirkt.

fernmeldelehrling.de

Wenn auf Privatgrundstücken Fernmeldeanlagen untergebracht werden sollen, für die die Grundstückseigentümererklärungen zur Bestandsicherung nicht ausreichen, oder wenn Privatgrundstücke benutzt werden sollen, für die keine Grundstückseigentümererklärungen vorliegen, so sind zur Wegesicherung Gestattungsverträge abzuschließen.

Für Fernmeldelinien dürfen in Anspruch genommen werden

- der Luftraum über Privatgrundstücken,
- öffentliche Wege, Plätze, Brücken und
- die öffentlichen Gewässer sowie deren Ufer.

Bei oberirdisch geführten Fernmeldelinien ist bei der Auswahl der Fernmeldemasten deren Länge so zu bemessen, daß die Mindestabstände der Freileitungen zum Erdboden und zu fremden Anlagen eingehalten werden können.

Abstand der untersten Freileitung vom Erdboden an der Stelle des größten Durchhangs (Hinzutritt neuer Leitungen berücksichtigen!):

- neben **Straßen und Wegen 3,5 m,**
- neben **Eisenbahnstrecken** ohne elektrische Zugförderung **2,5 m,**
- über **Straßen, Wegen und Einfahrten 5,0 m** über der Wegeoberfläche,
- über **Eisenbahnstrecken** ohne elektrische Zugförderung **6,0 m** über der Schienenoberkante,
- über **Flüssen 5,0 m** über dem Wasserspiegel.

Zur Lernerfolgssicherung

- **Welche Dienststelle plant eine Ortsnetzerweiterung?**
- **Bis zu welcher Bausumme wird eine Bauübersicht aufgestellt?**
- **Wann ist der Baubezirk für das Aufstellen einer BÜ zuständig?**
- **Nennen Sie das Ergebnis einer Auskundung.**
- **Welche Aufgaben hat die Auskundung?**
- **Welche Trasse darf für eine Fernmeldelinie in Anspruch genommen werden?**
- **In welchen Fällen kann von der kürzesten Strecke für eine Leitungsführung abgewichen werden?**
- **Welcher Sicherheitsabstand einer Fernmeldefreileitung muß über einer Einfahrt eingehalten werden?**

fernmeldelehrling.de

12 Maßnahmen zur Sicherung von Fernmeldelinien

12.1 Instandhalten des Fernmeldeliniennetzes

Die Fernmeldelinien sind **verkehrssicher** und **betriebsfähig** zu erhalten.

Dieses Ziel wird durch regelmäßige und nichtregelmäßige Instandhaltungsarbeiten erreicht.

Instandhaltungsarbeiten sind:

- Oberirdische Linien instandhalten.
- Kabelkanalanlagen auf baulichen Zustand prüfen.
- Kabelkanalanlagen im Rahmen der Verkehrssicherheit prüfen.
- Erdungsanlagen und Überspannungsschutzeinrichtungen an Ortskabelanlagen instandhalten.
- Überspannungsableiter auswechseln.

12.1.1 Oberirdische Linien instandhalten

Oberirdische Linien, die sich nicht in einem einwandfreien Zustand befinden, können Personen gefährden und erheblichen Sachschaden verursachen. Alle oberirdischen Linien sind deshalb in regelmäßigen Abständen anhand der Vorschriften in der FBO 17 zu prüfen. Festgestellte Mängel sind möglichst umgehend zu beseitigen. Maste, bei denen unmittelbare Gefahr für Stand- und Verkehrssicherheit besteht, sind sofort zu sichern und auszuwechseln.

Die mit dem Grundschutz in den Masten eingebrachten Holzschutzmittel stehen vor allem im Erdboden unter ständiger Feuchtigkeitsbeanspruchung. Die Feuchtigkeit bewirkt im Laufe von Jahren vor allem bei Holzschutzmitteln, die in wäßriger Lösung eingebracht wurden, eine Verringerung des Holzschutzmittelgehaltes in dem von Holzschädlingen am stärksten gefährdeten Erd-/Luftbereich. Es ist daher erforderlich, diese Holzschutzmittelmenge von Zeit zu Zeit zu ergänzen.

Nachgeschützt werden alle standsicheren, mit Salzgemisch getränkten Masten.

Nicht nachgeschützt werden:

- steinkohlenteerölgetränkte Holzmaste und Streben,
- Leitungsmaste und Streben, die einen quadratischen Fußnagel mit der Prägung 800 und Jahreszahl tragen (teerölgetränkter Mastfuß),
- alle Maste solcher Stützpunkte, die nach FBO nicht zur Regelbauweise gehören.

Die Instandhaltungsfristen für oberirdische Linien betragen:

- Oberirdische Linien instandhalten 6 Jahre
- Oberirdische Linien nachschützen 12 Jahre

Bauwerke von Kabelkanalanlagen sind statischen und dynamischen Belastungen ausgesetzt, die sich auf den Zustand des Gesamtbauwerks oder einzelner Teile auswirken können. Die Bauwerke müssen deshalb in regelmäßigen Abständen überprüft werden.

Kabelkanalanlagen befinden sich in der Regel in öffentlichen Verkehrswegen. An der Wegeoberfläche liegende mangelhafte Teile können die ordnungsgemäße Benutzung der Verkehrswege erschweren und Unfälle verursachen. Im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht sind deshalb alle Kabelkanalanlagen jährlich zu überprüfen. Die Prüfung bezieht sich auf die sichtbaren Teile der Kabelkanalanlage (Oberfläche von Kabelschächten, Abzweigkästen und deren unmittelbarer Umgebung).

Die Erdungsanlagen und Überspannungsschutzeinrichtungen werden in regelmäßigen Abständen von 6 Jahren überprüft. Die Überspannungsableiter (ÜsAg) sind mit einem leicht radioaktiven Stoff aktiviert. Über ihre Behandlung wurden besondere Einzelvorschriften erlassen.

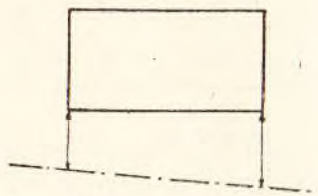
ÜsAg dürfen nicht beschädigt werden!

12.2 Feststellen von Kabellagen

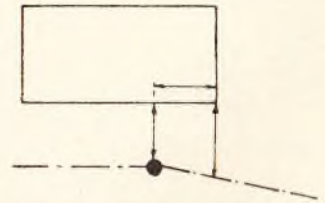
Anstelle der Linien- und Zeichenstelle müssen oft auch FHandw neu verlegte Fernmeldeanlagen einmessen. Diese Aufnahmen dienen zu Berichtigung oder Ergänzung der Planunterlagen; sie müssen deshalb mit ganz besonderer Sorgfalt vorgenommen werden.

12.2.1 Aufmeßbeispiele für unterirdische Fernmeldelinien

Die Maße werden rechtwinklig zu den Festpunkten oder zu den Geraden zwischen zwei Festpunkten (Standlinie), nicht etwa rechtwinklig zur Kabellinie, genommen.

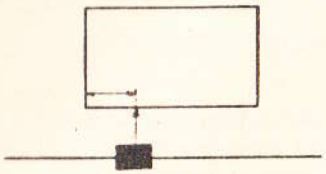


Erdkabel einmessen

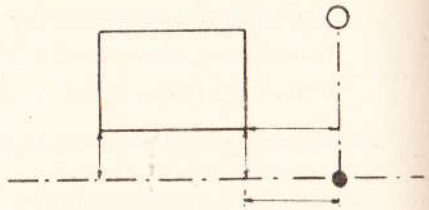


Erdkabellötstelle einmessen

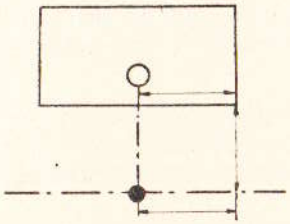
fernmeldelehrling.de



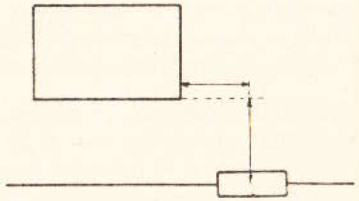
Abzweigkasten einmessen



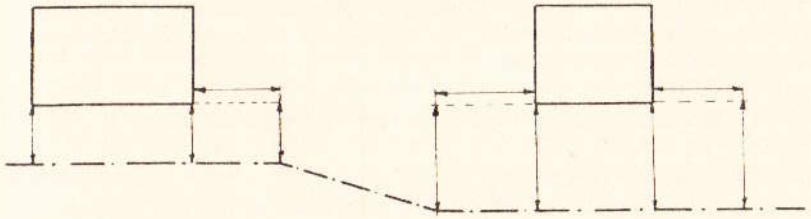
Kabellage und Lötstelle einmessen



Lötstelle und Hauseinführung einmessen



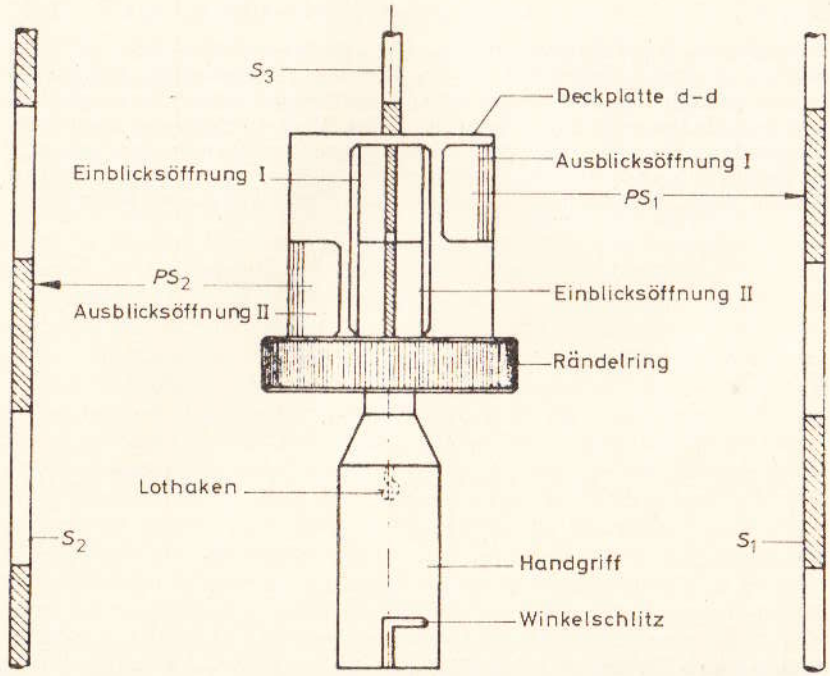
Kabelschacht einmessen



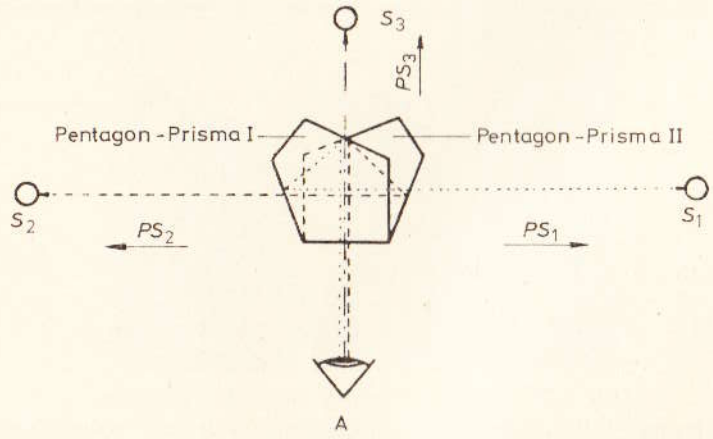
Kabellage einmessen

Als Hilfsmittel für das Einmessen von Kabellagen steht das Doppel-Pentagon zur Verfügung.

Das Doppel-Pentagon mit Drehverschluß dient zum Abstecken von Winkeln von 90° und 180°. Es besteht aus zwei in einem Metallgehäuse übereinander angeordneten fünfseitigen Prismen (Pentagon-Prismen). Durch Drehen am Rändelring werden die Ein- und Ausblicksöffnungen freigelegt.



Doppel-Pentagon

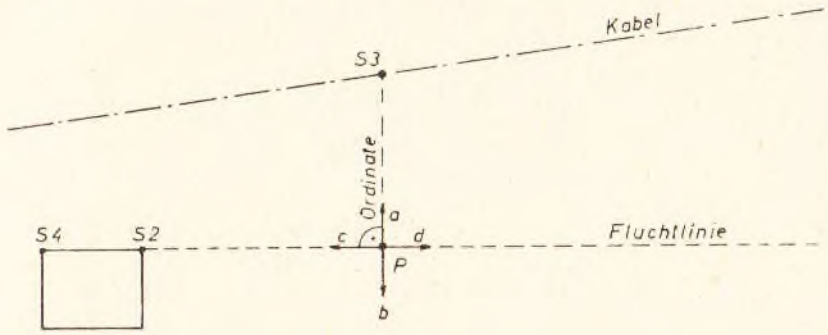


Pentagon-Prisma

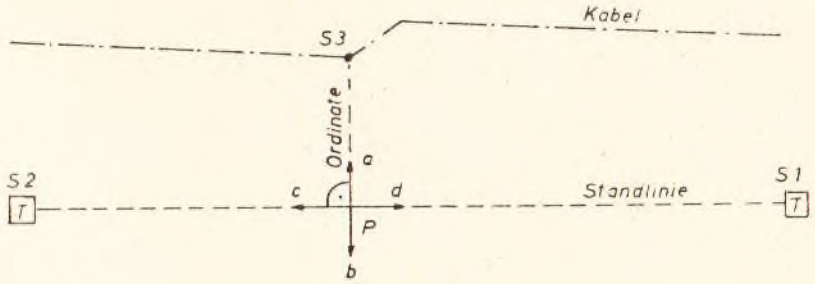
fernmeldelehrling.de

Beispiele:

Einwinkeln auf eine Fluchtlinie: Die Fluchtstäbe S 4 und S 2 stellen die beiden Ecken einer Hausfront, Mauer oder dgl. dar. Um den Fluchtstab S 3 einzuwinkeln, stellt man sich mit dem Pentagon ungefähr auf den Fußpunkt der Ordinate von S 3 und ändert seine Stellung durch Vor- und Rückwärtsschreiten auf der Strecke a-b so lange, bis die Bilder der Fluchtstäbe S 4 und S 2 sich in der Einblicksöffnung decken. Dann bewegt man sich auf der Strecke c-d so lange, bis das gemeinsame Bild der Fluchtstäbe S 4 und S 2 und der über die Deckplatte des Pentagons angeschnittene Fluchtstab S 3 eine Gerade bilden.



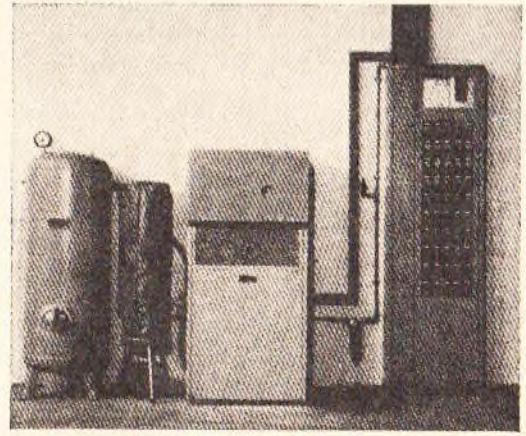
Einwinkeln auf eine Standlinie: Die Fluchtstäbe S 1 und S 2 stellen den Anfang und das Ende einer Standlinie dar. Um den Fluchtstab S 3 einzuwinkeln, stellt man sich mit dem Pentagon ungefähr auf den Fußpunkt der Ordinate S 3 und ändert seine Stellung durch Vor- und Rückwärtsschreiten auf der Strecke a-b so lange, bis die Bilder der Fluchtstäbe S 1 und S 2 in den Einblicksöffnungen aneinander anschließen. Dann bewegt man sich auf der Strecke c-d so lange, bis die in den Einblicksöffnungen sichtbaren Bilder der Fluchtstäbe S 1 und S 2 mit dem über die Deckplatte des Pentagons angeschnittenen Fluchtstab S 3 eine Gerade bilden.



Sind Kabellagen aus einem Lageplan nicht genau ersichtlich, so kann mit Hilfe eines Kabel- und Auslesegerätes Ortslage und Kabeltiefe ermittelt werden. Die Handhabung wird in der Betriebsanleitung beschrieben.

12.3 Druckluftüberwachung von Kabeln

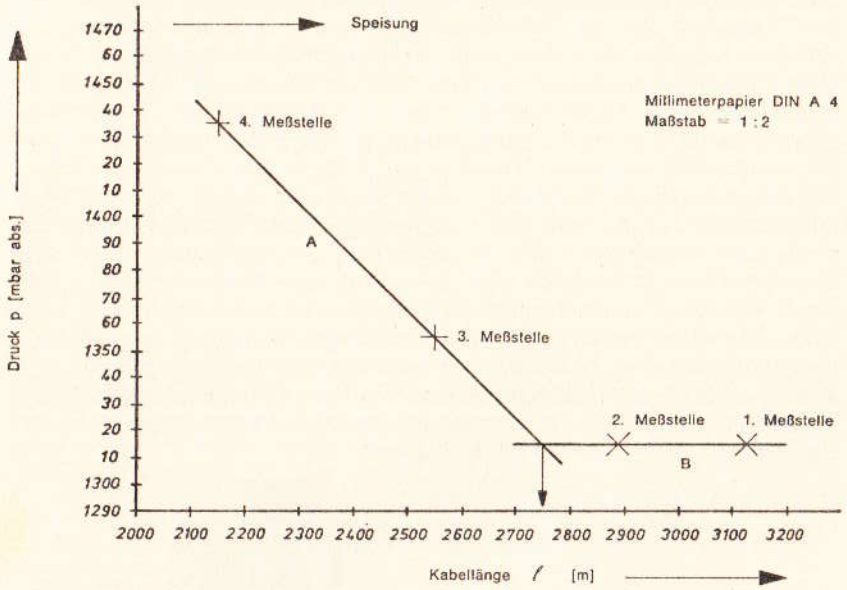
Um die eingebauten Haupt- und Ortsverbindungskabel (außer im Nahbereich) während des Betriebes unter Kontrolle zu halten, d. h. festzustellen, ob die Kabelmäntel luftdicht sind, werden im Kabelaufteilungsraum der Vermittlungsstellen sogenannte „stationäre Druckluftprüf- und Trocknungsanlagen zur Kabelüberwachung" eingesetzt. 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 in einem geeigneten Raum angezeigt. Der zu dieser Anlage gehörende Kompressorteil mit den erforderlichen Aggregaten zur Erzeugung der Trockenluft und die Verteilungstafel für die Druckluftüberwachung der einzelnen Kabel befinden sich gewöhnlich im Kabelaufteilungsraum der OVSt (Abb.). Die Kabel werden einzeln über Druckventile, die sich vor den Sperrstopfen 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 oder dem sonstigen Raum sofort durch eine Lampe und einen Wecker angezeigt. Aus dieser Anzeige ist zu erkennen, welches Kabel undicht geworden ist. Es kann sofort mit der Fehlerortung 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.**



Gesamtübersicht der stationären Druckluftprüf- und Trocknungsanlage im Kabelaufteilungsraum
links: der Kompressorschrank
rechts: die Verteilertafel

fernmeldelehrling.de

Um eine Fehlerortung durchführen zu können, sind in der Kabelstrecke in einem Teil der Verbindungsmuffen Meßventile eingebaut. Mit Hilfe eines Fehlerortungsmanometers wird vom Ende der Kabelstrecke her der Luftdruck der einzelnen Meßventile festgestellt und grafisch aufgetragen. Auf diese Weise entsteht eine **Druckverlaufskurve,** aus der die Kabelleckstelle ermittelt werden kann. In der Abbildung liegt die Fehlerstelle bei ca. 2750 m. Man findet den Punkt in der Grafik, indem man den Schnittpunkt der Geraden A und B auf die waagerechte Achse ortet.



Druckverlaufskurve

Zur Lernerfolgssicherung

- **Nennen Sie einige Instandhaltungsarbeiten am Fernmeldeliniennetz.**
- **Welche Gefahren sind von einer oberirdischen Linie zu befürchten, wenn sie sich nicht in einem einwandfreien Zustand befindet?**
- **In welchem Bereich ist ein Mast am stärksten gefährdet?**
- **Welche Masten werden nicht nachgeschützt?**
- **Was sagt der quadratische Bezeichnungsnagel** $\frac{800}{81}$ **aus?**
- **Welche Instandhaltungsfristen sind bei oberirdischen Linien zu beachten?**
- **Welche Arbeiten sind im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht bei KK-Anlagen zu verrichten?**
- **Auf welche Teile bezieht sich die Prüfung bei der Verkehrssicherungspflicht?**
- **Wann werden Überspannungsschutzeinrichtungen überprüft und ausgewechselt?**
- **Nennen Sie zum Einmessen geeignete Festpunkte.**
- **Nennen Sie Hilfsmittel zum Einmessen von Kabeln.**
- **Welches Gerät steht als Hilfsmittel zur Verfügung, wenn eine Kabellage nicht eindeutig aus dem Lap entnommen werden kann?**

fernmeldelehrling.de

13 Aufbau der Ortsnetze

13.1 Bestandteile der Ortsnetze

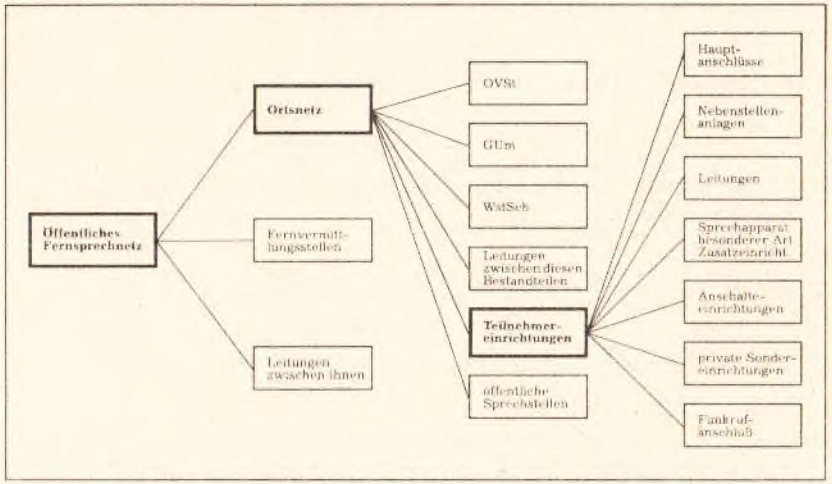
Die Ortsnetze bilden die untere Netzebene des öffentlichen Fernsprechnetzes der DBP. In der **Fernmeldeordnung** (§ 2) werden das öffentliche Fernsprechnetz und das Ortsnetz wie folgt beschrieben: Das öffentliche Fernsprechnetz besteht aus den Ortsnetzen, den Fernvermittlungsstellen und den Leitungen zwischen ihnen.

Die **Ortsnetze** bestehen aus:

- einer oder mehreren Ortsvermittlungsstellen,
- den Gemeinschaftsumschaltern,
- den Wählsterneinrichtungen,
- den Leitungen zwischen diesen Bestandteilen,
- den Teilnehmereinrichtungen,
- den öffentlichen Sprechstellen.

Die folgende Abbildung stellt schematisch die Zusammenhänge zwischen der Gestaltung des öffentlichen Fernsprechnetzes, dem Ortsnetz und den Teilnehmereinrichtungen dar.

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

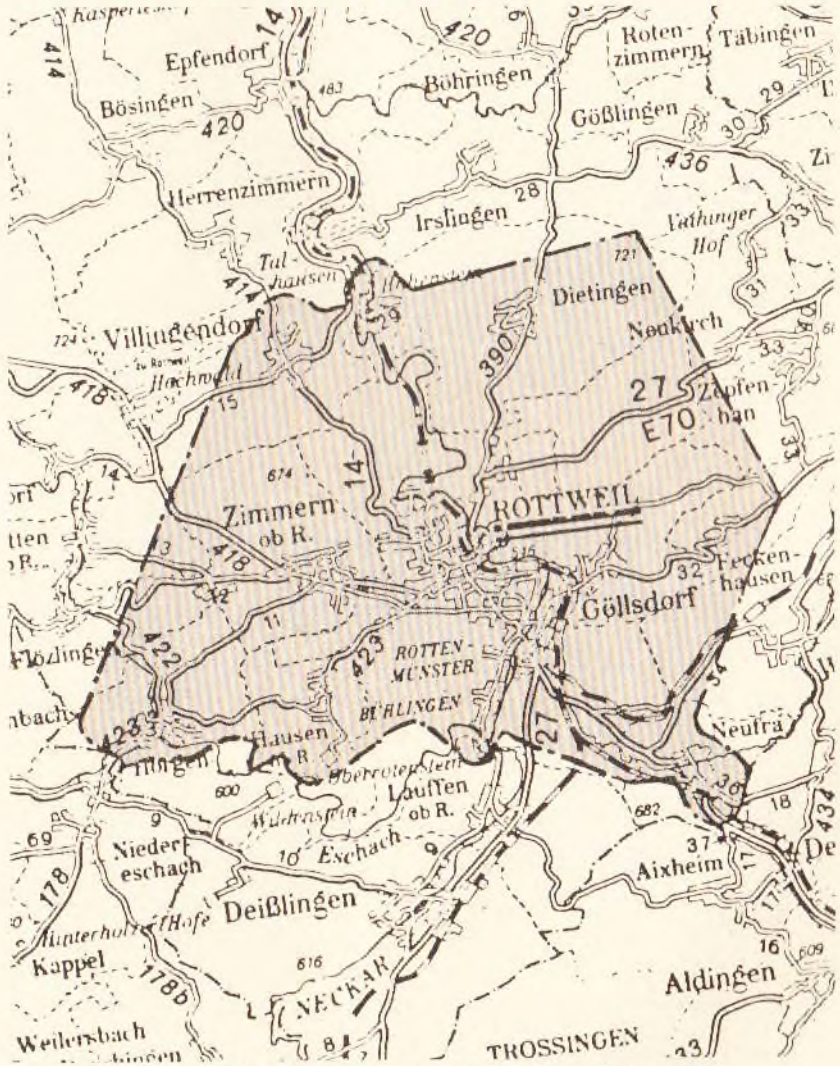


Schematische Darstellung des öffentlichen Fernsprechnetzes

Ortsnetz = Anschlußbereich

die Ortsanschlußlinien 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 viele OVSt in einem Ortsnetz erforderlich.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine flächenmäßige Darstellung eines Ortsnetzes mit einer OVSt und ihrem Ortsnetzbereich.

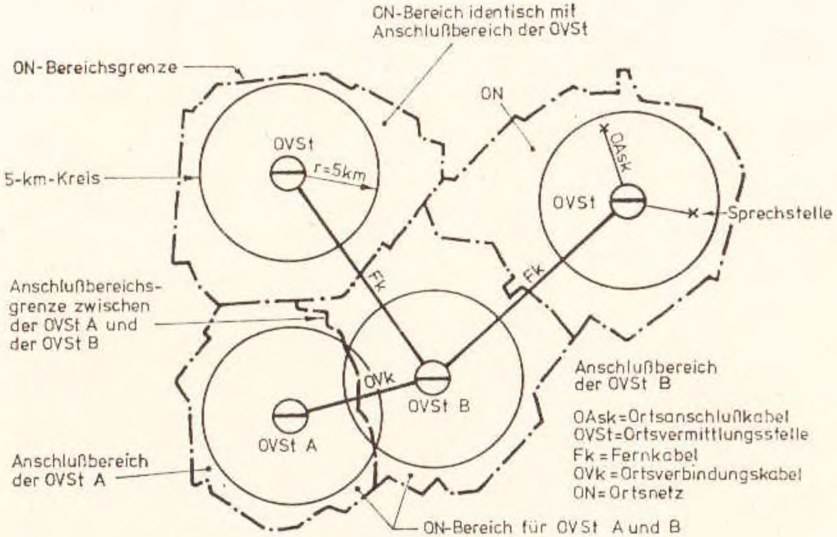


Flächenmäßige Darstellung eines Ortsnetzes mit einer OVSt

fernmeldelehrling.de

Befinden sich in einem Ortsnetz mehrere VStn, so hat jede VSt ihren eigenen Anschlußbereich.

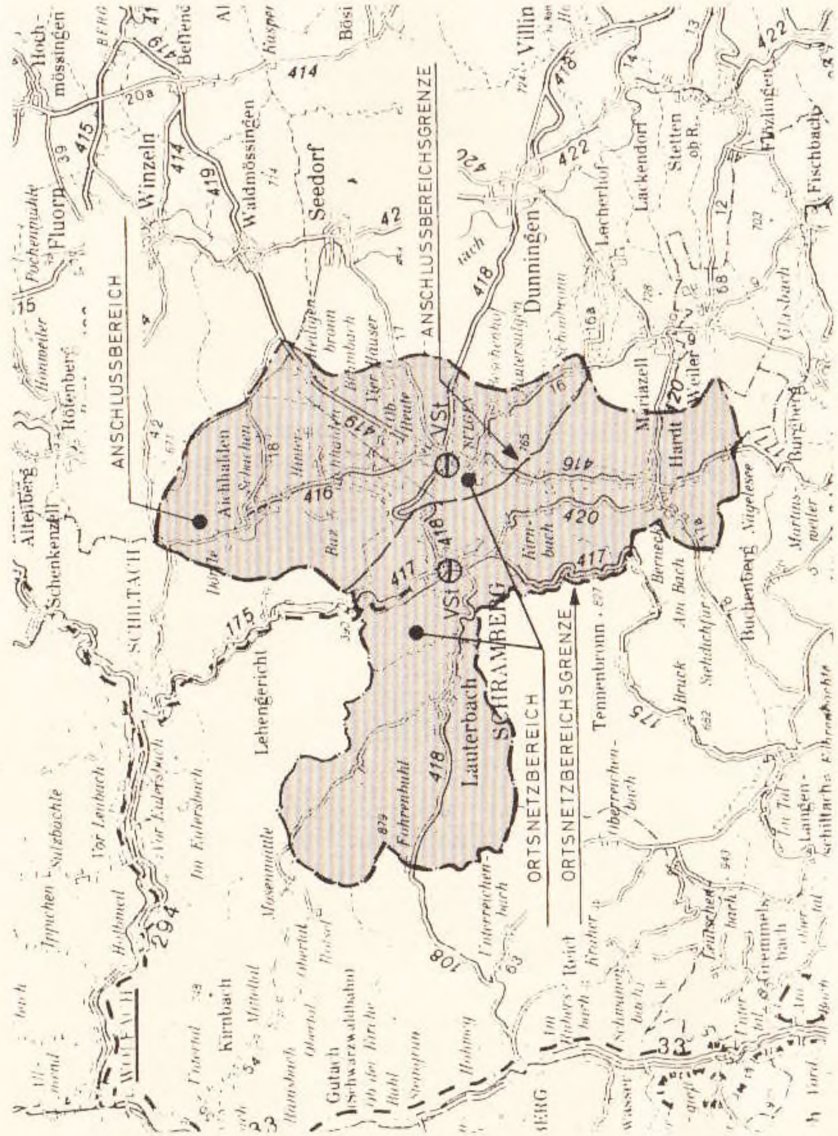
Die Beispiele zeigen Ortsnetze mit mehreren Vermittlungsstellen und ihre jeweiligen Anschlußbereiche.



Schematische Darstellung der Ortsnetz- und Anschlußbereiche

APL= Abschlußpunktlinie

OVSt – LVz -> Hk
" – kVz -> "
" – APL -> "
LVz – APL -> Hk
LVz – kVz -> "
kVz – APL -> Vzk
LVz – LVz -> Qk
kVz – kVz -> Qk
LVz – kVz -> Qk
OVSt – OVSt -> Ovk



Flächenmäßige Darstellung eines Ortsnetzes mit mehreren VStn

Im Nahbereich einer VSt werden die Endeinrichtungen unmittelbar mit dem Hauptverteiler über das **starre Netz** verbunden.

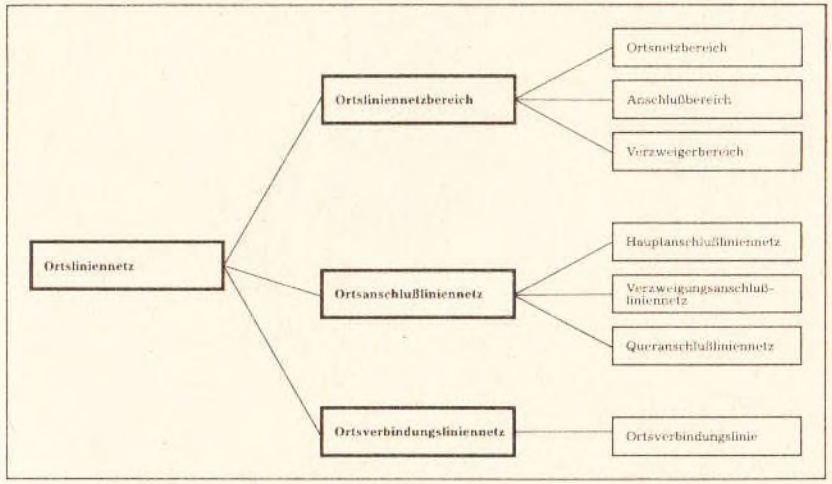
fernmeldelehrling.de

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.

Ferner sollten wir einen Überblick über die nachstehenden Begriffe haben:

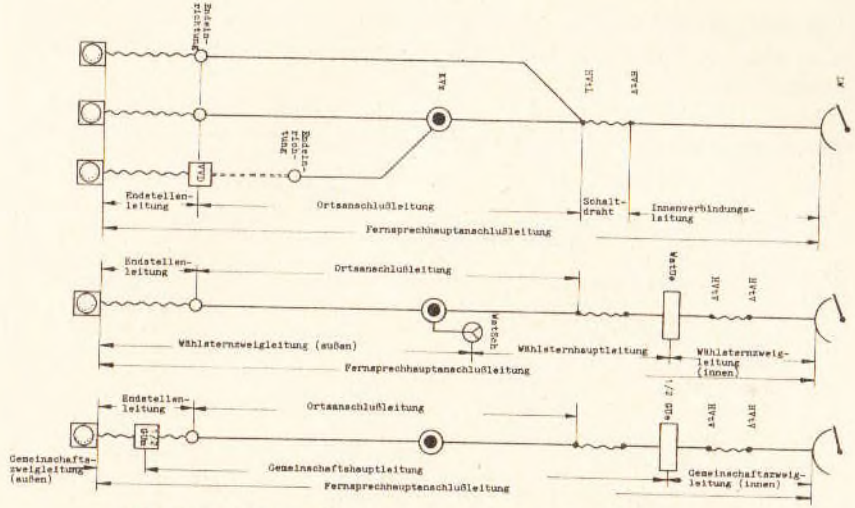
- **Ortslinien,**
- **Ortsanschlußliniennetz,**
- **Ortsverbindungsliniennetz** und
- **Ortsliniennetzbereich.**

Ortslinien sind Linien, deren Endpunkte innerhalb des Ortsnetzbereiches liegen, wobei mindestens einer der beiden Endpunkte eine OVSt ist. Die Ortslinien unterteilen sich hinsichtlich ihres Verwendungszwecks in Ortsanschluß- und in Ortsverbindungslinien, wobei es sich jeweils um Kabel-, Funk- und Blankdrahtlinien handeln kann. Die Abbildung gibt einen schematischen Überblick über das drahtgebundene Ortsliniennetz.



Schematische Darstellung des drahtgebundenen Ortsliniennetzes

Zur Vertiefung der Zusammenhänge geben wir in nachfolgender Übersicht eine Zusammenstellung der Leitungen der drahtgebundenen Fernmeldeeinrichtungen an die OVSt.



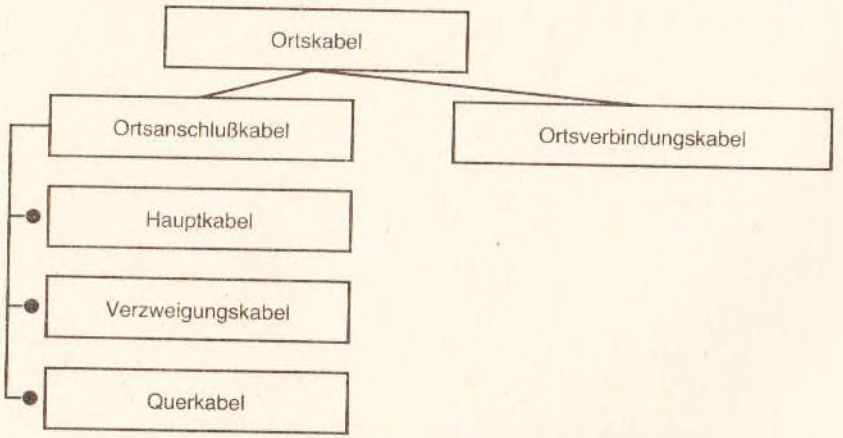
Zusammenstellung der Leitungen im Ortsanschlußliniennetz

13.2 Ortskabelnetz

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

- **im Ortsnetz die Ortskabel (Ok)**
- **im Ortsanschlußliniennetz die Ortsanschlußkabel (OAsk)**
- **im Ortsverbindungsliniennetz die Ortsverbindungskabel (OVk)**

Die Ortsanschlußkabel werden noch weiter unterschieden. Die Unterteilung kann aus folgendem Gliederungsschema entnommen werden.



fernmeldelehrling.de

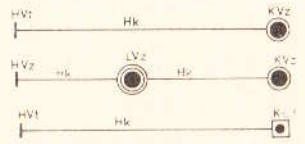
Die Führung von Hauptkabeln (Hk), Verzweigungskabeln (Vzk), Querkabeln (Qk) und Ortsverbindungskabeln (OVk) kann aus nachstehenden Übersichten ersehen werden.

Hauptkabel führen:

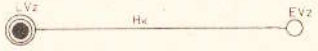
a) vom Hauptverteiler (HVt) zum Kabelverzweiger (KVz)

b) vom HVt über Linienverzweiger (LVz) zum KVz

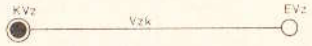
c) vom HVt zu den Endeinrichtungen (Endverzweiger [EVz] bzw. Kabelüberführungen [KÜf])



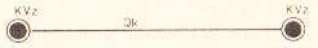
d) vom LVz zu den Endeinrichtungen



Verzweigungskabel führen:
vom KVz zu den Endeinrichtungen

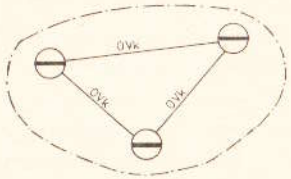


Querkabel (Qk) sind Ortsanschlußkabel (OAsk), die gleiche Verzweigungseinrichtungen miteinander verbinden

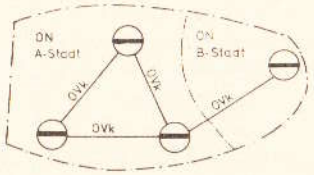


Ortsverbindungskabel verbinden:

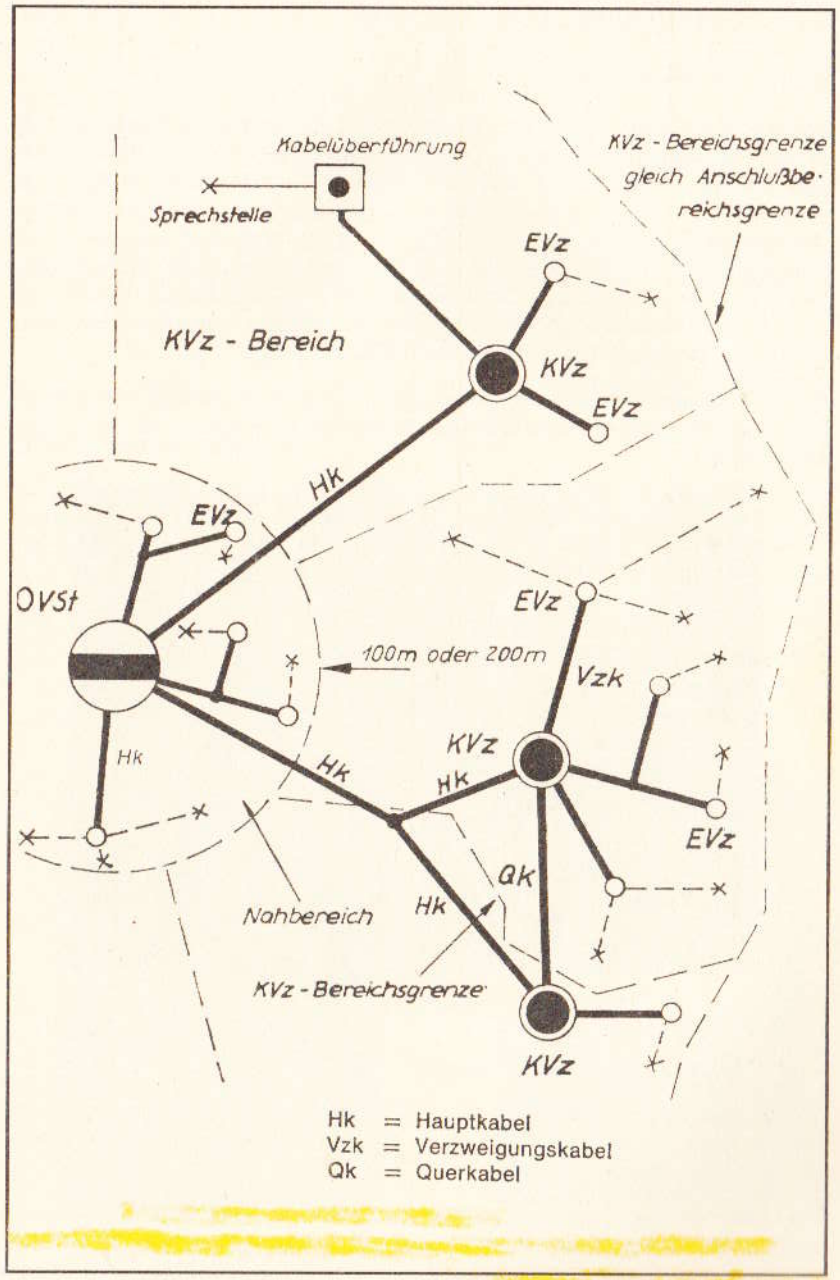
a) die Ortsvermittlungsstellen (OVSt) eines Ortsnetzes (ON)



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



Welche Kabel befinden sich zwischen welchen Bauteilen bzw. OVSt?



Ortsanschlußnetz mit mittlerer Leitungsdichte

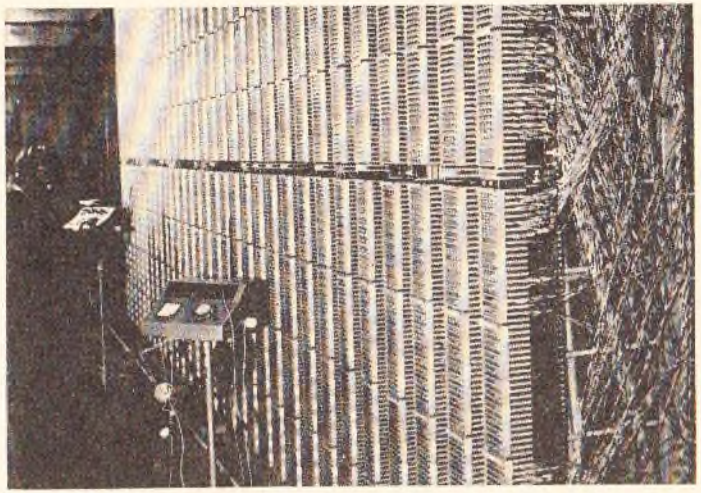
fernmeldelehrling.de

13.3 Schaltpunkte im Ortsnetz

13.3.1 Hauptverteiler

Der Hauptverteiler (Abb.) 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 HVt hat eine senkrechte und eine waagerechte Seite. Auf der senkrechten Seite werden die Ortsanschlußleitungen und Ortsverbindungsleitungen abgeschlossen.** Auf der **waagerechten** Seite enden die Leitungen zu den technischen Einrichtungen.

An der senkrechten Seite des HVt beginnt der Wirkungsbereich des Fernmeldebaudienstes und endet bei der Endstelle. Endstellen sind Fernmeldeeinrichtungen.



Hauptverteiler 71

13.3.2 Verzweigungseinrichtungen

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

Der Linienverzweiger 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. 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 werden. Künftig werden daher LVz in der Regel nur noch vorübergehend in unmittelbarer Nähe als Übergangsmaßnahme aufgestellt.

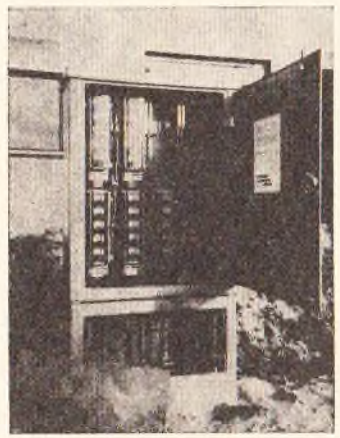
Linienverzweiger sind Schaltpunkte im Hk-Netz. Kabelverzweiger sind Schaltpunkte zwischen Hk und den Vzk eines Verzweigerbereiches.

Verzweigungseinrichtungen ermöglichen

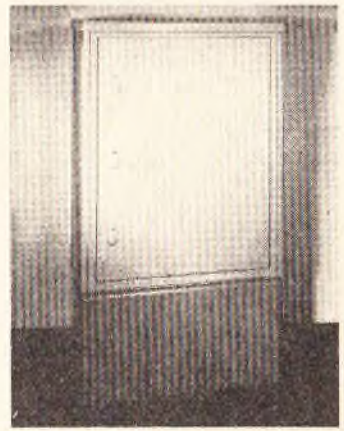
- die Einsparung von Stromkreisen zwischen Verzweigungseinrichtungen und Hauptverteiler, weil die Leitungen besser ausgenutzt werden können,
- die Schaltung von sonstigen Leitungen, deren Endpunkte innerhalb des gleichen Bereiches liegen, unter Umgehung des HVt,
- die Ausrichtung des OAsL-Netzes auf den Standort einer künftigen OVSt.

13.3.3 Kabelverzweiger

Der Kabelverzweiger (KVz) wird an den Übergangsstellen von Hauptkabeln zu Verzweigungskabeln am Anfang ihres Versorgungsbereichs 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 eingeführten Hauptkabeladern zu den Verzweigungsadern beträgt **etwa 1 : 1,4.**



Eingebauter KVz-Sockel 78 mit KVz-Gehäuse

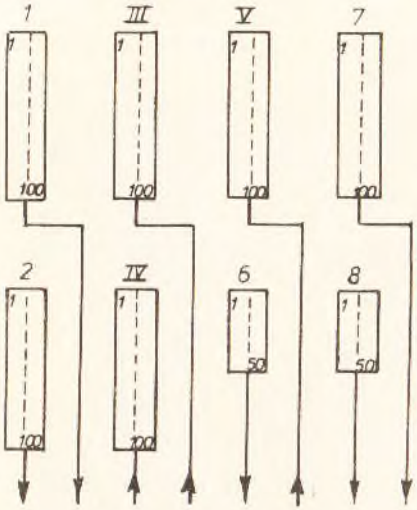


KVz-Gehäuse 59 aus Kunststoff

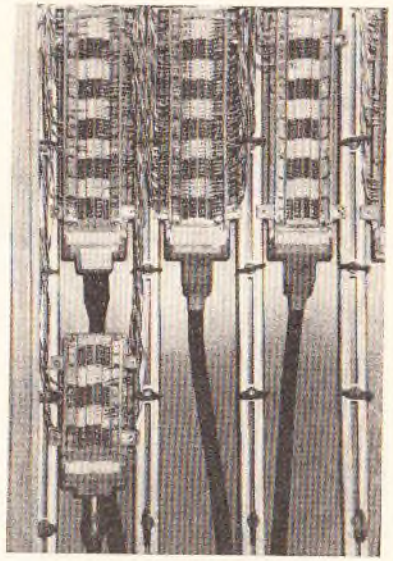
fernmeldelehrling.de

Im Jahre 1959 wurde der Norm-KVz 59 entwickelt, der mit den aus Kunststoff hergestellten Endverschlüssen 58, 58a oder 72 ausgerüstet werden kann. Der KVz hat 4 Buchten und kann bis zu 800 DA aufnehmen. Ist im KVz-Gehäuse auch noch ein Wählsternschalter unterzubringen, so muß hierfür eine Buchte freigehalten werden.

Im KVz werden die EVs für das Hauptkabel mit römischen Ziffern und die EVs für die Verzweigungskabel mit arabischen Ziffern näher gekennzeichnet. Die Planungsrichtlinien schreiben eindeutig vor, wie die Endverschlüsse im Kabelverzweiger anzuordnen sind. In nachfolgender Abbildung ist eine von mehreren Möglichkeiten dargestellt.



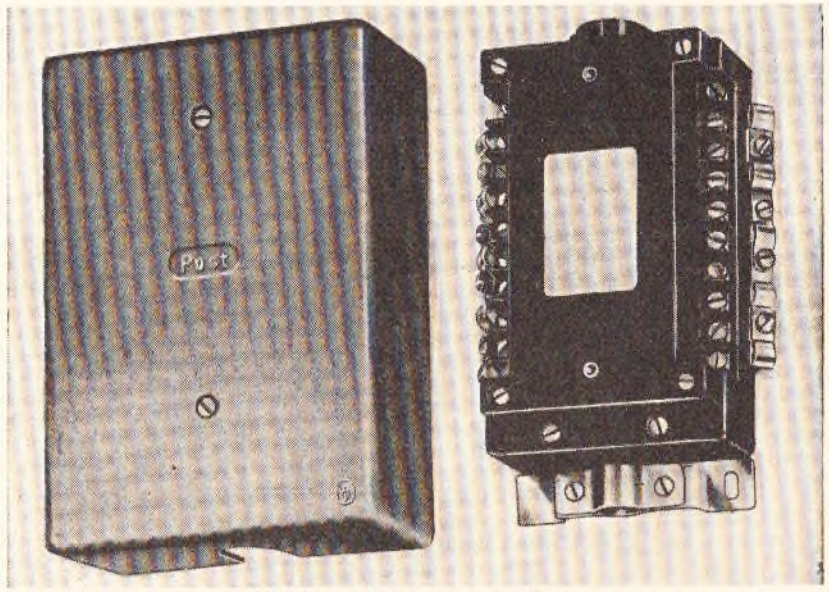
Beispiel für die Anordnung der EVs 58a oder EVs 72 im KVz 59



Endverschluß 58a für Ortskabel
oben links: Lötstutzen und Schrumpfschlauch;
unten links: Lötstutzen und Lötplombe;
Mitte und rechts: Kunststoffstutzen, Kabel mit Gießharz festgelegt

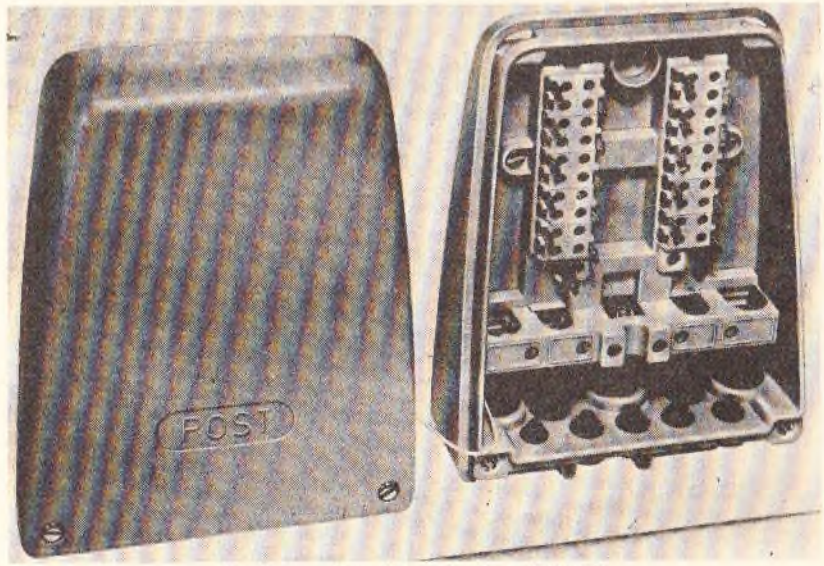
13.3.4 Endeinrichtungen

Die Endeinrichtungen sind die Endschaltpunkte für einen fest zu versorgenden Bereich. Je nach Verwendungsort unterscheiden wir Endverzweiger für Außenbau (EVza) und Endverzweiger für Innenbau (EVzi). An diese EVz werden die Teilnehmereinrichtungen unmittelbar über die Leitungsführung oder über Installationskabel angeschlossen.



EVzi 57a zu 10 DA mit Schutzkappe

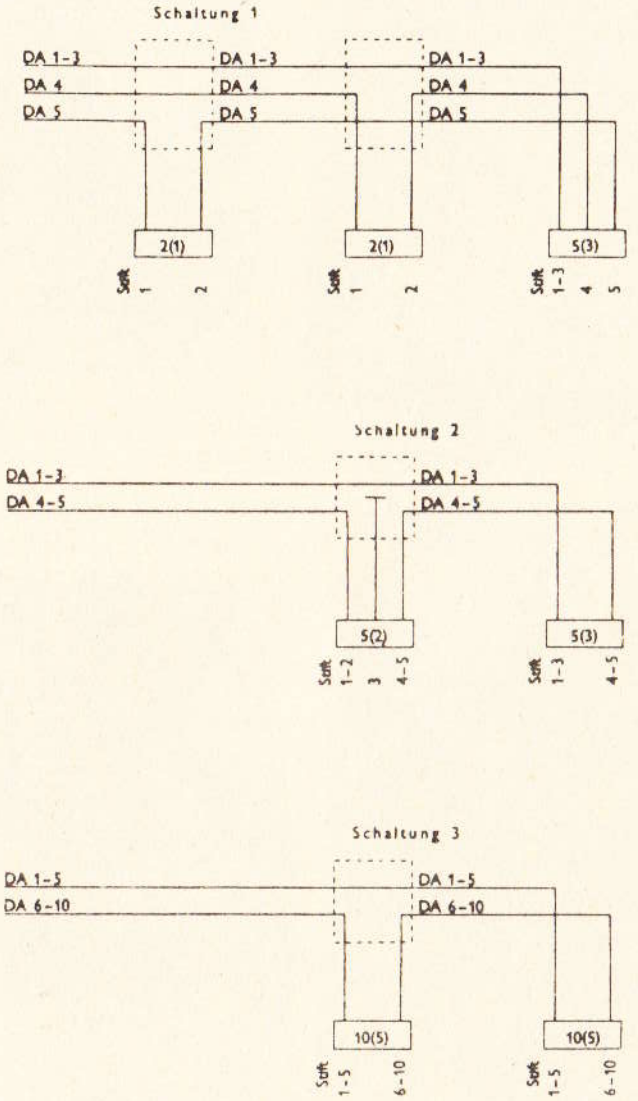
An die Stelle des EVz 57 treten für den gleichen Zweck entwickelte Endverzweiger für den Außenbau 72 zu 10 DA und neuerdings der EVz 78.



Endverzweiger für Außenbau (EVz 78)

fernmeldelehrling.de

Zur wirtschaftlichen Ausnutzung der abgeschlossenen Endeinrichtungen sind **Ausgleichschaltungen** zwischen benachbarten Endeinrichtungen möglich. In der FBO 1 „Planen von Ortsliniennetz" finden wir 3 Ausgleichschaltungen von Endeinrichtungen, die wir in der folgenden Abbildung wiedergeben.



Ausgleichschaltungen von Endeinrichtungen

Zur Lernerfolgssicherung

- Nennen Sie Teile eines ON.
- Was versteht man unter dem Nahbereich einer Ortsvermittlungsstelle?
- Wie wird das Kabel zwischen LVz und KVz bezeichnet?
- Wie wird das Kabel zwischen der OVSt und einer Endeinrichtung bezeichnet?
- Wie wird das Kabel zwischen KVz und einer Endeinrichtung bezeichnet?
- Wie wird das Kabel zwischen zwei KVz bezeichnet?
- Nennen Sie die Schaltpunkte in einem Ortsnetz.
- Wo werden KVz aufgestellt, und welche Aufgaben haben sie?
- Welche Aufgaben haben die Endeinrichtungen des Ortsanschlußliniennetzes?
- Nennen Sie verschiedene Endeinrichtungen.
- An welchen EVs werden im KVz die Hauptkabel abgeschlossen?
- Was versteht man unter dem Begriff „Ausgleichschaltung"?

fernmeldelehrling.de

14 Planunterlagen für Ortsnetze

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.

Die Pläne müssen 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.**

14.1 Arten der Ortsnetz-Pläne

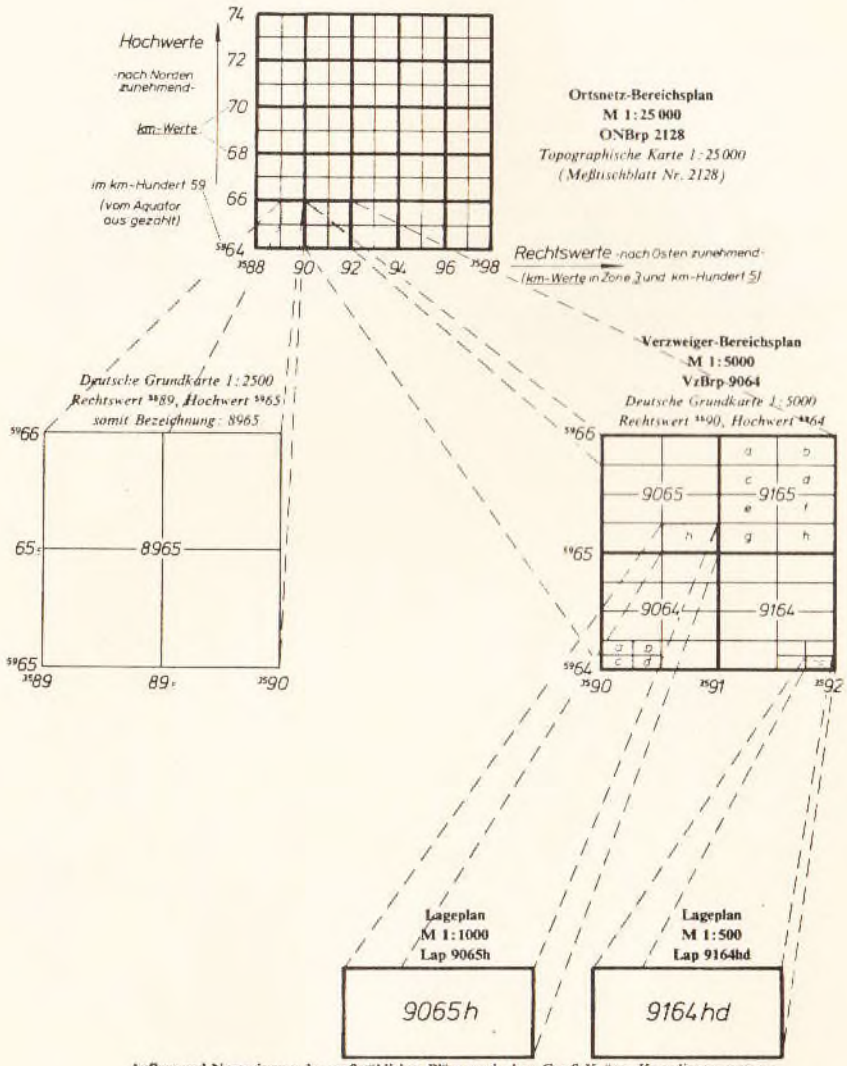
Für die unterirdischen Ortsnetze werden folgende Pläne geführt:

- **Ortsnetz-Bereichspläne M 1 : 25000,**
- **Verzweiger-Bereichspläne M 1 : 5000 oder 1 : 2500,**
- **Lagepläne M 1 : 1000 oder 1 : 500,**
- **Netzpläne und Bestückungspläne,**
- **Kabellängenpläne** und
- **Kabelschachtkarten.**

Ortsnetz-Bereichspläne, Verzweiger-Bereichspläne, Lagepläne und Netzpläne sind grundsätzlich flächenmäßig so anzulegen, daß auch seitliche Erweiterungen der Fernmeldeanlagen leicht nachgetragen werden können. Dabei sind zwei Darstellungen zu unterscheiden:

- die geografisch richtige Darstellung auf nach vermessungstechnischen Grundsätzen aufgenommenen Karten (Meßtischblättern, Grundkarten, Flurkarten und dgl.),
- die schematische, geografisch nur annähernd richtige Darstellung des netztechnischen Ortsnetzaufbaus, z. B. in **Netzplänen.**

14.2 Maßstäbliche Pläne



Aufbau und Numerierung der maßstäblichen Pläne nach dem Gauß-Krüger-Koordinatensystem: **Ortsnetz-Bereichsplan, Verzweiger-Bereichsplan und Lageplan**

Aus dem Aufbau- und Numerierungsschema ist ersichtlich, daß die Ortsnetz- und Verzweiger-Bereichspläne sowie die Lagepläne maßstabsgerechte Pläne sind.

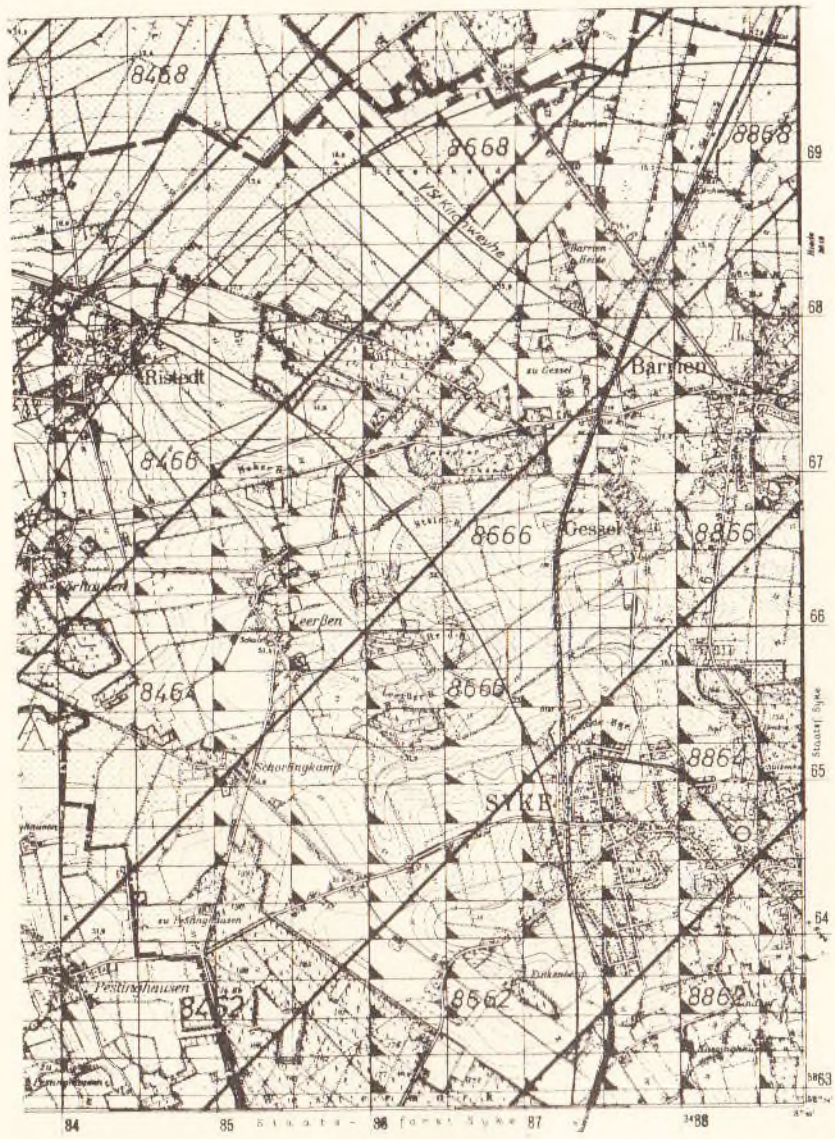
fernmeldelehrling.de

14.2.1 Ortsnetz-Bereichsplan (ONBrp)

Für jedes Ortsnetz ist ein Ortsnetz-Bereichsplan aufzustellen. Dieser soll enthalten:

- die Vermittlungsstellen,
- die Ortsnetz- und Anschlußbereichsgrenzen,
- die Grenzen des FA-Bereichs.

Für den ONBrp sind nach Möglichkeit Meßtischblätter mit Gauß-Krüger-Koordinaten zu verwenden. Auf jedem ONBrp ist durch Randvermerk ersichtlich zu machen, welche benachbarten Pläne anschließen. Jeder Plan ist unter Zugrundelegung des topographischen Gitternetzes der Kartenwerke entsprechend der für die Verzweiger-Bereichs- und Lagepläne gewählten Blattgröße in Gitterfelder aufzuteilen. Vorhandene Verzweigerbereichspläne (VzBrp) sind durch Diagonalstrich, vorhandene Lagepläne durch Ausfüllen der unteren Ecke (s-Bild) des jeweiligen Gitterfeldes im ONBrp kenntlich zu machen.



Auszug aus einem ONBrp

fernmeldelehrling.de

14.2.2 Verzweiger-Bereichsplan (VzBrp)

Der Verzweiger-Bereichsplan enthält:

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

Für das Auffinden der benachbarten Pläne gilt das gleiche wie für den ONBrp.

Die Verzweiger-Bereichspläne nach der Deutschen Grundkarte werden mit den Gauß-Krüger-Koordinaten der unteren linken Blattecke der Grundkarte benummert, indem die beiden letzten Ziffern des Rechtswertes (z. B. 35**90** rechts) und der Hochwert (z. B. 59**64** hoch) zu einer vierstelligen Zahl (hier 9064) zusammengefaßt werden.

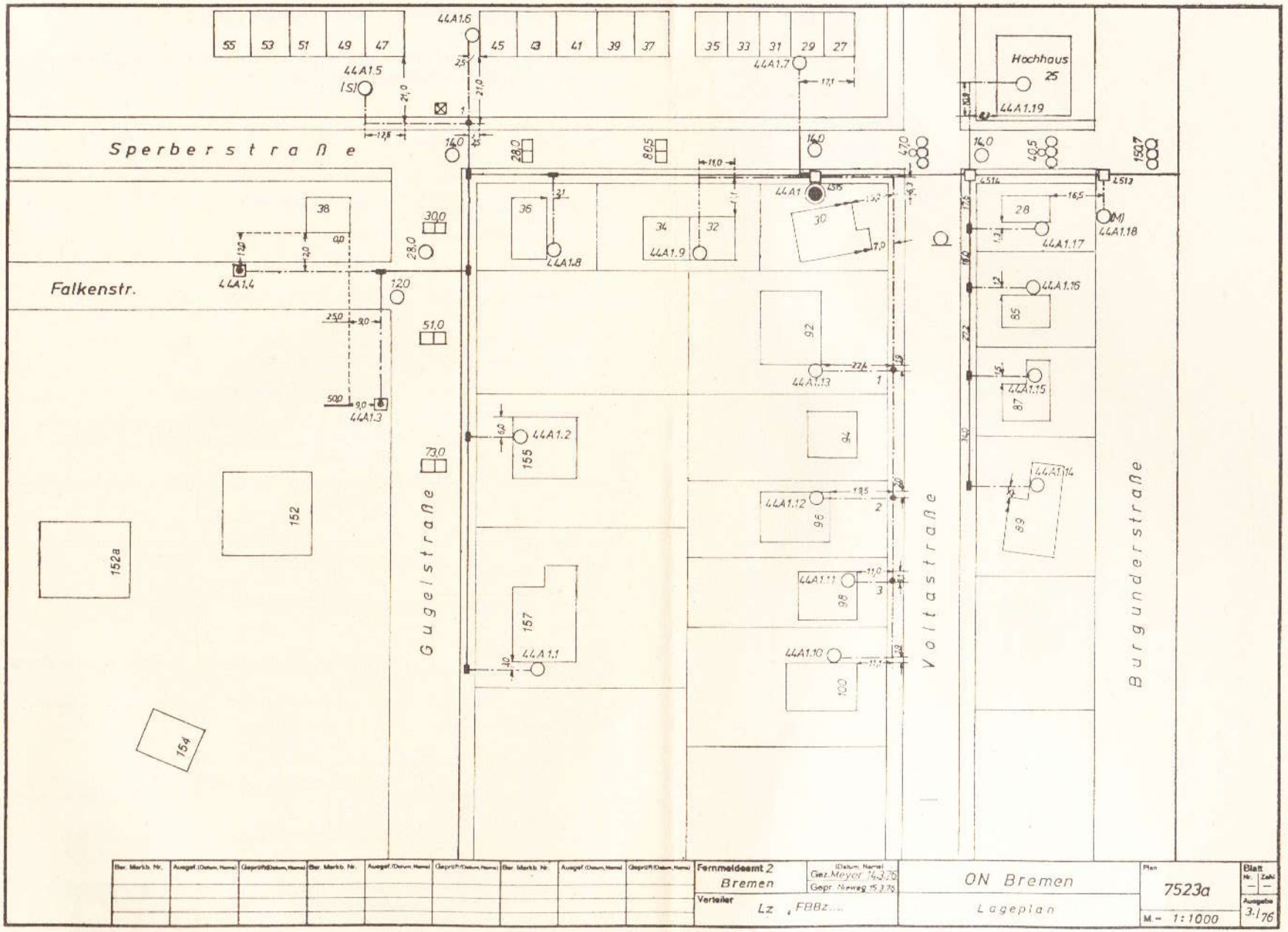
14.2.3 Lageplan (Lap)

Für jeden Planausschnitt des Ortsnetz- oder Verzweiger-Bereichsplanes mit Kanal- und unterirdischen Ortskabelanlagen ist ein Lageplan anzulegen.

Im Lageplan sind die Fernmeldeanlagen durch Bildzeichen eingezeichnet. Ihre Lage wird mit Hilfe von Festpunkten, z. B. Häuserkanten, Grenzsteinen oder sonstigen unveränderlichen Merkmalen festgehalten.

Im allgemeinen ist der Maßstab 1 : 1000 zu verwenden. Bei schwierigen örtlichen Verhältnissen, z. B. bei engen und winkligen Straßen, Gleichlauf der Fernmeldeanlagen mit mehreren fremden Anlagen, kann der Maßstab 1 : 500 gewählt werden.

fernmeldelehrling.de



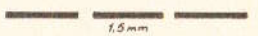
Kabellageplan

fernmeldelehrling.de

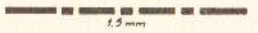
14.3 Bildzeichen der Ortsnetz-Pläne

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

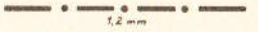
Bildzeichen der Bereichsgrenzen:



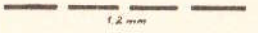
FA-Grenze



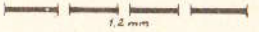
FBBz-Grenze



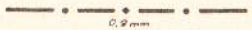
ONB-Grenze



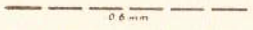
AsB-Grenze



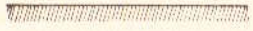
AsB-Grenze, die sich mit der Gemeindegrenze deckt (entsprechend für die anderen Bereichsgrenzen)

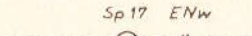


LVz-Bereichsgrenze



KVz-Bereichsgrenze

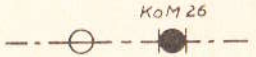

Grenze des Beeinflussungsbereichs von Hochspannungsanlagen mit StE und von Wechselstrombahnen



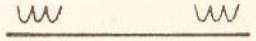
Erdkabel mit Spulenpunkt Sp 17 und Ergänzungsnetzwerk ENw

Erdkabel mit Starkstrom-Fernspeisung und Lötstelle 7

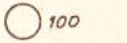
Röhrenkabel mit Blindmuffe



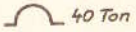
Erdkabel mit Blindmuffe und Kondensatormuffe KoM 26


Fluß- und Seekabel

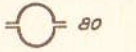
Kabelmerkstein oder Kabelmarken der DBP



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:

Wählvermittlung (VSt)

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

Linienverzweiger (LVz)

Kabelverzweiger (KVz)

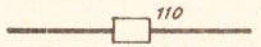
Wählsternschalter (WstSch)

Endverzweiger (EVz)

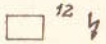
Kabelüberführung (KÜf)

Fernsprechhäuschen (FeH), -zelle (FeZ)

Bildzeichen der Kabel- und Kanalanlagen:

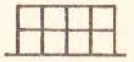


Kabelkanal mit Kabelschacht 110

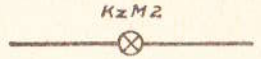


Schacht 12
mit Kabeln mit Starkstrom-Fernspeisung

Kabelkanal mit Abzweigkasten (AzK)


Querschnitt eines achtzügigen Kabelkanals aus Formsteinen

Querschnitt eines Kabelkanals aus Vollrohren von 100 mm Nennweite



Röhrenkabel mit Kreuzungsmuffe KzM 2

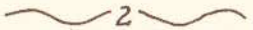
fernmeldelehrling.de

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 beigesetzt werden, z. B.:

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

Bildzeichen fremder, versenkter Anlagen:

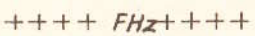
1 Starkstromkabel (Stk)



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 beigesetzt werden, z. B.:

G für Gasrohr

W für Wasserrohr

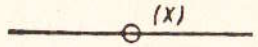
Stk für Starkstromkabel

Bildzeichen bei Starkstromgefährdung:

durch Betriebsspannungen (Fernspeisung)

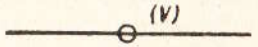
durch induzierte Spannungen

Bildzeichen in Druckluftplänen:

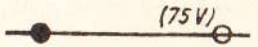


Sperrstopfen im Kabel

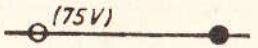
Druckluftmeßstutzen auf Verbindungsmuffe



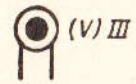
Druckluftmeßstutzen auf der Kabelhülle



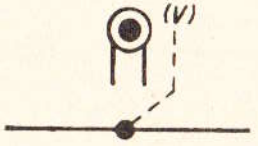
Die nächste Verbindungsmuffe liegt 75 m links von dem Druckluftmeßstutzen



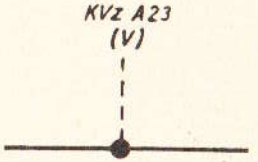
Die nächste Verbindungsmuffe liegt 75 m rechts von dem Druckluftmeßstutzen



Meßstutzen an druckfestem EVs III im KVz-Gehäuse



In das KVz-Gehäuse eingeführter Meßstutzen



Meßstutzen ist in das Gehäuse des KVz A 23 eingeführt, der von einem anderen Hk versorgt wird

fernmeldelehrling.de

14.4 Schematische Pläne

Von den bereits genannten Planunterlagen gehören die

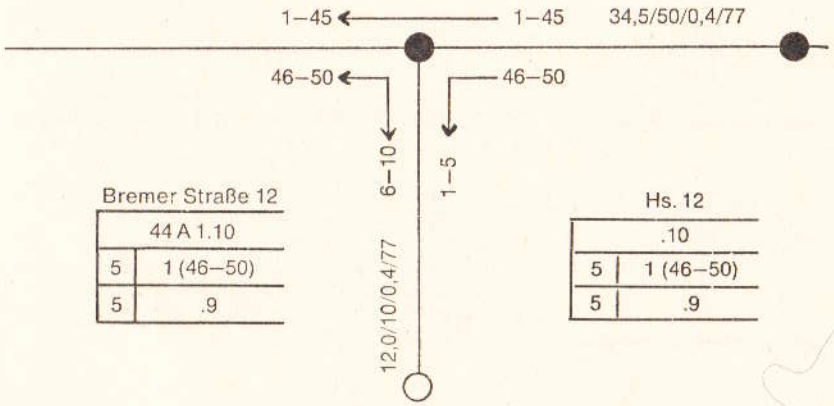
- Netzpläne (Nzp)
- Kabellängenpläne (KLäp)
- Kabelschachtkartei (KSchK)

zu den schematisch angelegten Plänen.

Der **Netzplan** läßt Art und Aufbau der Kabelkanal- und Ortskabelanlagen erkennen. Der unmaßstäblich angelegte Plan ist dem tatsächlichen Verlauf, z. B. dem Straßennetz, angepaßt. Die Arten der Anlagen werden durch die vorgenannten Bildzeichen dargestellt.

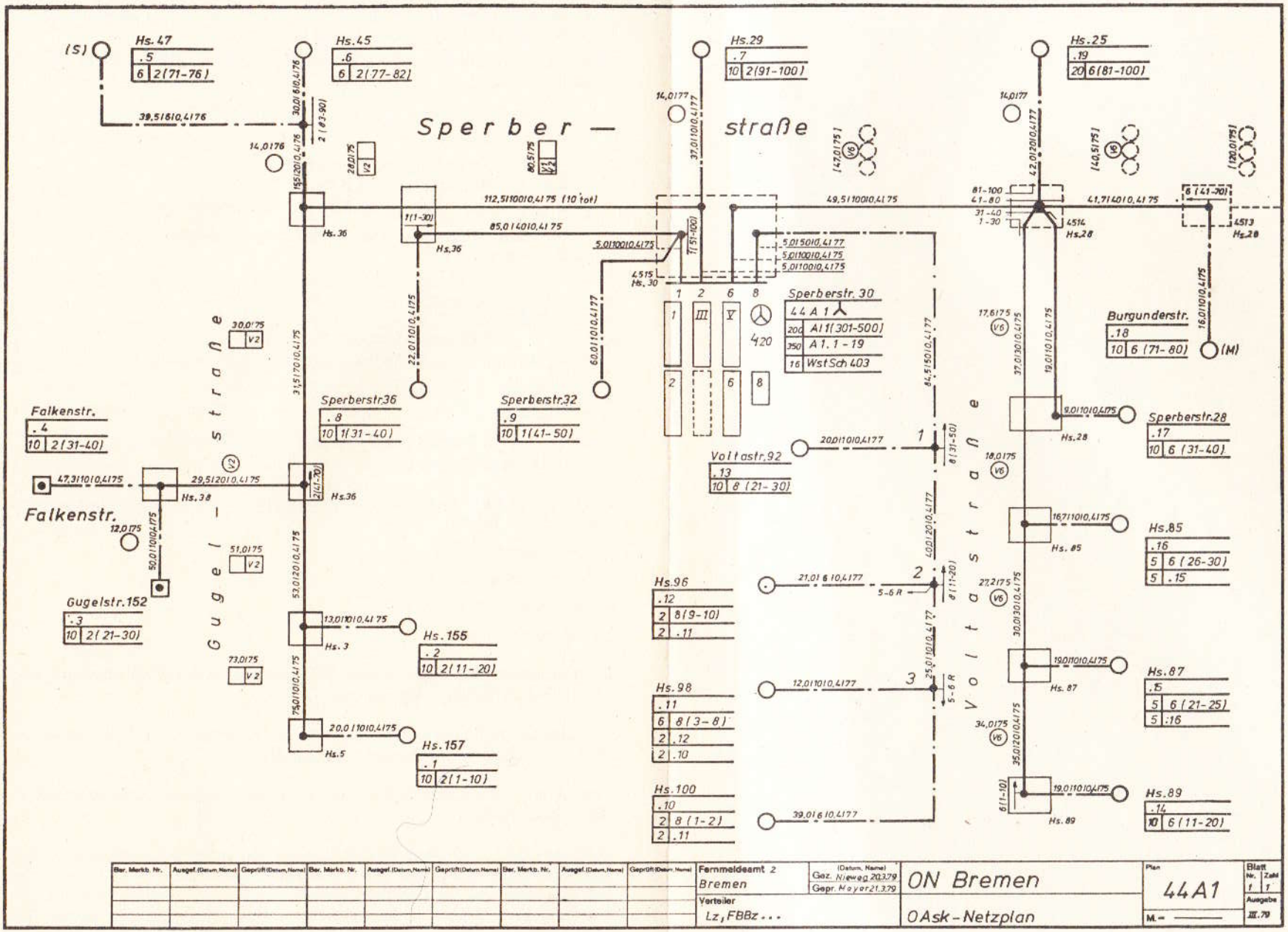
Dem Fernmeldehandwerker werden während seiner Beschäftigung im Fernmeldebaudienst Netzerweiterungsaufgaben übertragen, die eigenverantwortlich zu erledigen sind. Diesen Aufgaben liegen in der Regel Bauvorhaben oder Bauübersichten zugrunde. Sie enthalten stets einen **Lageplan** und einen **Netzplan**. Wie bereits 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.

Die Aufteilung der Kabeladern wird im Netzplan an der Kabelmuffe vermerkt (Abb.). Dies ist jedoch nicht erforderlich, wenn die richtige Adernfolge eingehalten wird oder die Adernverteilung aus dem Kastenvordruck des zugehörigen Schaltpunktes zu ersehen ist.



2 Beispiele für die Adernaufteilung einer Verzweigungsmuffe

fernmeldelehrling.de



Netzplan

fernmeldelehrling.de

Die **Bestückung der Verzweiger** wird in einem besonderen **Kastenvordurck** vermerkt. In unseren Beispielen (Abb.) bedeutet:

Standort (Sitz) des EVz (Haus-Nr. genügt, wenn Straßenbezeichnung eindeutig ist, z. B. Hs. 12)

1. Zeile: | 44 A 1.10 |

44 = Kenn-Nummer der **OVSt**
44 A 1 = Bezeichnung des **KVz**
44 A 1.10 = Bezeichnung des **EVz** (10. Ordnungsnummer)

Wenn keine Verwechslung im Netzplan zu befürchten ist, genügt die Ordnungsnummer, z. B. 10.

2. Zeile: | 5 | 1 (46–50) |

5 = **5 Doppeladern** führen zum **KVz**
1 (46–50) = diese 5 Adern belegen im EVs 1 die Lötstifte 46–50

3. Zeile: | 5 | .9 |

5 = **5 Doppeladern** führen als Ausgleichschaltung zum EVz 44 A1.9.

Da nicht alle Kabeladern eines ausgelegten Kabels in Schaltpunkten enden, sind noch die Begriffe

- **Betriebsadern,**
- **Vorratsadern** und
- **tote Adern**

zu erläutern.

Betriebsadern sind Doppeladern, die **beidseitig** in Schaltpunkten an Kabelabschlußeinrichtungen angelegt sind.

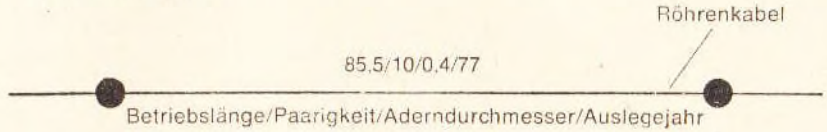
Vorratsadern sind Doppeladern, die nur auf **einer** Seite in einem Schaltpunkt an Kabelabschlußeinrichtungen angelegt sind.

Tote Adern sind Doppeladern, die an **keiner** Seite an Kabelabschlußeinrichtungen enden.

Sind Vorratsadern für einen bestimmten Verwendungszweck vorgesehen, z. B. zur Versorgung des später erst zu errichtenden Hauses Nr. 47, so ist den Angaben über die Vorratsadern ein entsprechender Hinweis hinzuzufügen. Vorratsadern müssen an den jeweiligen Muffen angegeben werden. Die Richtung zu den Schaltpunkten, in denen sie auf Abschlußgeräten enden, ist mit einem Pfeil anzudeuten.

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

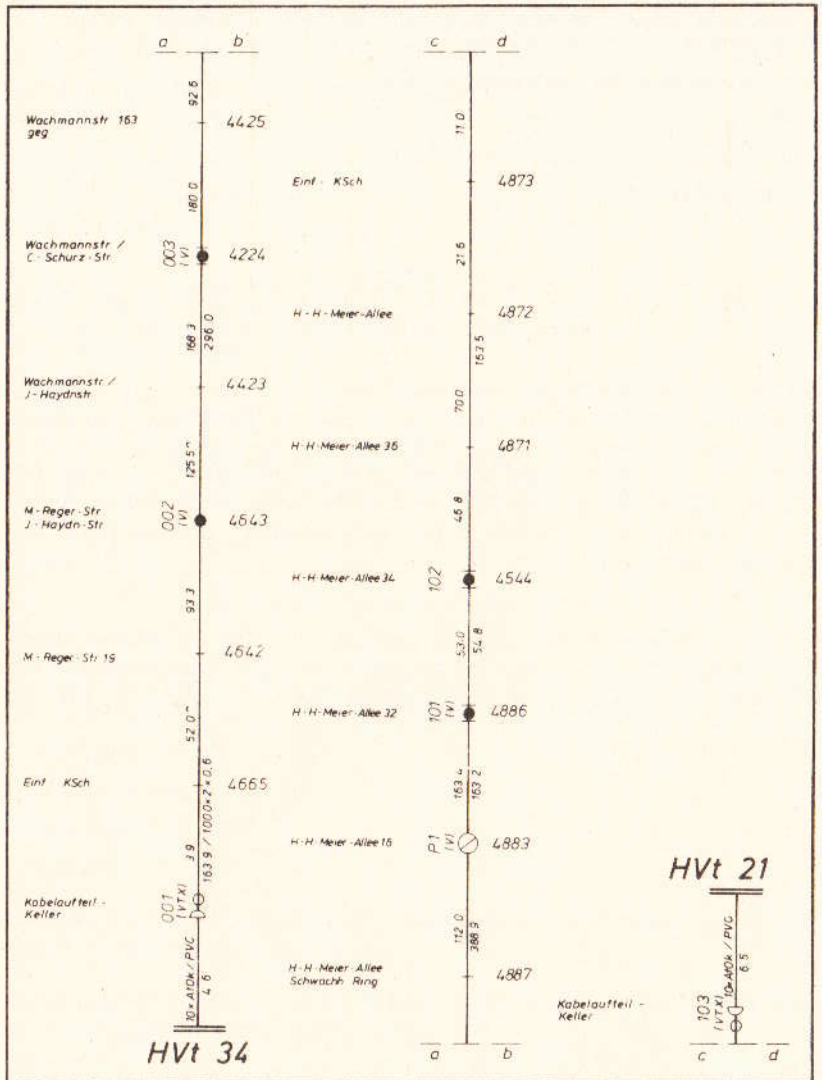
- **die Betriebslänge des Kabels in m/dm,**
- **die Paarigkeit des Kabels,**
- **der Aderndurchmesser** und
- **das Auslegejahr.**



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.

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, Ausbau, Ausrüstung usw. vermerkt sind (Abb.).

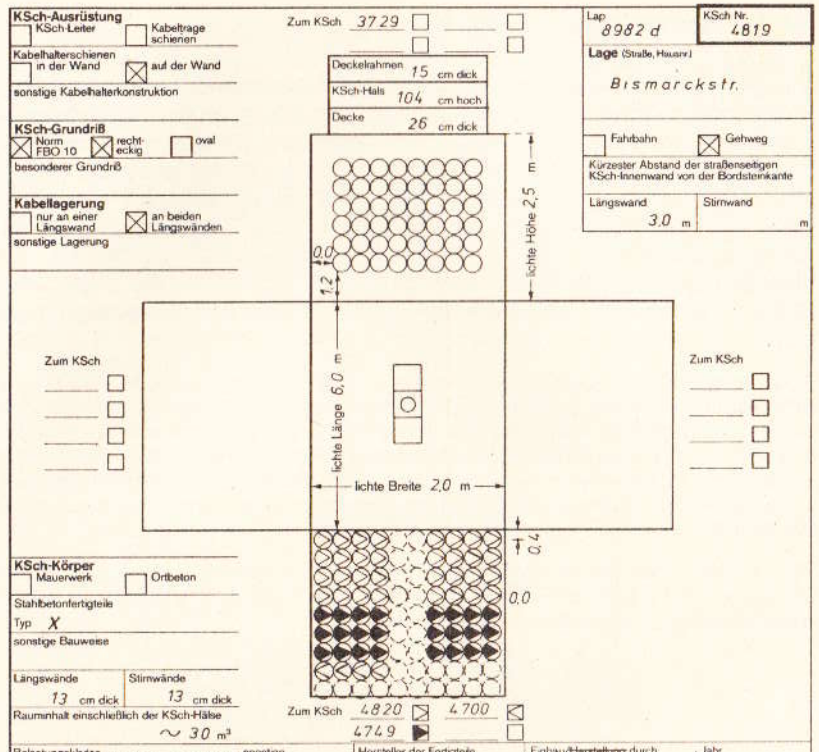
fernmeldelehrling.de



Ber. Merkb. Nr	Ausgef. (Datum, Name)	Geprüft (Datum, Name)	Ber. Merkb. Nr	Ausgef. (Datum, Name)	Geprüft (Datum, Name)	Ber. Merkb. Nr	Ausgef. (Datum, Name)	Geprüft (Datum, Name)
						7/23/3168		

Fernmeldeamt 2	(Datum, Name)	ON Bremen	Plan	Blatt Nr. / Zahl
Bremen	Gez. 1.12.77 Wolf	OVk - Langenplan mit Druckluftanlagen	OVkLap 34-2/2	1 / 1
Verteiler	Gepr.		M = ohne	Ausgabe
81				IX. 77

Kabellängenplan



Belastungsklasse 800 kp/m² BrKl. 12 / BrKl. 60	sonstige	Hersteller der Fertigteile: Franz Köhler	Einbau/~~Herstellung~~ durch: Fa. Baasen	Jahr: 1974	
KSch-Decke Ortbeton / Stahlbetonfertigteile	sonstige Bauweise				
Belastungsklasse 800 kp/m² BrKl. 12 / BrKl. 60	sonstige	Hersteller der Fertigteile: Franz Köhler	Einbau/~~Herstellung~~ durch: Fa. Baasen	Jahr: 1974	
KSch-Hals Ortbeton / Mauerwerk Mauerziegel / Betonausgleichplatten	Stahlbetonfertigrahmen Typ	sonstige Bauweise	mittl. Wanddicke 24 cm		
Belastungsklasse 800 kp/m² BrKl. 12 / BrKl. 60	sonstige	Hersteller der Fertigteile	Einbau/~~Herstellung~~ durch: Fa. Baasen	Jahr: 1974	
KSch-Abdeckung Stahlbeton / Grauguß / Stahl	sonstige Bauweise	KSch-Abdeckung(en) im KSch-Bild (Rasterfeld "Einstiegsöffnung") darstellen. Abdeckungen mit Entlüftung durch Kreis kennzeichnen [O]			
Belastungsklasse 800 kp/m² BrKl. 12 / BrKl. 60	sonstige	Hersteller der Abdeckung: Franz Köhler	Einbau/~~Herstellung~~ durch: Fa. Baasen	Jahr: 1974	
Entwässerung Pumpensumpf / Sickergrube	Sickerrohr m lang	Dränanlage	Anschluß an unterirdische Entwäss.-Anlage / Vorflutgraben od. kl. Wasserlauf	sonstige Bauweise	
Wasserdichtigkeit des KSch: sickerwasserdicht	Druckwasserhaltend bis m	auftriebsicher bis m	Höchster Stand des örtlichen Grundwassers m über KSch-Sohle		

Ber. Merkb. Nr.	Ausgef. (Datum, Name)	Geprüft (Datum, Name)	Ber. Merkb. Nr.	Ausgef. (Datum, Name)	Geprüft (Datum, Name)	Ber. Merkb. Nr.	Ausgef. (Datum, Name)	Geprüft (Datum, Name)
						42106	17.2.75 Kramer	21.2.75 Kop

Fernmeldeamt 2	(Datum, Name)	ON Bremen	Plan	Blatt Nr. / Zahl
Bremen	Gez. 17.12.74 Kotzan	Kabelschachtkarte	KSchK 4819	
Verteiler	Gepr. 29.1.75 Weilhammer		M. = ohne	Ausgabe

Kabelschachtkarte

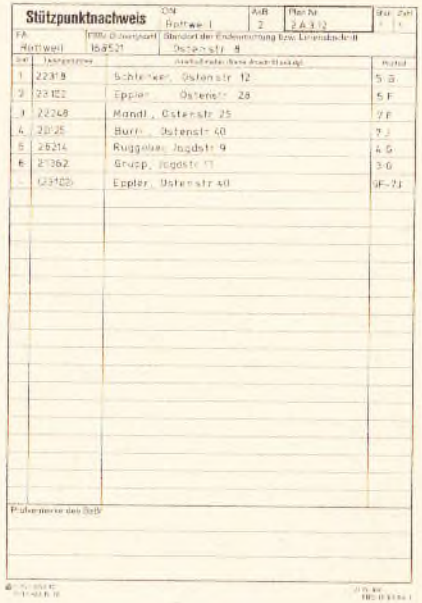
fernmeldelehrling.de

14.5 Stützpunktnachweis

Der Stützpunktnachweis gibt Auskunft über alle wissenswerten Angaben einer oberirdischen Linie (Standort und Art der Stützpunkte, schematische Darstellung der Linie und die wichtigsten Mastbilder). Gleichzeitig ist der Stützpunktnachweis die Grundlage für die Erfassung der Vermögenswerte, die die DBP in ihr oberirdisches Liniennetz investiert hat. Hierzu werden die Länge der Linie, der Blankdrahtleitungen, der Installations- und Tragseil-Luftkabel, der Kabelzwischenstücke und Teilnehmerendkabel sowie die Anzahl der eingebauten Holzmasten aus dem Stützpunktnachweis in die sogenannte Stückliste für oberirdische Linien übertragen, die hier nicht näher beschrieben wird.

Aufzustellen ist der Stützpunktnachweis vom Bauführer. Er hat auch jede Veränderung (Erweiterung, Abbruch) zu erfassen. Außerdem sind alle Instandhaltungsarbeiten im Stützpunktnachweis einzutragen. Das Formblatt „Stützpunktnachweis" besteht aus einem Blatt, das zweifach zusammengefaltet auf das Format DIN A5 gebracht wird. In den Abbildungen ist als Beispiel eine kleine Ortsanschlußlinie in den Stützpunktnachweis eingetragen. Welche Bedeutung die Eintragungen haben, geht aus den Erläuterungen für die Zeichen und Abkürzungen hervor, die auf dem Formblatt abgedruckt sind.

Zum Ausfüllen der Stützpunktnachweise ist Bleistift zu benutzen. Nur für die Eintragungen unter „Ausgeführte Arbeiten an der Linie" und für die Prüfvermerke des BzBf ist Kugelschreiber zu verwenden.


Stützpunktnachweis

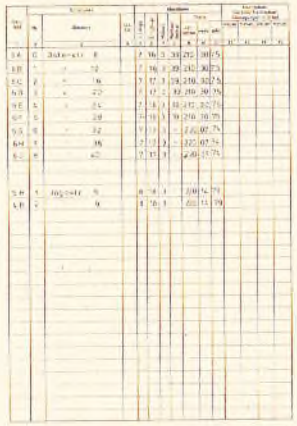
Stützpunktnachweis (Titelblatt)

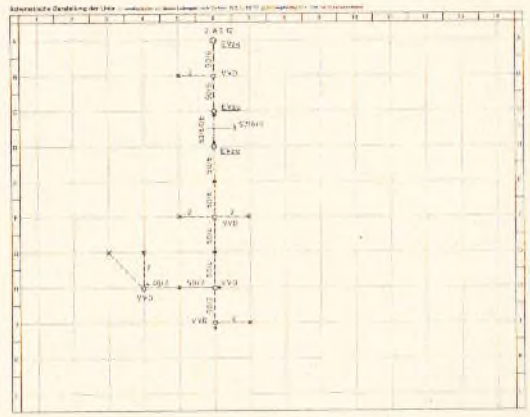
Der Verlauf der oberirdischen Linie mit allen Abzweigungen ist auf der dafür vorgesehenen Zeichenfläche „Schematische Darstellung der Linie" einzutragen. Die Fläche ist mit einem Rasternetz versehen; die Schnittpunkte der Rasterlinien sind zum Einzeichnen der einzelnen Linienpunkte (Stützpunkte, Sprechstellen und dgl.) bestimmt.

Jedem „Rasterlinien-Schnittpunkt" ist eine „Planfeldnummer" zugeordnet, die aus den als Randleisten vorgedruckten „Spalten"-Ziffern 1 bis 14 und den „Reihen"-Buchstaben A bis L gebildet wird. Damit können die einzelnen Linienpunkte eindeutig bezeichnet werden, z. B. ein Stützpunkt im Planfeld 6 B.

Der Stützpunkt mit der Endeinrichtung trägt grundsätzlich die Nummer 0 (Null). Die Stützpunkte einer Linie sind fortlaufend zu benummern. Bei abzweigenden Linien beginnt die Numerierung der Stützpunkte im Abzweig mit 1.

Die Standorte der Stützpunkte sind möglichst nach Straßen und Hausnummern oder geeigneten Geländepunkten zu bezeichnen. Insbesondere ist der Standort der Endeinrichtung so genau anzugeben, daß er auch von ortsfremdem Personal ohne Schwierigkeiten gefunden werden kann.


(Innenseite, links)


(Innenseite, rechts)

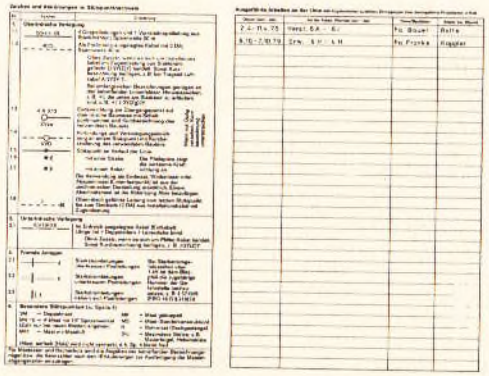
Stützpunktnachweis (Innenseiten)

Als „Plannummer" erhält der Stützpunktnachweis die Nummer des betreffenden Ausgangsschaltpunktes (Endeinrichtung am Überführungspunkt auf oberirdische Bauweise).

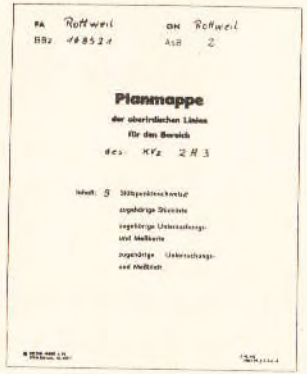
Die Längen der oberirdischen Linien, Kabel und Leitungen sind auf volle 10 m zu runden, z. B. 40 m, 50 m. Die Längen der unterirdisch verlegten Kabel sind auf volle Meter anzugeben, z. B. 21 m, 63 m. Restlängen bis zu 5 m bei oberirdischen Linien, Kabeln und Leitungen und bis zu 0,5 m bei unterirdischen Kabeln bleiben unberücksichtigt. Für die oberirdisch geführten Leitungen vom letzten Stützpunkt bis zum Gebäude sind keine Längen einzutragen. Diese Längen sind bei der statistischen Erfassung allgemein mit 30 m anzusetzen.

fernmeldelehrling.de

Links neben der „Schematischen Darstellung der Linie" sind die näheren Angaben über die einzelnen Stützpunkte zu vermerken. Aufzunehmen sind sämtliche Stützpunkte, also außer Holzmasten auch die besonderen Stützpunkte an Wänden und auf Dächern. Ausgenommen sind die Stützpunkte an Hauswänden, die in unmittelbarem Zusammenhang mit der Leitungseinführung in das Gebäude stehen.



Stützpunktnachweis (Rückseite)



Planmappe (Titelseite)

14.6 Benummern von Schaltpunkten und Kabeln

14.6.1 Numerierung der Verzweigungs- und Endeinrichtungen

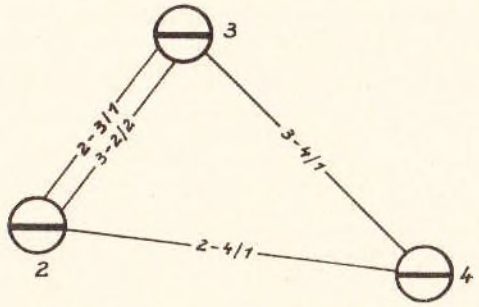
Schaltpunkt	Benummerungsform	Beispiel
Hauptverteiler	In ON mit **einer** VSt erhält der HVt den großen Buchstaben	A
Linienverzweiger	Die LVz innerhalb eines VSt-Bereiches werden mit großen Buchstaben bezeichnet, beginnend mit In ON mit mehreren VSt wird außerdem die Kennziffer der betreffenden VSt vorangesetzt	B 3B
Kabelverzweiger	KVz, die unmittelbar an den HVt herangeführt sind, erhalten den Buchstaben A und werden fortlaufend mit Zahlen numeriert ON, die mehrere VStn umfassen, wird außerdem die Kennziffer der VSt vorangesetzt KVz, die an einen LVz angeschlossen sind, erhalten den Kennbuchstaben des zugehörigen LVz und erforderlichenfalls die Kennziffer der VSt vorangesetzt	A9 3A9 3B14
Endeinrichtungen	Die Endeinrichtungen werden innerhalb jedes KVz-Bereiches fortlaufend mit Zahlen benummert, denen – unter Einfügung eines Punktes – die zugehörige KVz-Nummer vorangestellt wird Sind die Endeinrichtungen unmittelbar an den HVt oder an einem LVz angeschlossen, so erscheint die Nummer des HVt bzw. des LVz, und an die Stelle der KVz-Nummer tritt eine Null	3A9.27 A0.2 3B0.6

14.6.2 Benummern der Ortsverbindungskabel (OVk)

Wie aus der Abbildung ersichtlich, setzt sich die Bezeichnung eines Ortsverbindungskabels aus den durch einen Bindestrich voneinander getrennten **Kenn-Nummern** der verbundenen Vermittlungsstellen und aus einer hinter einen Schrägstrich gesetzten **Ordnungszahl** zusammen. Die Ordnungszahl dient als Unterscheidungsmerkmal, falls mehrere Kabel zwischen denselben Vermittlungsstellen vorhanden sind.

Wenn auch die Reihenfolge der Kenn-Nummern 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. mit 2 Ortsverbindungskabeln zwischen den Vermittlungsstellen 2 und 3).

fernmeldelehrling.de



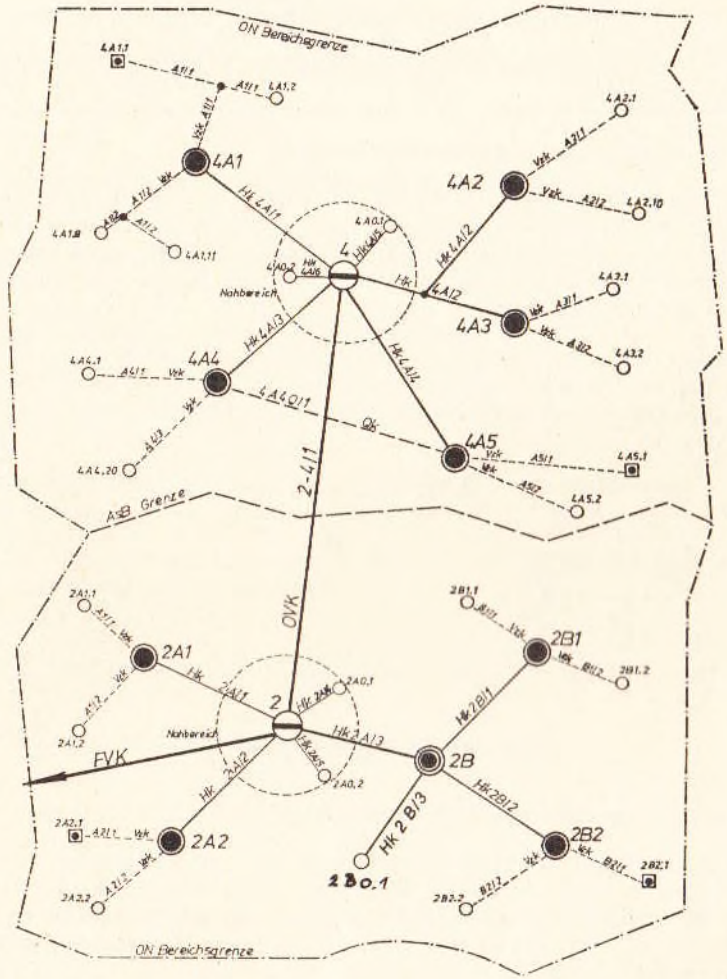
Benummern von Ortsverbindungskabeln

14.6.3 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 Kenn-Nummer der Vermittlungsstelle vorangesetzt werden (z. B. Ortsanschlußkabel 4 A/1, 4 A/2 usw., vgl. hierzu die folgende Abbildung).

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 2 B/1, 2 B/2 in der Abbildung. Es ist nicht erforderlich, daß das Kabel 2 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 – jedoch ohne Kenn-Nummer der OVSt – und, durch einen Schrägstrich getrennt, eine **laufende Nummer**, z. B. die Kabel A 4/3, B 1/2 in der Abbildung. Es besteht auch hier keine Bindung der Kabelnummer an die Bezeichnung des Endverschlusses im Kabelverzweiger.



Benummern von Schaltpunkten und Kabeln

14.6.4 Benummern der Querkabel (Qk)

Querkabel verbinden **gleichartige Schaltpunkte** miteinander. Wie aus der Abbildung 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, z. B. 4 A 4 Q/1.

fernmeldelehrling.de

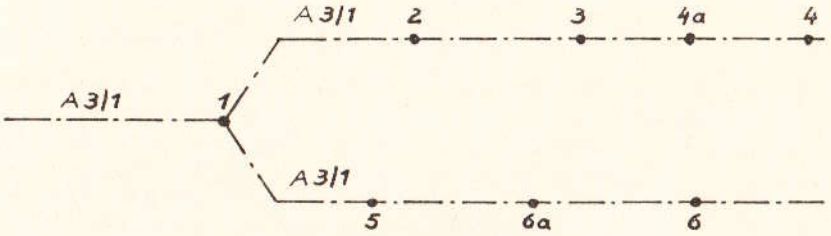
14.6.5 Benummern von Kabelverzweigungen

Verzweigt sich ein Kabel, so erhalten die Abzweige dieselbe Benennung wie der Stamm.

14.6.6 Benummern von Kabelverbindungen

Die folgende Abbildung 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.

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.



Benummern von Erdkabelverbindungen

14.6.7 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 Kenn-Nummer der Vermittlungsstelle die erste Stelle der Schachtnummer bilden. Die Schächte der VSt 4 würden dann von 4001 bis 4999 zählen.

Kabelkanäle und Abzweigkästen werden nicht benummert.

Zur Lernerfolgssicherung

- **Welchem Zweck dienen die Planunterlagen für Ortsnetze?**
- **Welche Pläne gehören zu den Planunterlagen der Ortsnetze?**
- **Was beinhaltet der Ortsnetz-Bereichsplan?**
- **Welche Pläne werden maßstabsgerecht angelegt?**
- **Was bedeuten die Angaben 44,6/50/0,6/81 eines Netzplanes?**
- **Was ist aus der Angabe 2 (28–30) im Kastenvordruck einer Endeinrichtung zu erkennen?**
- **Was bedeutet das nachfolgende Bildzeichen in ON-Plänen?**
- **Was wird in die Kabelschachtkartei eingetragen?**
- **In welcher Weise werden die Mastdaten im Stützpunktnachweis eingetragen?**
- **Welche Planunterlagen werden für oberirdische Fernmeldefreileitungen angelegt?**
- **In welchem Plan finden wir die Adernaufteilung für eine Lötstelle?**

fernmeldelehrling.de

15 Beschaltung der OAsk-Netze

15.1 Beschaltungsnachweise

Bei den Baubezirken (BBz) 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.

Die Beschaltungsunterlagen über die Anschluß- und Verbindungslinien im Ortsnetz sind Arbeitsunterlagen für die Beschaltung, Entstörung, Planung und Statistik. Sie sollen:

- die Belegung von Schaltpunkten und Kabeladern nachweisen,
- einen Überblick über die Führung aller geschalteten Leitungen geben,
- Leitungsplanungen und Leitungsschaltungen ermöglichen,
- bei Kabel- und Leitungsstörungen das schnelle und sichere Eingrenzen der Fehler erleichtern,
- Unterlagen für die Änderung und Erweiterung der Fernmeldeanlagen in den ON sein und
- Statistiken ermöglichen.

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

- **Straßenkarten,**
- **Abstreichbogen/Schaltauftragsnummern,**
- **Nummernkarten,**
- **Beschaltungskarten,**
- **Bestückungskarten** und
- **OAsk-Einzelschaltaufträge.**

Die **OAsk-Bestands- und Bedarfskarte** ist eine Arbeitsunterlage der DSt PIL. Der zuständige BBz erhält die Karten seines Bereiches zum Eintragen der erforderlichen Angaben. Auf eine weitere Behandlung der Karte kann hier nicht eingegangen werden.

Im einzelnen haben diese Nachweise folgende Aufgabe:

Die **Straßenkarten** 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.

A B C D E F [redacted] H J K L M N O P Q R S Sch St T U V W X Y Z

ON Bremen	Straßenkarte zur Beschaltungskartei	Gugel Str./PL
VSt 44		Ort oder Ortsteil — Blatt 3

Haus Nr.	Lageplan zu Sp. 1	Schaltpunkt (Endeinrichtung)	Haus Nr.	Lageplan zu Sp. 4	Schaltpunkt (Endeinrichtung)
1	2	3	4	5	6
148	7524 g	44 A 2.13	151	7524 g	44 A 2.12
152	7523 a	44 A 1.3	155	7523 a	44 A 1.2
			157	7523 a	44 A 1.1

122 520 389 000 4.71
DIN A 6, Kl. 125

FL 550
FBO 19 § 16 Anl. 1

Straßenkarte

Für alle Schaltaufträge auf Neuschalten, Umschalten und Aufheben von Leitungen wird bei den BBz ohne Rücksicht auf das jeweilige ON ein **Abstreichbogen** geführt. Die laufende Nummer des Abstreichbogens ist zugleich die Nummer des Schaltauftrags und als solche auf den Schaltaufträgen und Nummernkarten zu vermerken. Ist ein Schaltauftrag erledigt, so wird seine **Schaltauftragsnummer** im Abstreichbogen gestrichen. Der Schaltplatz hat damit die Möglichkeit, die Erledigung der Schaltaufträge zu überwachen und bei Verzögerungen nachzuforschen.

Die **Nummernkarte** (Abb.), die für jede geschaltete Leitung angelegt wird, enthält die gesamten erforderlichen Angaben über die zusammenhängende Leitungsführung (Name des Fernsprechteilnehmers, Straße, Haus-Nr., Leitungsnummer = Fernsprechnummer, Schaltpunkte, Stifte, Standort usw.).

Zum Nachweis der Beschaltung in den Schaltpunkten dienen die Beschaltungskarten, die nach den Netzplänen aufzustellen sind. Für jedes

fernmeldelehrling.de

1000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 100 | 200 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90

Nummernkarte für OAsk-Schaltauftrag

Ortsnetz: Bremen | VSt: 44 | Leitungsnummer: 44 23 11

Leitung für: Werner Schulze | Farbkennzeichnung:

von | nach: Gugelstr. 157

HVt Reihe	HVt Leiste	HVt Stift	EVs Stift	LVz	EVs Stift	EVs Stift	KVz	EVs Stift		Endeinrichtung (Art und Standort)	Nr. Stift
44						III	44	1		EVza	44A1.1
001	01	06				6	A1	2		Gugelstr 157	2

Schaltplatz (FBBz-Ordnungszahl): 24 - 4 | OAsk-Schaltauftrag Nr.: 193 / 79 | Längenzettel (Nr. und Datum) | Ausf.-Termin

zu Bau-/Schaltauftrag Nr.: 33 / 126 | Neuschaltung | erteilt (Name, Datum): Rotte 2.11.79 | ausgeführt (Name, Datum): Lange 9.11.79 | Verteiler: FeE

zu Bau-/Schaltauftrag Nr.: | Aufhebung (Nummernkarte durchstreichen) | erteilt (Name, Datum): | ausgeführt (Name, Datum): | SchW

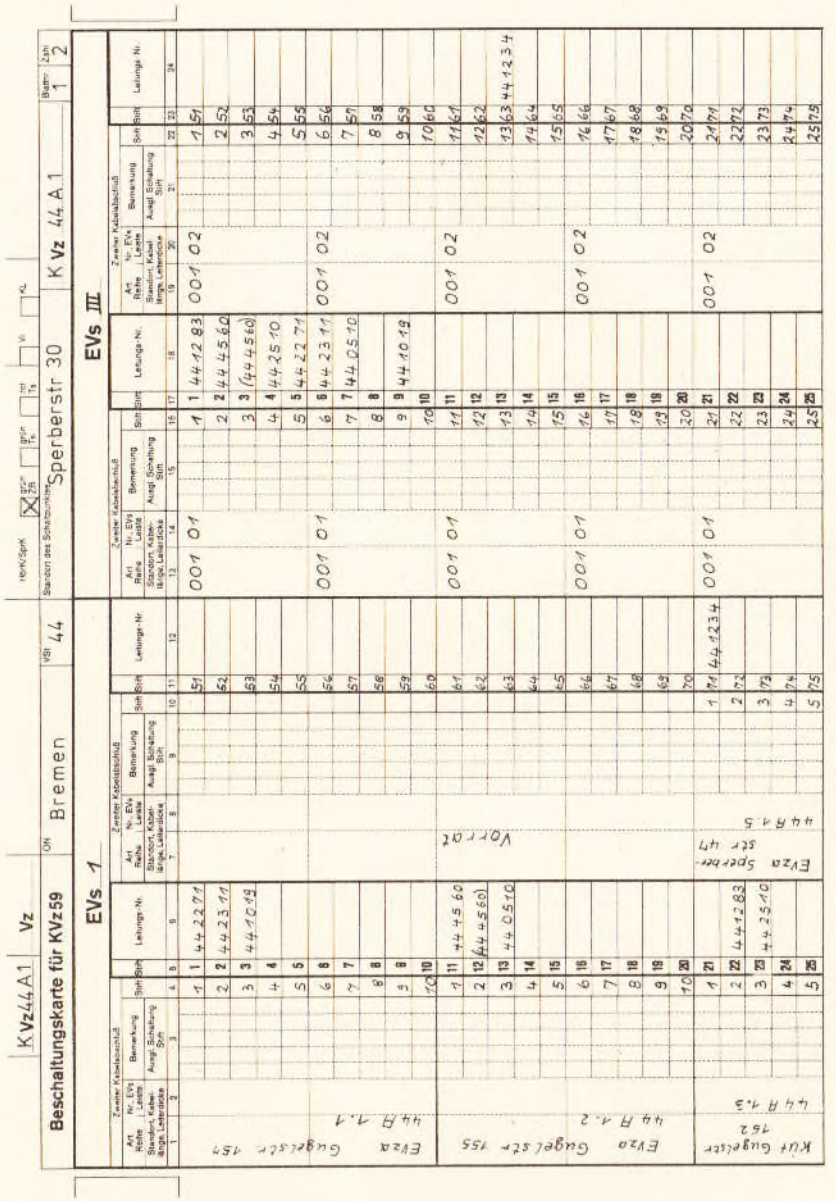
2.76 – 6 5 4 3 2 1 A 6, Kl. 125 | Vermerke siehe Rückseite | 948 556 300 FBO 19 § 28 Anl. 1

Nummernkarte

Kabelstück zwischen zwei Schaltpunkten ist die Beschaltung der beiden Kabelabschlüsse in der Regel nur in einer Beschaltungskarte enthalten. Aus ihr ist sowohl die Beschaltung des Kabelabschlusses an dem Schaltpunkt, für den die Beschaltungskarte angelegt ist (erster Kabelabschluß), als auch die Beschaltung des zugehörigen Kabelabschlusses am fernen Ende (zweiter Kabelabschluß) zu ersehen.

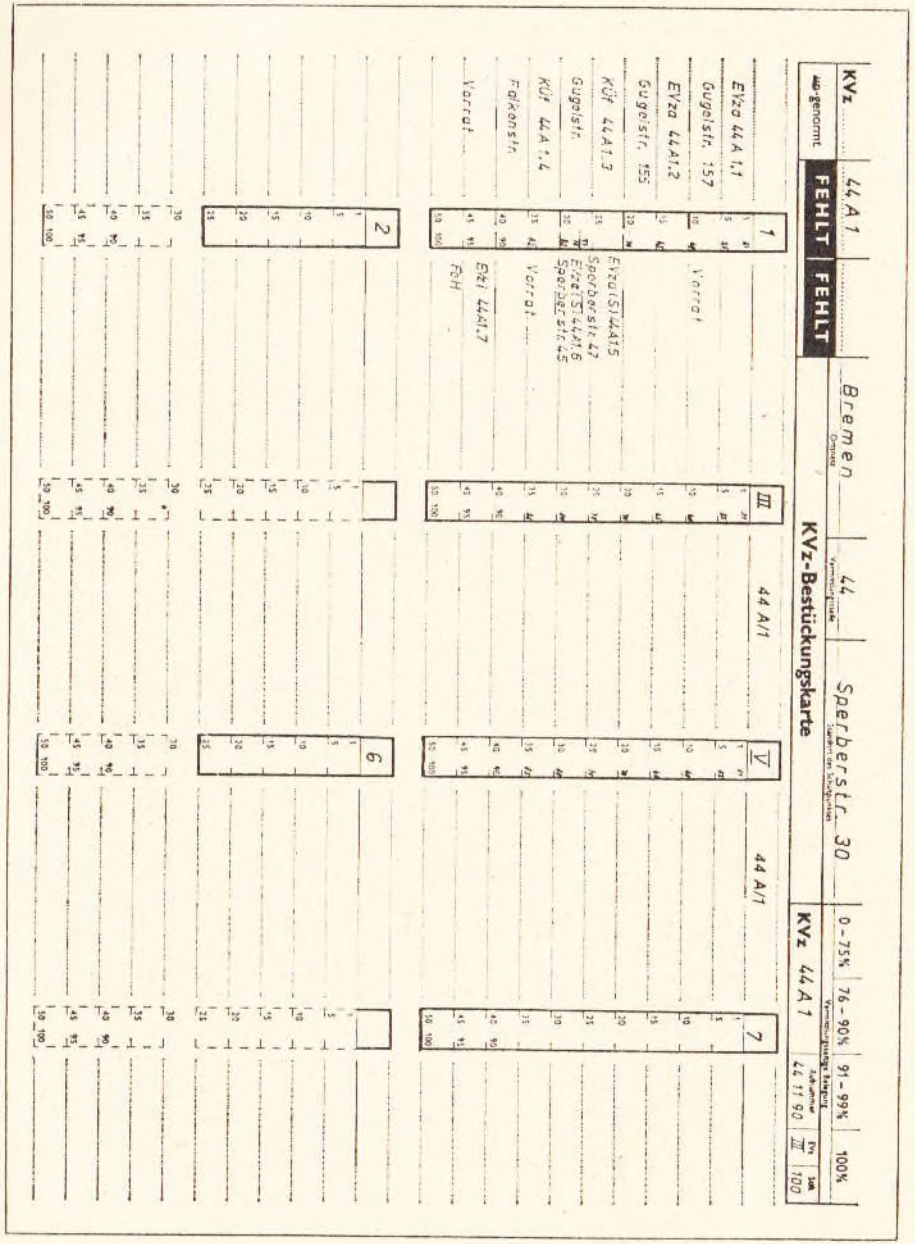
In der Beschaltungskarte ist der HVt nach Reihe (001), Leiste (01) und Stift (je nach Trennleiste 1–100) angegeben. Die EVs in den Verzweigungseinrichtungen sind entsprechend der Zählweise, z. B. EVs III und Stift (1–100), wiedergegeben.

Die **Bestückungskarten** (Abb.) 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 Schaltdrahtführung erleichtern. Für HVt werden **Bestückungspläne** angelegt.



Beschaltungskarte

fernmeldelehrling.de



KVz-Bestückungskarte

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

Ohne einen schriftlichen OAsk-Einzel- oder Sammelschaltauftrag dürfen keine Änderungen in der Beschaltung der Kabelabschlußeinrichtungen durchgeführt werden. Ausnahmen sind nur zulässsig, wenn für gestörte Leitungen sofort Ersatzadern geschaltet werden müssen.

OAsk-Schaltauftrag | Ortsnetz: Bremen | VSt: 44 | Leitungsnummer: 44 23 11 | Farbkennzeichnung

Leitung für: Werner Schulze

von | nach: Gugelstr. 157

HVt Reihe	Leiste	Stift	EVs Stift	LVz	EVs Stift	EVs Stift	KVz	EVs Stift		Endeinrichtung (Art und Standort)	Nr. Stift
44						III	44	1		EVza	44A1.1
001	01	06				6	A1	2		Gugelstr. 157	2

Schaltplatz (FBBz-Ordnungszahl): 24 _ 4

OAsk-Schaltauftrag Nr.: 193 / 79

Längenzettel (Nr. und Datum):

zu Bau-/Schaltauftrag Nr.: 331126 | Neuschaltung | erteilt (Name, Datum): Kunze, 23.1.79 | ausgeführt (Name, Datum): Lange, 26.1.79 | Verteiler: FeE SchW 24

zu Bau-/Schaltauftrag Nr.: | Aufhebung | erteilt (Name, Datum): | ausgeführt (Name, Datum):

1.72 - 654321 DIN A 6 / 100 Bl., Kl. 35 — Vermerke siehe Rückseite — // FL 551 FBO 19 § 13 Anl. 1

OAsk-Schaltauftrag

fernmeldelehrling.de

ON Bremen
VSt 44

OAsk-Sammelschaltauftrag 1
zum Bauauftrag 24/19

Schaltstelle 24 – 4
Blatt Nr. – Zahl –

Verteiler	Frist	Schaltauftrag	Datum	Name
24 – 7. FeE		erteilt:	10. 1. 73	Müller
		ausgeführt:	19. 1. 73	Schulze
		Kartei berichtigt:	26. 1. 73	Meyer

Lfd. Nr.		Leitungs-Nr.	HVt Reihe	HVt Leiste	HVt Stift	EVs Stift	LVz	EVs Stift	EVs Stift	KVz	EVs Stift	Endeinrichtung Art und Standort	Endeinrichtung Nr. Stift	Bemerkungen
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	15	16	17
	alt	44 05 10	44	001	01 07				III 7	44 A 1	1 13	EVz a Gugelstr. 55	A1.2 3	Umsch. Hk
	neu		44	001	01 21				III 21	44 A 1	1 13	EVz a Gugelstr. 155	A1.2 3	
	alt													
	neu													
	alt	44 10 19	44	001	01 09				III 9	44 A 1	1 3	EVz a Gugelstr. 57	A1.1 3	Umsch. Vzk
	neu		44	001	01 09				III 9	44 A 1	1 14	EVz a Gugelstr. 155	A1.2 4	
	alt													
	neu													

OAsk-Sammelschaltauftrag

In der folgenden Abbildung ist ein OAsk-Schaltauftrag dargestellt, bei dem die Schaltung des Fernsprechhauptanschlusses über die **Ausgleichschaltung** erfolgt. Die Fernsprechhauptanschlußleitung muß dabei z. B. zuerst über den EVza 2 A 14.9 Stift 9 geschaltet werden. Der Stift 9 wird mit dem Stift 10 des gleichen EVza durchverbunden. Der Stift 10 ist über die Ausgleichschaltung mit der Endeinrichtung 2 A 14.11 verbunden. Schließlich kann der FeHAs an dem Stift 5 des EVzi 2 A 14.11 angeschlossen werden.

Leitungsnummern, die im OAsk-Schaltauftrag farbig unterstrichen sind, sind Leitungen von besonderer Bedeutung, z. B. Alarmleitungen. Im KVz werden diese Leitungsenden mit Kennzeichnungsknöpfen aus rotem Kunststoff gekennzeichnet. An diesen Leitungen darf nur nach vorheriger Anfrage beim Schaltplatz des Baubezirks oder der Fernsprechentstörungsstelle nach deren Anweisung gearbeitet werden.

OAsk-Schaltauftrag Ortsnetz Rottweil VSt 2 Leitungsnummer 21120

Leitung für Josef Schnee
Farbkennzeichnung

von nach Römerstr. 18

HVt Reihe	HVt Lage	HVt Stift	EVs Stift	LVz	EVs Stift	EVs Stift	KVz	EVs Stift	Endeinrichtung (Art und Standort)	Nr. Stift
2						III	2	2	EVz α	2 A 14.9
04	05	24				24	A 14	19	Römerstr. 16	9 – 10
									EVzi	2 A 14.11
									Römerstr. 18	5

Schaltplatz (FBBz-Ordnungszahl)	OAsk-Schaltauftrag Nr.	Längenzettel (Nr. und Datum)	Ausf.-Termin
21	199/73		

zu Bau-/Schaltauftrag Nr.	Neuschaltung	erteilt (Name, Datum)	ausgeführt (Name, Datum)	Verteiler
33/126		Rottweil 15.10.73	Kunze 19.10.73	FeE Schw
zu Bau-/Schaltauftrag Nr.	Aufhebung	erteilt (Name, Datum)	ausgeführt (Name, Datum)	

11.73 – 654 DIN A 6/100 Bl., Kl.35 — Vermerke siehe Rückseite — // FL 551 FBO 19 § 18 Anl. 1

OAsk-Schaltauftrag (Beispiel: Ausgleichschaltung)

fernmeldelehrling.de

Zur Lernerfolgssicherung

- **Welche Beschaltungsnachweise werden beim OAsk-Schaltplatz der BBz geführt?**
- **Warum werden Straßenkarten angelegt?**
- **Wofür werden die Beschaltungsnachweise verwendet?**
- **Aus welcher Unterlage ist der gesamte Leitungsverlauf für einen Fernsprechhauptanschluß ersichtlich?**
- **Wie wird der HVt in einer Beschaltungskarte angegeben?**
- **Aus welchem Anlaß wird ein OAsk-Einzelschaltauftrag gefertigt?**
- **Wann wird der OAsk-Sammelschaltauftrag verwendet?**
- **Warum wird die Leitungsnummer in einem OAsk-Einzelschaltauftrag farbig unterstrichen?**
- **Wie werden die Hauptkabel-EVs in der Beschaltungskarte angegeben?**
- **Weshalb kann eine KVz-Bestückungskarte angelegt werden?**

16 Starkstrom-, Korrosions- und Blitzschutz

16.1 Starkstromschutz

Von Starkstromanlagen kann elektrischer Strom auf benachbarte Bauteile von Fernmeldelinien unmittelbar übertreten. Die Gefahr eines solchen Übertrittes ist bei blank ausgelegten spannungsführenden Teilen der Starkstromanlage am größten.

Unmittelbarer Übertritt von Starkstrom auf Bauteile benachbarter Fernmeldelinien kann eintreten

- durch Zerreißen von kreuzenden oder benachbarten Leitern oder Kabeln,
- durch Bruch von Befestigungsvorrichtungen,
- durch Umbruch benachbarter Maste.

Mittelbarer Übertritt von Starkstrom auf Bauteile benachbarter Fernmeldelinien kann eintreten

- durch eine dritte Leitung, die im selben Spannfeld eine starkstromführende Leitung und eine oberirdische Fernmeldelinie überkreuzt,
- durch Rückleitungsströme aus Schienenanlagen von Gleichstrombahnen,
- durch Erdströme bei der Einführung von Fernmeldekabeln in Kraft- oder Umspannwerke oder beim Auslegen von Fernmeldekabeln in der Nähe von Mastgründungen von Starkstrom-Freileitungen.

16.1.1 Oberirdische Starkstromanlagen

Die **Gefahr unmittelbaren Stromübergangs** besteht insbesondere bei **Kreuzungen und Näherungen** zwischen oberirdischen Starkstrom- und oberirdischen Fernmeldeleitungen. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die Starkstromfreileitungen nach Nennspannungen einzuteilen, um für jede Gruppe die erforderlichen Schutzmaßnahmen angeben zu können. So unterscheidet man heute zwischen **Starkstromfreileitungen** mit Nennspannungen **unter 1 kV** und solchen mit Nennspannungen **von 1 kV und darüber.** Zur ersten Gruppe gehören die **Starkstromortsnetzfreileitungen,** die heute mit Drehstrom 220/380 V betrieben werden. Von den oberirdischen Stammleitungen werden die einzelnen Hausanschlußleitungen abgezweigt.

Starkstromfreileitungen mit Nennspannungen über 380 V, aber unter 1000 V kommen seltener vor; sie werden z. B. für industrielle Zwecke oder Speise- und Fahrleitungen für Straßenbahnen oder Oberleitungsomnibusse benutzt.

Starkstromfreileitungen mit **Nennspannungen von 1 kV und darüber** werden im allgemeinen Sprachgebrauch als **Überlandfreileitungen** bezeichnet. Sie

fernmeldelehrling.de

leiten die in den KW erzeugte elektrische Energie über mittlere und große Entfernungen an die Umspannstationen der Starkstromortsnetze und anderer Großverbraucher oder an die Unterwerke der Deutschen Bundesbahn (DB) weiter.

Bei **Kreuzungen** zwischen Starkstrom- und Fernmeldefreileitungen besteht die **Gefahr einer unmittelbaren Berührung** beider Anlagen, wenn z. B. die Starkstromfreileitung reißt. Daneben können zeitweise Berührungen durch den Einfluß des Windes eintreten, wenn die vorgeschriebenen Mindestabstände zwischen beiden Anlagen nicht eingehalten werden. Aber auch bei **Näherungen,** z. B. bei Parallelführung von Starkstrom- und Fernmeldefreileitungen, besteht **Berührungsgefahr,** wenn eine der beiden Linien umbricht. Um diesen Gefahren zu begegnen, sind besondere Schutzmaßnahmen vorgeschrieben.

16.1.2 Unterirdische Starkstromanlagen

In Bebauungsgebieten werden sowohl die Starkstromleitungen wie auch die Fernmeldeleitungen meistens **unterirdisch als Erd- oder Röhrenkabel geführt.** Im unterirdischen Linienbau wird man deshalb fast bei allen Arbeiten im Erdreich auf Leitungen anderer Versorgungsträger, unter anderem also auch auf **Starkstromkabel** treffen. Dabei ist größte Vorsicht geboten, weil bei Aufgrabungen oft nur schwer oder überhaupt nicht festgestellt werden kann, ob es sich bei der fremden Anlage um eine gefährliche oder gefahrlose Leitung handelt. Wenn auch die EVU und die DBP unterschiedliche Abdeckmittel verwenden, so kann man daraus doch nicht mit Sicherheit schließen, wem die Kabel jeweils gehören.

Bei **Kreuzungen und Näherungen** zwischen **Fernmelde- und Starkstromkabeln** besteht weniger die Gefahr des unmittelbaren Stromübergangs als vielmehr die Möglichkeit, daß **Kabel der DBP** bei Kurzschluß oder Überlastung in der Starkstromanlage zu **stark erwärmt** und dabei beschädigt werden. Die im Abschnitt „Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen unterirdischer Fernmeldekabel mit unterirdischen Starkstromkabeln" näher beschriebenen Maßnahmen wenden sich deshalb besonders gegen die letztgenannte Gefahr.

16.1.3 Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen oberirdischer Fernmeldeleitungen mit oberirdischen Starkstromleitungen

Gegen das Überkreuzen von selbsttragenden Fernmelde-Luftkabeln oder von Installationskabeln mit Zugentlastung bestehen keine Bedenken; besondere bauliche Maßnahmen an der Starkstromanlage sind nicht erforderlich. Wird eine neue Fernmeldeblankdrahtleitung unter einer Starkstromfreileitung verlegt, so ist darauf zu achten, daß die Starkstromleitung der allgemein üblichen Bauweise entspricht. Entspricht die Bauweise der Starkstromleitung nicht den Vorschriften, dann ist im Benehmen mit dem EVU die Beseitigung der Mängel zu vereinbaren.

Neue Starkstromfreileitungen sollen nach Möglichkeit nicht unter vorhandenen Fernmeldeblankdrahtleitungen hindurchgeführt werden. Ist dies in Ausnahmefällen nicht zu vermeiden, so kommen als Schutzmaßnahmen geerdete Schutzleiter in Betracht, die so angebracht sein müssen, daß eine gerissene Fernmeldeblankdrahtleitung gut geerdet wird, bevor sie den spannungsführenden Starkstromleiter berühren kann.

Überkreuzungen von vorhandenen Starkstromfreileitungen durch neue Fernmeldeblankdrahtleitungen sind unbedingt zu vermeiden.

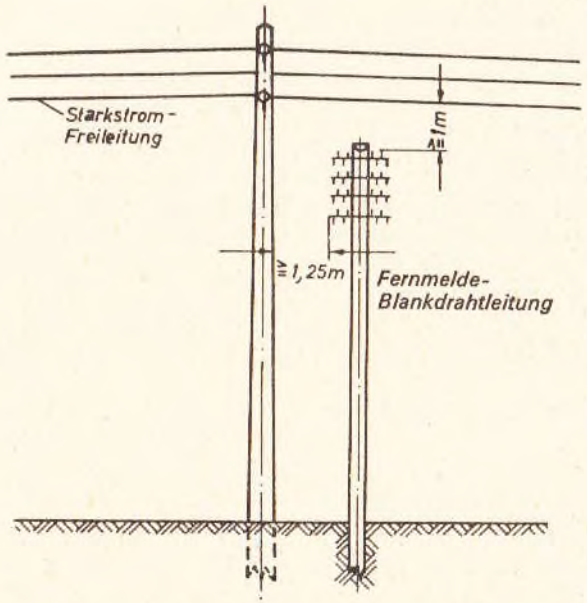
Von dieser Anweisung darf nur in besonderen Fällen mit Genehmigung der vorgesetzten Dienststellen abgewichen werden, da es im Zuge einer gesicherten Störungsbeseitigung oft nur unter Schwierigkeiten möglich ist, die Starkstromanlage spannungsfrei zu machen.

Nachstehende **Mindestabstände** sind bei oberirdischen Kreuzungen einzuhalten:

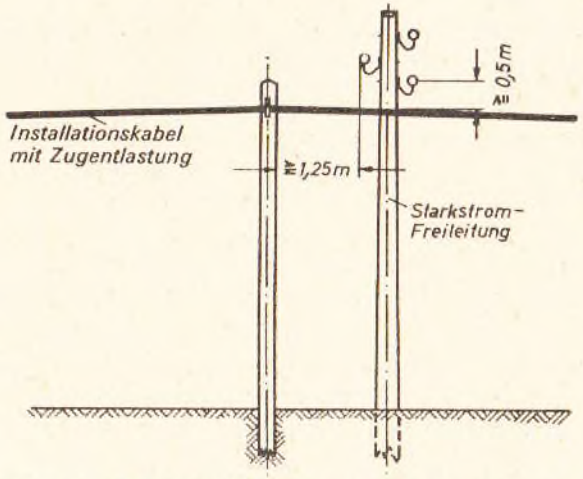
1. Senkrechter Abstand bei obenliegender Starkstromfreileitung:
   - bei blanken Fernmeldedrähten ..... 1,0 m
   - bei Installationskabeln oder Luftkabeln der Bundespost ..... 0,5 m
   - zwischen Fernmeldemasten unmittelbar unter Starkstromfreileitungen ..... 1,5 m
2. Senkrechter Abstand bei obenliegender Fernmeldeblankdrahtleitung bei größtem Durchhang:
   - bei blanken oder isolierten Starkstromleitern ..... 1,0 m
   - bei Installationskabeln oder Luftkabeln der Bundespost ..... 0,5 m
3. Waagerechter Mindestabstand ..... 1,25 m

In den folgenden Abbildungen sind für zwei Beispiele die Mindestabstände dargestellt. Sinngemäß ist in ähnlichen Fällen zu verfahren.

fernmeldelehrling.de



Mindestabstände beim Überkreuzen einer Fernmeldeblankdrahtleitung durch eine Starkstomfreileitung



Mindestabstände beim Überkreuzen eines Installationskabels durch eine Starkstromfreileitung

16.1.4 Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen oberirdischer und unterirdischer Starkstrom- bzw. Fernmeldeleitungen

Gefahrenstellen können auch beim Zusammentreffen von oberirdischen und unterirdischen Starkstrom- bzw. Fernmeldeanlagen entstehen. Dieser Fall tritt z. B. dann ein, wenn ein Fernmelde-Erdkabel in nächster Nähe eines Starkstrom-Freileitungsmastes ausgelegt wird. Bei den Aufgrabungsarbeiten kann die Standsicherheit des Starkstrommastes so vermindert werden, daß er umfällt, oder es wird später das Fernmeldekabel bei Aufgrabungsarbeiten am Starkstrommast beschädigt.

Aus diesem Grunde muß immer ein Abstand von mindestens 0,3 m zwischen beiden Anlagen eingehalten werden. Bei Abständen von 0,3 bis 0,8 m ist das Kabel gegen mechanische Beschädigungen durch Verwendung von Kabelschutzrohren oder Kabelschutzeisen zu schützen.

Dieser Schutz muß mindestens 0,5 m über die gefährdete Stelle hinausragen. Wenn die Annäherung zwischen der oberirdischen Anlage und den unterirdischen Starkstrom- bzw. Fernmeldekabeln über 0,8 m beträgt, sind Schutzvorkehrungen nicht erforderlich.

Zwischen den Schenkeln von A-Masten, zwischen Doppelmasten und zwischen einfachen Masten und ihren Ankern und Streben dürfen auch Kabel verlegt werden, wenn sich ein Abstand von mindestens 0,3 m einhalten läßt und die Standsicherheit der oberirdischen Anlage nicht beeinträchtigt wird. Jedoch müssen in solchen Fällen die Kabel immer – auch bei einem Abstand über 0,8 m – gegen mechanische Beschädigungen geschützt werden. Zwischen Doppelmasten und A-Masten ist wegen der Querriegel keine Kabelauslegung zulässig.

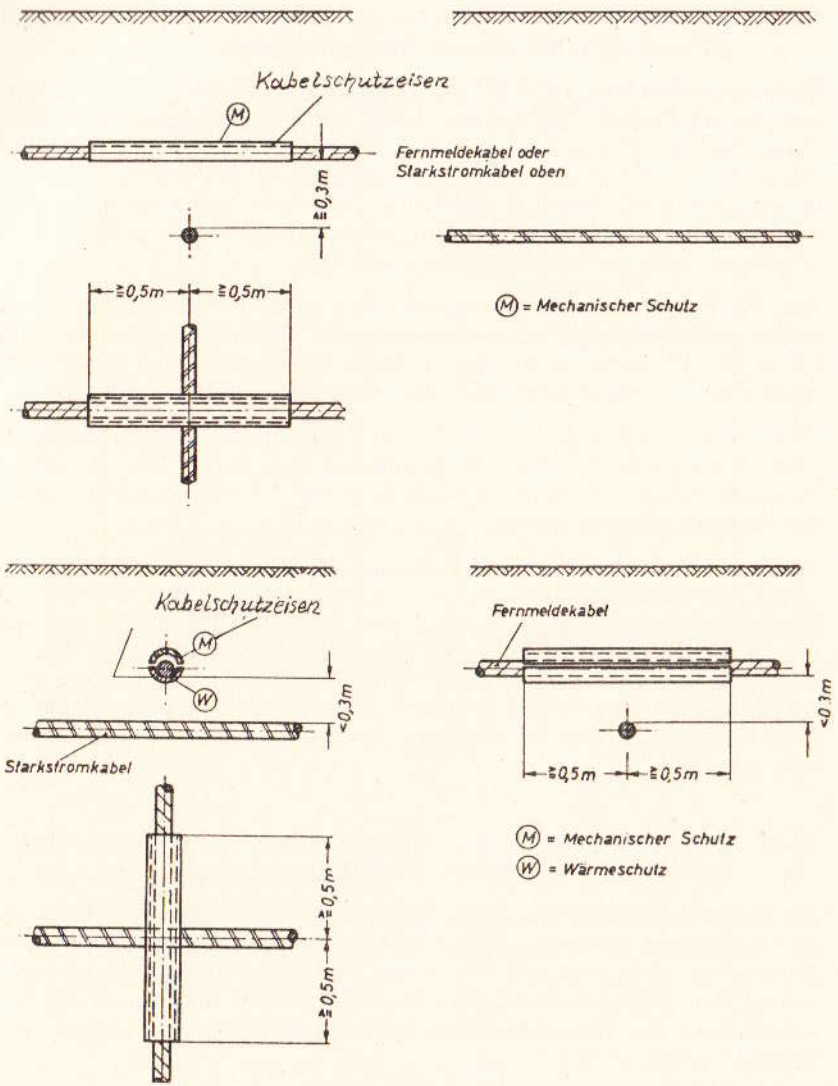
16.1.5 Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen unterirdischer Fernmeldekabel mit unterirdischen Starkstromkabeln

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

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

Gegen mechanische Beschädigungen ist das jeweils oben liegende Starkstrom- bzw. Fernmeldekabel stets abzudecken, ganz gleich, ob es sich dabei um eine Näherung oder eine Kreuzung handelt. Dieser Schutz

fernmeldelehrling.de

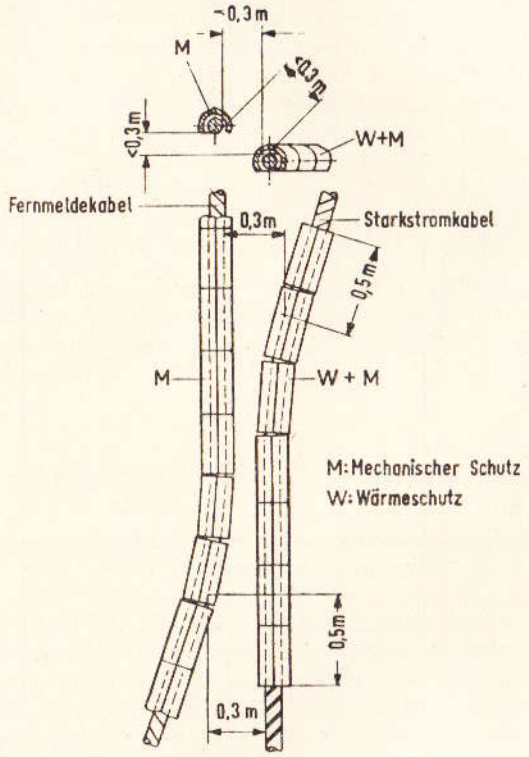


Erdkabel-Kreuzung

muß bei Kreuzungen mindestens 0,5 m zu beiden Seiten der Gefahrenstelle, bei Näherungen ebensoweit über den Anfangs- und den Endpunkt der Näherungsstelle hinausragen.

Gegen Wärmeeinwirkungen sind Schutzmaßnahmen bei Kreuzungen und Näherungen nur dann erforderlich, wenn der Abstand zwischen den

beiden Kabelanlagen weniger als 0,3 m beträgt. Die dem Starkstromkabel zugewandte Seite des Fernmeldekabels ist in einem derartigen Fall mit Kabelschutzhauben oder Asbestzement-Halbrohren zu versehen. Die Schutzvorkehrungen müssen ebenfalls mindestens 0,5 m über die Gefahrenstelle hinausgehen. Dieser Schutz gegen Wärmeeinwirkungen kann auch an den Starkstromkabeln angebracht werden.



Erdkabel-Näherung

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

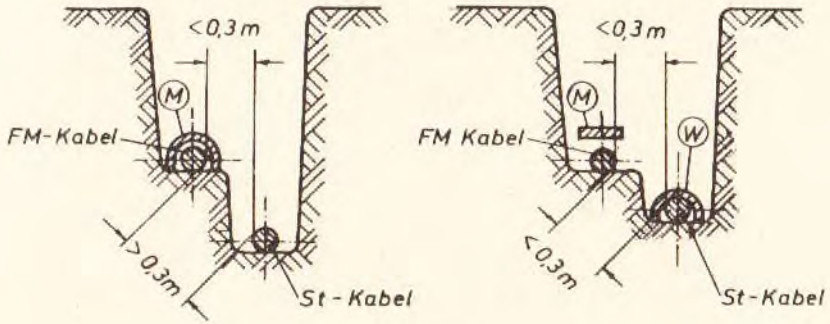
Befinden sich Fernmeldekabel in Kanälen, ist ein Schutz gegen Wärme und mechanische Einwirkungen nicht erforderlich. Liegt das Starkstromkabel in genügendem Abstand, d. h. 20 cm oberhalb des Kanals, so muß es gegen mechanische Beschädigungen abgedeckt werden.

Starkstromkabel dürfen nicht in unseren Kabelkanalanlagen untergebracht oder unmittelbar auf Kabelformsteinen gelagert werden.

fernmeldelehrling.de

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

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



Ⓜ = Mechanischer Schutz
Ⓦ = Wärmeschutz

Verlegen von Starkstromkabel und Fernmeldekabel in einem gemeinsamen Graben

Zur Vermeidung von Gefahrenstellen haben die DBP und die Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke eine besondere Vereinbarung getroffen. Hiernach verständigen sich beide Partner über den Zugang oder den Wegfall von Gefahrenstellen. Dadurch wird sichergestellt, daß gegenseitige Beschädigungen vermieden werden, weil schon bei der Bauplanung auf fremde Anlagen im Erdreich Rücksicht genommen werden kann. Darüber hinaus werden gegebenenfalls noch vor Beginn der Arbeiten gemeinsame Streckenbegehungen vorgenommen.

16.1.6 Schutzmaßnahmen an Fernmeldekabeln auf dem Gelände von Kraft- und Umspannwerken

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

Sobald abzusehen ist, daß sich geplante Fernmeldekabel einem Kraft- oder Umspannwerk auf weniger als 300 m und dem Fundament eines Hochspannungsmastes auf weniger als 15 m nähern werden, ist der Starkstromsachbearbeiter des zuständigen Fernmeldeamtes zu ver-

ständigen, der dann die notwendigen Schutzmaßnahmen veranlaßt. Ebenso ist zu verfahren, wenn Schaltpunkte (LVz, KVz, EVz und KÜf) oder Fernsprechhäuschen in den genannten Bereichen errichtet werden sollen.

16.1.7 Kennzeichnung gefährdender Anlagen in den Linienunterlagen für Ortsnetze

In den Linienunterlagen für Ortsnetze, vor allem in den **Lap**, den **Nzp** und in den **Stützpunktnachweisen,** werden gefährdend starkstrombeeinflußte Kabel und Freileitungen durch einen Blitzpfeil mit nachfolgendem „i" gekennzeichnet. Das gilt übrigens auch für die **Beschaltungsunterlagen,** wie Schaltaufträge, Nummernkarten, Längenzettel, Beschaltungs- und Bestückungskarten. Das „i" soll zum Ausdruck bringen, daß nicht betriebsbedingte Gefährdungsspannungen, sondern induzierte Fremdspannungen vorliegen.

Fernmeldekabel, die über besondere Stromkreise für die Fernspeisung von unbemannten Verstärkerstellen verfügen, werden dagegen mit einem Blitzpfeil ohne nachgestelltes „i" versehen, weil hier betriebsbedingte Gefährdungsspannungen vorliegen.

16.2 Korrosionsschutz

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.

Je nach Art der Korrosionsursache unterscheidet man zwischen

- **chemischer Korrosion und**
- **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.

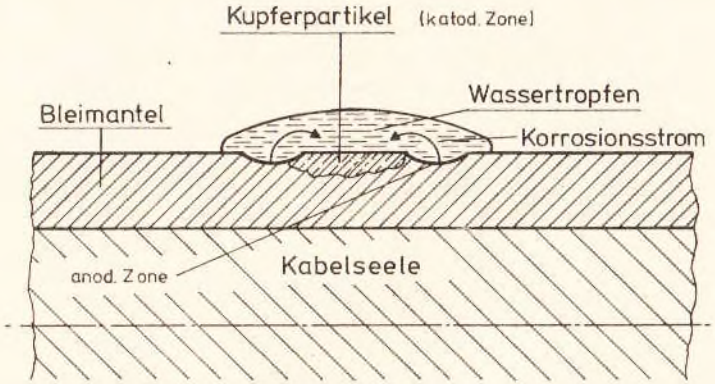
Die immer mit dem Fließen eines **Korrosionsstromes** verbundene **elektrochemische Korrosion** spielt dagegen bei allen Korrosionsschutzfragen eine bedeutende Rolle, was allein schon aus der Tatsache hervorgeht, daß ein

fernmeldelehrling.de

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.

16.2.1 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.).



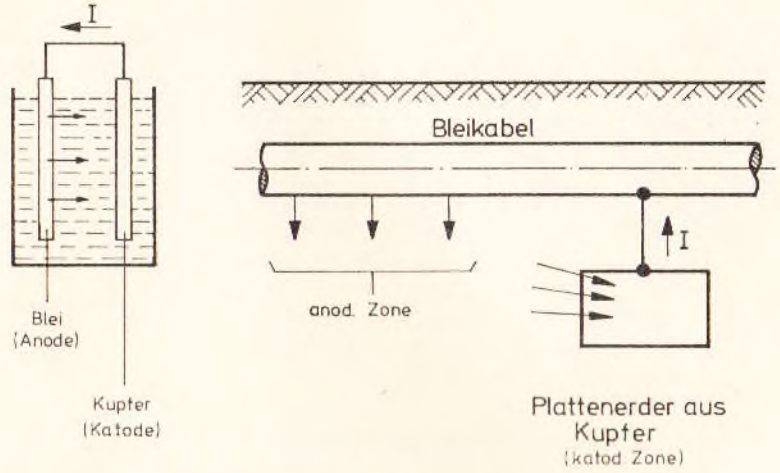
Lokalelement

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.**

16.2.2 Korrosion durch galvanische Elemente

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



Galvanisches Element

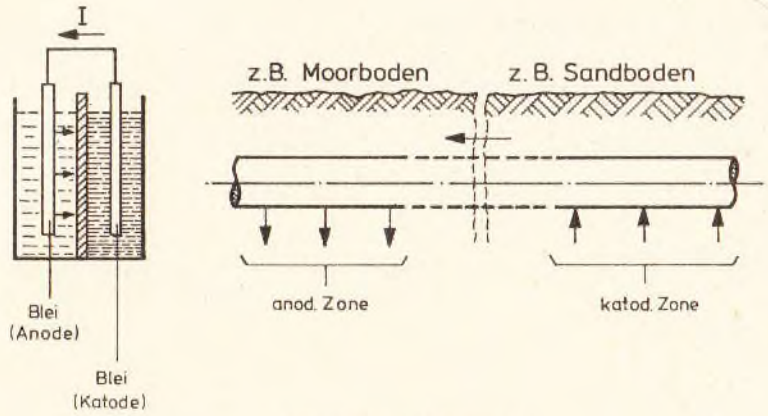
Die Kupferplatte, der Bleimantel und das Erdreich als Elektrolyt bilden ein sogenanntes **galvanisches Element,** das über die Erdungsleitung **kurzgeschlossen** ist. Der Unterschied zum Lokalelement besteht nur darin, daß hier die anodischen Zonen (Bleimantel) von den katodischen Zonen (Kupferplatte) räumlich getrennt sind und somit 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.

16.2.3 Korrosion durch Konzentrationselemente

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

Es entsteht ein sogenanntes **Konzentrationselement** – auch geologisches Element genannt –, das dadurch gekennzeichnet ist, daß sich zwei Metalle in elektrolytischen Stoffen unterschiedlicher Zusammensetzung befinden. Im Fall nach folgender Abbildung 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.

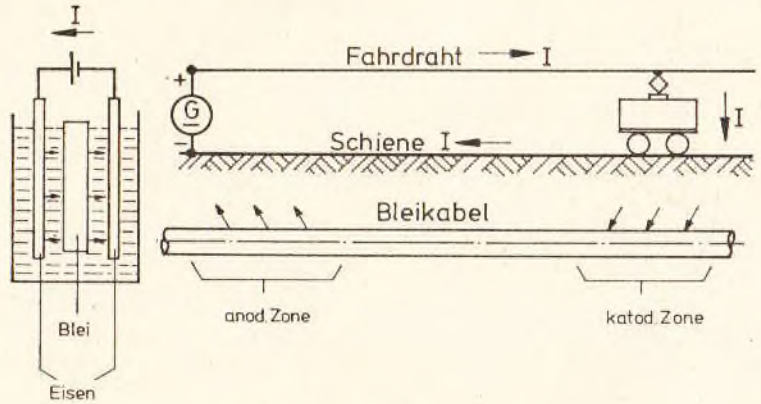
fernmeldelehrling.de



Konzentrationselement

16.2.4 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 dennoch Teile des Rückstroms aus den Fahrschienen austreten, weil sich bessere Rückleiter, z. B. benachbarte Bleikabel in Kabelkanälen aus Beton, anbieten.



Elektrolytisches Element

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

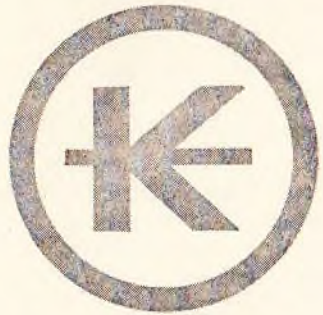
man auch als **Streustromkorrosion** bezeichnet. Das System Schiene – Erdreich (Elektrolyt) – Bleikabel – Erdreich – Fußpunkt stellt ein **elektrolytisches Element** dar, ein Element also, bei dem sich zwei gleiche Metalle (hier zufällig in Anwesenheit eines dritten Metalls, nämlich Blei) in einem gemeinsamen Elektrolyten befinden, wobei der **Korrosionsstrom** durch eine **Außenspannung** hervorgerufen wird.

Alle Korrosionsschutzmaßnahmen sind so zu planen, daß vorgesehene oder bestehende Schutzmaßnahmen gegen die Starkstrombeeinflussung nicht wirkungslos werden.

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.

Festgestellte oder vermutete Korrosionsschäden an Fernmeldekabeln sind anhand des Formblatts „Benachrichtigung über einen Korrosionsschaden" dem Starkstromsachbearbeiter beim FA zu melden.



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 Schriftfeldes mit einem Stempelabdruck des **Korrosionsschutzzeichens** 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.

fernmeldelehrling.de

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

16.3 Gefährdung durch elektrische Beeinflussung

Unter Beeinflussung versteht man die Einwirkung einer Starkstromanlage auf eine Fernmeldeanlage durch Kopplung über ohmsche, induktive oder kapazitive Widerstände.

Bestehen zwischen Fernmeldeanlagen und Starkstromanlagen von über 1 kV oder zwischen Fernmeldeanlagen und Wechselstrombahnen längere Näherungsstrecken, so ist mit induktiven Beeinflussungen zu rechnen.

Induktive Längsspannungen können entstehen

- durch Störungen in Starkstromanlagen, z. B. Doppelerdschluß in mit strombegrenzenden Widerständen geerdeten Starkstromnetzen,
- durch Einfacherdschluß (Kurzschluß) in Starkstromnetzen mit starrer Sternpunkterdung,
- durch Fahrströme und Kurzschlüsse in den Fahrleitungen von Einphasenwechselstrombahnen.

Fremdspannungen dieser Art können zu verschiedenen Betriebsstörungen führen; werden Werte von 65 V bei Dauerbeeinflussung oder 300 V bei Kurzzeitbeeinflussung überschritten, so liegt eine gefährdende Beeinflussung vor.

16.4 Blitzschutzmaßnahmen

Die Schutzmaßnahmen im oberirdischen Liniennetz richten sich nach der Linienführung und der Länge der Linien. Besonders zu berücksichtigen ist außerdem, ob es sich um oberirdische Linien **auf** Bergen oder **zu** Bergen handelt. Oberirdische Linien auf Bergen sind Linien, die auf einer Landschaftserhebung errichtet sind, die ihre Umgebung um mehr als 300 m überragt. Oberirdische Linien zu Bergen sind Linien, die auf einer Länge von mindestens 300 m an einer Steigung des Geländes größer 25 % errichtet sind.

Bezüglich möglicher Blitzeinwirkung wird zwischen drei Gefährdungsstufen unterschieden:

- Oberirdische Linien **mit geringer Blitzgefährdung** sind oberirdische Kabellinien bis 500 m Länge, die nicht zu oder auf Bergen geführt sind.
- Oberirdische Linien **mit erhöhter Blitzgefährdung** sind alle Blankdrahtleitungen, unabhängig von ihrer Länge, soweit sie nicht zu oder auf Bergen geführt sind, und oberirdische Kabellinien bis 500 m Länge, die auf oder zu Bergen geführt sind sowie oberirdische Kabellinien über 500 m Länge.

- Oberirdische Linien **mit besonders hoher Blitzgefährdung** sind alle Blankdrahtleitungen, die auf oder zu Bergen geführt sind und oberirdische Kabellinien über 500 m Länge, die auf oder zu Bergen geführt sind.

Als Schutzeinrichtungen beim Übergang vom unterirdischen auf das oberirdische Liniennetz stehen als **Endeinrichtungen** (Kabelüberführung) EVz 78, VAGa, VAGaÜ, VVDa und VVD Ü 72 (außen) zur Verfügung. Die Schutzeinrichtung mit dem Überspannungsschutz ist zu wählen für Übergangsstellen mit erhöhter oder besonders hoher Blitzgefährdung.

Bei den **Endstellen** werden als Schutzeinrichtungen VVDi, VVDa, EVz 78 und AsLe eingesetzt. In Gebieten mit erhöhter oder besonders hoher Blitzgefährdung werden hier Endeinrichtungen mit Überspannungsschutz eingesetzt (VVD Ü 72, AsLeÜ 72, EVz 78).

In Gegenden mit besonders hoher Blitzgefährdung ist darüber hinaus jeweils am Mast nach der Endeinrichtung und am Mast vor der Endstelle ein **Vorableiter** einzubauen, der aus einer Schutzeinrichtung mit Überspannungsschutz besteht (VVD Ü 72, EVz 78, VAGaÜ).

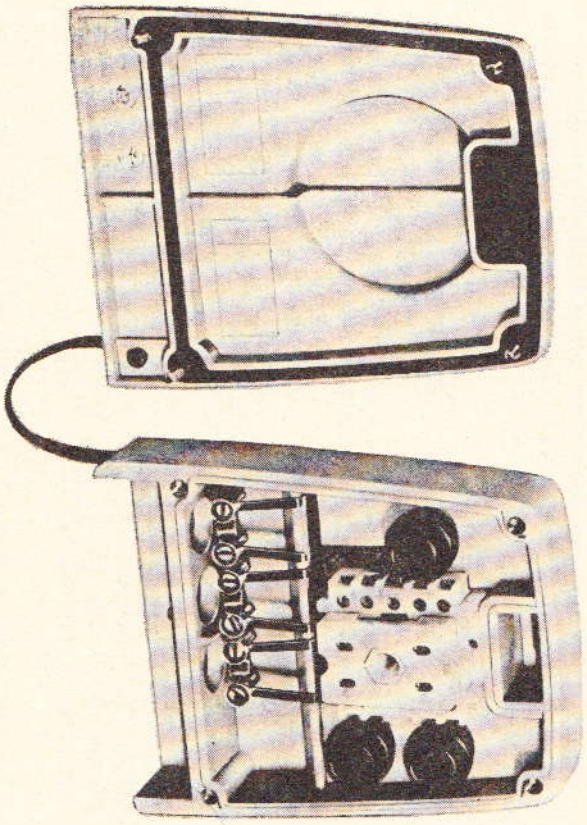
Magazin mit 4 ÜsAg Form F für die VVD Ü 72

In alle Ausführungen der VVD Ü 72 kann ein Magazin für 4 ÜsAg Form F eingesetzt werden.

Bei der Aufputz- und der Unterputzausführung der VVD Ü 72 muß das Erdpotential unter Zuhilfenahme eines besonderen Erdungsdrahtes mit Schelle herangeführt werden.

Der Schirm, das Stahldrahtgeflecht oder das Tragseil oberirdischer Kabel ist in jedem Fall über Tiefen- oder Oberflächenerder zu erden, und zwar sowohl am Anfang der Linie (Übergang von unterirdischer auf oberirdische Linienführung) als auch am Ende der Linie bei der Endstelle. Bei Kabeln in Gebieten mit besonders hoher Blitzgefährdung sind Schirm, Stahldrahtgeflecht und Tragseil darüber hinaus alle 500 m zu erden. Diese Erdung wird möglichst an Stützpunkten vorgenommen, an denen schon aus anderen Gründen VVD vorhanden sind. Abweichungen von der vorgeschriebenen Abschnittslänge 500 m sind bis zu 2 Mastfeldern zulässig.

In der FBO 14 sind in übersichtlicher, zeichnerischer Darstellung die notwendigen Schutzmaßnahmen und die dafür erforderlichen Schutzgeräte für den Schutz der oberirdischen Linien in Gegenden mit geringer, mit erhöhter und besonders hoher Blitzgefährdung aufgeführt.



VVD Ü 72 für Außenmontage

fernmeldelehrling.de

Erdungen, Potentialausgleich, Schutzeinrichtungen

Erläuterung zur 2. Spalte:

Oberirdische Linien auf Bergen sind Linien, die auf einer Landschaftserhebung errichtet sind, die ihre Umgebung um mehr als 300 m überragt.

Oberirdische Linien zu Bergen sind Linien, die auf einer Länge von mindestens 300 m an einer Steigung des Geländes größer 25 % errichtet sind!

Anmerkung
- – · – Kabel unterirdisch
- – – – Kabel oberirdisch
- —— Blankdrahtlinie

Wegen der Darstellung in den Planunterlagen (Symbole) siehe FBO 19 u. 20

Lfd. Nr.	Verlegeart der Linien Grad der Blitzgefährdung	unterirdisches Liniennetz	oberirdisches Liniennetz	Endpunkte und Endstellen von Fernmeldeeinrichtungen
1. 1.1	Unterirdisches Kabel/ Oberirdisches Kabel **mit geringer** Blitzgefährdung: oberirdische Kabellinien – bis 500 m nicht auf oder zu Bergen – Treten Blitzschäden an der oberirdischen Linie bzw. an den weiterführenden unterirdischen Linien oder bei den Endstellen auf, so sind Schutzmaßnahmen wie bei Linien mit erhöhter Blitzgefährdung vorzusehen.	VSt	Endeinrichtung EVz 78 VAGa Stützpunkt **vor** der Endstelle EVz 78 VVDa VAGa Erdungen: Schirm, Stahldrahtgeflecht, Tragseil über Oberflächen- oder Tiefenerder Schutzeinrichtungen: keine Schutzeinrichtungen: keine	VVDl VVDa EVz 78 Asle Erdungen: keine Potentialausgleich: keinen Schutzeinrichtungen: keine

Lfd. Nr.	Verlegeart der Linien Grad der Blitzgefährdung	unterirdisches Liniennetz	oberirdisches Liniennetz	Endpunkte und Endstellen von Fernmeldeeinrichtungen
1.2	**mit erhöhter** Blitzgefährdung oberirdische Kabellinien – bis 500 m auf oder zu Bergen – über 500 m nicht auf oder zu Bergen – Treten Blitzschäden an der oberirdischen Linie bzw. an den weiterführenden unterirdischen Linien oder bei den Endstellen auf, so sind Schutzmaßnahmen wie bei Linien mit besonders hoher Blitzgefährdung vorzusehen.	VSt	Endeinrichtung **EVz 78 VAGaÜ** Stützpunkt **vor** der Endstelle alle 500 m EVz 78 VVDa VAGa Erdungen: Schirm, Stahldrahtgeflecht, Tragseil und ÜsAg über Oberflächen- oder Tiefenerder Erdungen: keine Schutzeinrichtungen: EVz 78 mit ÜsAg, VAGaÜ mit ÜsAg (bei Luftkabeln > 10 DA) Schutzeinrichtungen: keine	**VVDÜ 72 AsLeÜ 72 EVz 78** Erdungen: Schirm, Stahldrahtgeflecht, Tragseil, ÜsAg über Potentialausgleich bzw. Tiefen- oder Oberflächenerder Potentialausgleich: Ja Schutzeinrichtungen: VVDÜ 72, Asle Ü 72, EVz 78 mit ÜsAg

fernmeldelehrling.de

Lfd. Nr.	Verlegeart der Linien Grad der Blitzgefährdung	unterirdisches Liniennetz	oberirdisches Liniennetz	Endpunkte und Endstellen von Fernmeldeeinrichtungen
1.3	**mit besonders hoher** Blitzgefährdung oberirdische Kabellinien – über 500 m auf oder zu Bergen – Treten Blitzschäden an der oberirdischen Linie bzw. an den weiterführenden unterirdischen Linien oder bei den Endstellen auf, so sind nach der Endeinrichtung bzw. vor der Endstelle weitere Vorableiter vorzusehen.	VSt	Endeinrichtung **EVz 78 VAGaÜ** Stützpunkt **nach** der Endeinrichtung **EVz 78 VVDÜ 72** Stützpunkt **vor** der Endstelle **VAGaÜ EVz 78 VVDÜ 72** alle 500 m Vorableiter (ÜsAg) Vorableiter (ÜsAg) Erdungen: Schirm, Stahldrahtgeflecht, Tragseil und ÜsAg über Oberflächen- oder Tiefenerder Schutzeinrichtungen: EVz 78 VVDÜ 72 mit ÜsAg, VAGaÜ mit ÜsAg (bei Luftkabeln > 10 DA)	**VVDÜ 72 AsLeÜ 72 EVz 78** Erdungen: Schirm, Stahldrahtgeflecht, Tragseil, ÜsAg über Potentialausgleich bzw. Tiefen- oder Oberflächenerder Potentialausgleich: Ja Schutzeinrichtungen: VVDÜ 72, AsLe Ü 72, EVz 78 mit ÜsAg

fernmeldelehrling.de

16.4.1 Blitzschutz an unterirdischen Fernmeldeleitungen

Erdkabel sind besonders in Gebieten mit hohem spezifischem Bodenwiderstand ebenso blitzgefährdet wie Freileitungen. Bei Kabeln in blitzgefährdeten Gebieten und bei Kabeln, die bereits öfters durch Blitzschlag beschädigt wurden, kann das Verlegen eines besonderen Blitzschutzleiters billiger als eine häufige Fehlerbeseitigung sein. Als Blitzschutzleiter verwendet man verzinkte Stahldrähte 8 mm ∅, die in etwa 30 cm Abstand über dem gefährdeten Kabel eingegraben werden. In Gebieten besonders hoher Blitzgefährdung werden die Kabel in Kanäle aus verzinktem Stahlvollrohr eingezogen.

Darüber hinaus kann es zweckmäßig sein, blitzgefährdete Kabel mit Überspannungsschutzmuffen, d. h. mit Muffen, die den Einbau von ÜsAg gestatten, auszurüsten.

Zur Lernerfolgssicherung

- **Unter welchen Umständen kann ein mittelbarer Stromübertritt auf Fernmeldeleitungen erfolgen?**
- **Nennen Sie ein Beispiel für einen unmittelbaren Stromübertritt auf Fernmeldeleitungen.**
- **Wie groß muß der senkrechte Mindestabstand der nächstliegenden Leiter sein, wenn eine Fernmeldeblankdrahtleitung von einer Starkstromblankdrahtleitung überkreuzt wird?**
- **Wie groß muß mindestens der Abstand zwischen Bauteilen einer Starkstromleitung und einer Fernmeldefreileitung in waagerechter Richtung sein?**
- **Sind besondere Schutzmaßnahmen erforderlich, wenn ein Fernmeldeerdkabel in 0,5 m Abstand von dem Mast einer Starkstromortsnetzleitung vorbeigeführt wird?**
- **Wann sind Schutzmaßnahmen gegen Wärmeeinwirkungen von Starkstromkabeln auf Fernmeldekabel erforderlich?**
- **Unter welchen Umständen sind Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen von Starkstromkabeln und Fernmeldekabeln erforderlich?**
- **Wodurch können Starkstromanlagen Fernmeldeanlagen beeinflussen?**
- **Was ist kennzeichnend für die elektrochemische Korrosion?**
- **Nennen Sie drei Gefährdungsstufen bei oberirdisch geführten Linien.**

fernmeldelehrling.de

17 Zusammenstellung der FBO

FBO 1	Planen von Ortsliniennetzen
FBO 2	Planen von Fernliniennetzen
FBO 3	Auskundung und Wegesicherung
FBO 4	Vorbereiten und Durchführen von Bauvorhaben L
FBO 5	Linien aus Bodenmasten
FBO 6	Oberirdische Kabelanlagen
FBO 7	Blankdrahtleitungen
FBO 8	Endstelleneinrichtungen
FBO 9	Programme in der Linientechnik
FBO 10	Kabelkanalanlagen
FBO 11 A	Verlegen von Außenkabeln
FBO 11 B	Pneumatische Überwachung von Außenkabeln
FBO 12 A	Verbinden und Abschließen von Ortskabeln
FBO 12 B	Verbinden und Abschließen von Fernkabeln
FBO 13	Ausgleichen und Bespulen von Außenkabeln
FBO 14	Erdungen und Sicherungsschutz
FBO 15	Starkstromschutz
FBO 16 A	Schutz gegen Beeinflussung
FBO 16 B	Korrosionsschutz
FBO 16 C	Schutz gegen Entladungen
FBO 16 D	Schutz gegen Stromübertritt
FBO 17	Unterhalten von Fernmeldelinien
FBO 18	Vergabe von Bauleistungen
FBO 19	Ortsnetzpläne und -karteien
FBO 20	Fernnetzpläne und -karteien

Fernmeldemeßordnungen

FMO I	Gleichstrommessungen
FMO II	Wechselstrommessungen (theoretische Grundlagen)
FMO III	Wechselstrommessungen
FMO IV	Starkstrom-Beeinflussungs-Messungen

Sachregister

Seite

A
Abbrühmasse ... 49
Abdichtring ... 131, 132
Abdichtschrumpfhülsen ... 132
Abdichtstopfen ... 133
Abisolieren ... 32
Abschlußeinrichtung ... 91, 92, 94
Abspannhaken ... 94, 95
Abspannklemmen ... 96
Abspannmast ... 80
Abspannspirale ... 99
Absperrgeräte ... 134
Abstände
– Leitungen ... 158, 218, 219
– Stützpunkte ... 218
Abzweigbleimuffen ... 28
Abzweigkasten ... 113
Ader ... 13
Adernkennzeichnung ... 14
Adernverbindungshülsen ... 32, 50, 100
Adernverbindungsleiste ... 33, 56
Adernverbindungszange ... 39
Adernvertauschung ... 49, 60
Anker ... 79, 83
Ankerstrebe ... 79
Anschlußbereich ... 170, 171
Aufteilungsbleimuffe ... 26
Aufteilungskamm ... 38, 51, 57
Aufteilungskabel ... 24
Ausbauplanung ... 156
Ausgleichschaltung ... 68, 180, 212
Auskundung ... 157

B
Befestigungshaken
– Abspannhaken ... 94
– Bügel für Querträger ... 95
– Haken für Querträger ... 95
– Mauerhaken ... 95
– Traghaken ... 95, 98
Beidraht ... 91
Benummern der Masten ... 199
Beschaltungskarte ... 206, 209
Beschaltungsnachweis ... 206
Beschaltungsunterlagen ... 223
Bestückungskarte ... 208, 210
Bestückungsplan ... 208
Bezeichnungsnägel ... 71
Blankdrahtleitung ... 85, 152
Blitzpfeile
– in Linienunterlagen ... 223

Seite

Blitzschutz ... 215, 228, 234
Blitzschutzerdung ... 104
Bronzedraht ... 85
Bündelverseilung ... 18

D
Deckelhebegeräte ... 134
Drahtverbindungshülse ... 87
Druckluftüberwachung ... 165
Durchhang ... 88, 96

E
Einschiebegeräte ... 125, 129
Endeinrichtungen ... 68, 178, 229
Endmast ... 152
Endverschlüsse ... 148, 178
Endverzweiger ... 179
Entwicklungsplanung ... 156
Erdbohrer ... 75
Erdkabel ... 143, 145
Erdkabelrollen ... 145
Erdung der selbsttragenden Installationskabel ... 104

F
Fernmeldebaugerät ... 35
Fernmeldebauordnung ... 236
Fernsprechnetz ... 168
Freileitung ... 152
Fußdurchmesser ... 71

G
Gleitrollen ... 127
Grundbündel ... 18, 51
Grundstückseigentümer-erklärung ... 158
Gruppenringe ... 31

H
Haken ... 95
Hakenstütze ... 86
Handerdbohrer ... 75
Hauptanschlußliniennetz ... 172
Hauptkabel ... 108, 173
Hauptverteiler ... 176
Hebelkluppe ... 87
Hinweiszeichen ... 134
Hohldechsel ... 84
Holzmasten ... 72

fernmeldelehrling.de

Seite

I
Imprägnierverfahren 70
Insektenbefall 76
Installationskabel
mit Zugentlastung 91
Instandhalten oberirdischer
Linien 160
Isolator 88
Isolierhüllen 13, 49
Isolierhülsen 31

K
Kabelaufteilungsraum 26, 165
Kabelhalter 139
Kabelhülle 13
Kabelkanal 114
Kabelkanalanlage 108
Kabelkanalformsteine 114
Kabellängenplan 195
Kabellöterzelt 136
Kabelmantelschneider 41
Kabelmuffen 26
Kabelschachtabdeckung 112
Kabelschachtbeleuchtung 36
Kabelschächte 108
Kabelschachtkarten 195
Kabelschutzbogen 128
Kabelschutzhauben 219
Kabelseele 16
Kabeltrommeltransport- und
Verlegewagen 145
Kabeltrommelwinden 145
Kabelüberführung 175, 189
Kabelverzweiger 177
Kabelwinden 126, 129
Kabelziehstrumpf 126
Kanaltüllen 127
Kunststoff-Kabelkanalrohr ... 115, 119
Kurzzeichenübersicht 21

L
Lagepläne 186
Lagenverseilung 16
Leiter, stromführend 13
Leitungen
– Abspannung 89
– Abstand 158
– Bindung 88
– Blitzgefahr 104, 228, 231
– Draht 88
– Durchhang 88
– Zugkräfte 80

Seite

Leitungsmasten aus Holz 70
Linien 152, 157
Linienfestpunkt 80
Linienunterlagen
(Kennzeichnung bei
Starkstromgefährdung) 223
Linienverzweiger 177
Lötgeräte 37, 46

M
Masten 70
– Abstand 158
– Aufstellen 73
– Benummerung 199
– Bezeichnung 152
– Durchmesser 72
– Länge 72
– Standort 79, 138
Mastlöcher 74
– Bohren 75
– Graben 73
– Tiefe 73
Mindestabstände
– oberirdisch 218
– unterirdisch 219
– vom Erdboden 217
Montageklemme 102

N
Nachschutz 160
Nahbereich 172
Näherungen
– unterirdisch 220
– oberirdisch 216
Netzplan 192
Nummernkarte 207

O
OAsk-Schaltaufträge 211
Ortsanschlußkabel 173
Ortsanschlußliniennetz 172
Ortsanschlußnetz 175
Ortskabel 175
Ortsliniennetz 172
Ortsliniennetzbereich 172
Ortsnetz 168
Ortsnetzbereich 168
Ortsnetz-Bereichsplan 184
Ortsverbindungskabel 173
Ortsverbindungsliniennetz 172

Seite

P
Paar 16
Planfeststellung 182
Plusbogen 97
Propan-Geräte 35, 46
Prüffristen 161

Q
Querkabel 173
Querträger 85

R
Röhrenkabel 125, 130

S
Sammelschaltauftrag 211
Schaltauftrag 211
Schaltplatz 206
Schraubanker 84
Schutzbekleidung 19
Schutzeinrichtung 229, 231
Sicherheitsgürtel 78
Sicherungsmaßnahmen 135
Spannweite 88, 101
Starkstromschutzmaßnahmen ... 219
Steckmuffen 122
Steigeisen 78
Stern-Vierer 16
Straßenkarte 207
Streben 81, 84
Stützpunktnachweis 198

T
Teilnehmereinrichtungen 168
Thermoplast-Spannklemm-
Muffen 29
Tragmast 8, 152
Tragseil-Luftkabel 92
– Abspannarmatur 98
– Hängeklemme mit Pendelöse .. 99
– Tragarmatur 98
– Verlegerolle 102
Trassenband 147
Trockenmittel 34

Ü
Überspannungsschutz 100
– Anwendung 104
– Einrichtungen 104

Seite

V
Verbindungs- und
Abzweigschrumpf-Muffe 30
Verbindungs- und
Verteilerdose 98, 230
Verbindungsbleimuffe 27
Vermittlungseinrichtung 176
Verschlußbecher 133
Verseilelemente 15
Verseilung 15
Verstärkungsmittel 79
Vertauschung der Adern 60
Verzweiger-Bereichsplan 186
Verzweigungseinrichtungen 176
Verzweigungskabel 108, 173
Verzweigungsnetz 177
Vorschauplanung 156

W
Warnzeichen 134
Wegesicherung 157

Z
Zählvierer 44
Ziehdraht 129
Ziehstrumpf 130
Zugseil 145
Zuwachsbohrer 76

fernmeldelehrling.de

fernmeldelehrling.de